



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

“EVALUACIÓN DE LA ECONOMÍA DE COMBUSTIBLE Y LAS EMISIONES DE UN VEHÍCULO DE UN MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO EN RELACIÓN EN PRUEBAS DINÁMICAS IM 240 EN CIUDADES DE ALTURA”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR:

JIMMY MICHAEL REINOSO CUVI

Riobamba - Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

“EVALUACIÓN DE LA ECONOMÍA DE COMBUSTIBLE Y LAS EMISIONES DE UN VEHÍCULO DE UN MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO EN RELACIÓN EN PRUEBAS DINÁMICAS IM 240 EN CIUDADES DE ALTURA”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR: JIMMY MICHAEL REINOSO CUVI

DIRECTOR: Ing. JUAN CARLOS ROCHA HOYOS M.Sc.

Riobamba - Ecuador

2022

© 2022, Jimmy Michael Reinoso Cuvi

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jimmy Michael Reinoso Cuvi, 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, 13 de abril de 2022.






Jimmy Michael Reinoso Cuvi

C.C: 160068267-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE LA ECONOMÍA DE COMBUSTIBLE Y LAS EMISIONES DE UN VEHÍCULO DE UN MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO EN RELACIÓN EN PRUEBAS DINÁMICAS IM 240 EN CIUDADES DE ALTURA**, realizado por el señor: **JIMMY MICHAEL REINOSO CUVI**, 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
Ing. Edgar Fabián Sánchez Carrión Mag. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-04-13
Ing. Juan Carlos Rocha Hoyos M.Sc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-04-13
Ing. Victor David Bravo Morocho Mag. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-04-13

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría y la inteligencia para poder cumplir un sueño más en mi vida, también a mi padre que en algún momento me supo instruir y poner en mi mente la meta de culminar mis estudios, a mi madre por el apoyo económico que me dio, sus consejos. Dedico también a todas las personas que me supieron apoyar de alguna forma que me dieron fuerzas y palabras de ánimo para poder seguir adelante en este trayecto.

Jimmy Reinoso

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi Dios por darme la salud y la vida, también agradezco por darme la sabiduría y la inteligencia necesaria durante todo este tiempo de estudio, ya que si no fuera por El nada de las cosas asombrosas pasarían en mi vida. Gracias Dios.

También agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y ser una ayuda más en la sociedad, a mi madre que luchó conmigo, cada uno de sus esfuerzos que hizo que este sueño de estudiar y terminar la carrera universitaria se hiciera realidad, y también a mi padre que me apoyó y me incentivó desde niño a estudiar, muchas gracias papa por confiar en mí.

Y a cada persona que me apoyó durante todo el tiempo de estudio, a mis amigos a mi pareja, muchas gracias por su apoyo incondicional.

Jimmy Reinoso

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN	xiii
SUMMARY	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
1.1. Combustible	6
1.2. Gasolina	6
1.3. Propiedades de la gasolina	6
1.3.1. Octanaje	6
1.3.2. Volatilidad	6
1.3.3. Contenido de azufre	6
1.4. La combustión.....	7
1.4.1. Tipos de combustión	7
1.4.1.1. Combustión completa	7
1.4.1.2. Combustión incompleta	8
1.4.1.3. Combustión estequiométrica o teórica	8
1.4.1.4. Combustión real	8
1.4.1.5. Combustión pobre.....	8
1.4.1.6. Combustión rica	9
1.5. Relación aire combustible	9
1.6. Combustibles en el Ecuador	9
1.6.1. La gasolina en el Ecuador.....	9
1.7. Consumo de Combustible en el Transporte Terrestre en el Ecuador.....	9
1.7.1. Evolución histórica del consumo de combustible en el Ecuador.....	9
1.7.2. Propiedades de algunos combustibles	10
1.7.3. El automóvil y el medio ambiente	11
1.7.4. Origen de los gases de combustión.....	11
1.7.5. Emisiones de gases de escape	12

1.7.5.1.	<i>Oxígeno (O₂)</i>	13
1.7.5.2.	<i>Agua (H₂O)</i>	13
1.7.5.3.	<i>Dióxido de carbono (CO₂)</i>	13
1.7.5.4.	<i>Monóxido de carbono (CO)</i>	13
1.7.5.5.	<i>Óxidos nítricos (NO_x)</i>	14
1.7.5.6.	<i>Dióxido de azufre (SO₂)</i>	14
1.7.5.7.	<i>Hidrocarburo (HC)</i>	14
1.7.5.8.	<i>Oxígeno de nitrógeno</i>	14
1.8.	Emisiones contaminantes con pruebas IM – 240	15
1.8.1.	<i>Economía del consumo del combustible</i>	16
1.9.	Factores que inciden en el consumo de combustible	17
1.10.	Emisiones de gases contaminantes	17
1.10.1.	<i>Norma</i>	17
1.10.2.	<i>Normativas europeas euro para la reducción de emisiones vehiculares</i>	18
1.10.3.	<i>Límites de emisiones para las normas EURO</i>	20

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	22
2.1.	Investigación Documental	22
2.1.1.	<i>Descriptiva</i>	22
2.1.2.	<i>Cuantitativa</i>	22
2.1.3.	<i>Vehículo utilizado para la adquisición de datos</i>	22
2.1.4.	<i>Zona de análisis</i>	24
2.1.5.	Consumo de combustible	25
2.1.5.1.	<i>El consumo de combustible de los motores de combustión interna está determinado por diferentes factores</i>	25
2.1.5.2.	<i>Diseño y construcción tienen influencia en el consumo de combustible</i>	25
2.1.5.3.	<i>Los factores que tienen incidencia en la explotación</i>	25
2.1.5.4.	<i>Mantenimiento y reparación</i>	26
2.1.5.5.	<i>Calibración de los mecanismos de distribución, bombas, inyectores, etc.:</i>	26
2.1.5.6.	<i>Diseño y construcción</i>	26
2.1.6.	Características de los combustibles	28
2.1.6.1.	<i>Gasolina Extra</i>	28
2.1.6.2.	<i>Gasolina Súper</i>	29
2.2.	Condiciones atmosféricas en la ciudad de Quito	30
2.3.	Estimación de factores de emisión	31

2.4.	Prueba Americana IM-240	32
2.4.1.	<i>Procedimiento</i>	33
2.4.2.	<i>Características del motor</i>	36
2.4.3.	<i>Equipamiento</i>	37
2.4.3.1.	<i>Dinamómetro MAHA LPS3000</i>	37
2.4.3.2.	<i>Analizador de gases MAHA MDO 2 LON</i>	40
2.4.3.3.	<i>Consumo de combustible</i>	43
2.4.3.4.	<i>Medidor de combustible</i>	43
2.5.	Análisis de variable	44
2.6.	Pids Del Motor	45

CAPITULO III

3.	RESULTADOS	46
3.1.	Análisis de los PIDS	46
3.2.	Resultados del analizador de gases	52
3.2.1.	<i>Resultado de Monóxido de Carbono (CO)</i>	52
3.2.2.	<i>Resultado de Dióxido de Carbono (CO2)</i>	54
3.2.3.	<i>Resultado de Hidrocarburos (HC)</i>	55
3.2.4.	<i>Resultado de Oxígeno (O2)</i>	56
3.2.5.	<i>Resultados de óxidos de nitrógeno (NOx)</i>	58
3.2.6.	<i>Resultados de Lambda</i>	59
3.3.	Análisis del consumo de combustible	60
3.4.	Análisis de los factores de emisión	62

	CONCLUSIONES	65
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	66
--	------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Propiedades de los combustibles	10
Tabla 1-2:	Origen y efecto de los gases contaminantes	12
Tabla 3-1:	Puesta en servicio de la norma EURO.....	19
Tabla 4-1:	Normas europeas de emisiones para vehículos ligeros \leq a 1305 kg.....	21
Tabla 5-1:	Normas europeas de emisiones para vehículos entre 1305 kg – 1760kg.....	21
Tabla 6-1:	Normas europeas de emisiones para vehículos entre 1760 kg – 3500kg.....	21
Tabla 7-1:	Normas para vehículos N ₂ y N ₃	21
Tabla 1-2:	Características del vehículo	24
Tabla 2-2:	Precios de combustibles en el sector automotriz	28
Tabla 3-2:	Propiedades de los combustibles	29
Tabla 4-2:	Densidad de los combustibles	30
Tabla 5-2:	Datos del control de combustible	30
Tabla 6-2:	Condiciones atmosféricas de la ciudad de Quito.....	31
Tabla 7-2:	Características de manejo de la prueba IM-240	34
Tabla 8-2:	Programa de cambio de marcha de la prueba IM-240.....	35
Tabla 9-2:	Ficha técnica del motor	36
Tabla 10-2:	Especificaciones del Dinamómetro	38
Tabla 11-2:	Especificaciones del analizador de gases	41
Tabla 12-2:	Variables para la formación de las combinaciones.....	44
Tabla 13-2:	Nomenclatura para formación de pruebas	45
Tabla 1-3:	ANOVA para consumo (l) (g/km) por tratamientos.....	60
Tabla 2-3:	Pruebas de Múltiple Rangos para CONSUMO (l) por TRATAMIENTOS (Método: 95,0 porcentaje LSD)	61
Tabla 3-3:	Precios de combustible	62
Tabla 4-3:	Valor promedio del consumo	62
Tabla 5-3:	ANOVA para emisiones por tratamientos.....	63
Tabla 6-3:	Pruebas de Múltiple Rangos para EMISIONES por TRATAMIENTOS (Método: 95,0 porcentaje LSD)	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Proceso de combustión	7
Figura 1-2: Ciclo de prueba US IM-240.....	33
Figura 2-2: Dinamómetro de chasis.....	38
Figura 3-2: Pruebas del vehículo con el dinamómetro	39
Figura 4-2: Analizador de gases	41
Figura 5-2: Equipo para medir el consumo de combustible	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Evolución histórica del parque automotor en el Ecuador.....	10
Gráfico 2-1:	Composición de los gases de escape	12
Gráfico 3-1:	Efectos de la mezcla Aire / Combustible en emisiones de NOx	15
Gráfico 4-1:	Evolución temporal de las normativas anticontaminación	18
Gráfico 5-1:	Límites de las normativas anticontaminación europea para vehículos livianos.....	19
Gráfico 6-1:	Límites de las normativas anticontaminación europea para vehículos pesados.....	20
Gráfico 1-2:	Porcentajes de ventas del año 2017 por marcas más representativas	23
Gráfico 2-2:	Porcentajes de ventas del año 2018 por marcas más representativas	23
Gráfico 3-2:	Porcentajes de ventas del año 2019 por marcas más representativas	23
Gráfico 4-2:	Porcentajes de ventas del año 2020 por marcas más representativas	24
Gráfico 5-2:	Ciclo de prueba IM-240	34
Gráfico 6-2:	Ciclo de conducción de inspección y mantenimiento IM240.....	35
Gráfico 1-3:	PID's de los parámetros del motor con combustible extra	47
Gráfico 2-3:	PID's de los parámetros del motor con combustible super	48
Gráfico 3-3:	PID's de los parámetros del motor con combustible extra	49
Gráfico 4-3:	PID's de los parámetros del motor con combustible extra	50
Gráfico 5-3:	PID's de los parámetros del motor con combustible extra	51
Gráfico 6-3:	PID's de los parámetros del motor con combustible super	52
Gráfico 7-3:	Análisis del CO con los combustibles Extra y Súper	53
Gráfico 7-3:	Análisis del CO2 con los combustibles Extra y Súper	55
Gráfico 9-3:	Análisis del HC con los combustibles Extra y Súper	56
Gráfico 10-3:	Análisis del HC con los combustibles Extra y Súper	57
Gráfico 11-3:	Análisis del NOx con los combustibles Extra y Súper.....	58
Gráfico 12-3:	Análisis del Lambda con los combustibles Extra y Súper.....	59
Gráfico 13-3:	Comparación del consumo de combustible en (L)	60
Gráfico 14-3:	Comparación del consumo de combustible en (L)	61
Gráfico 15-3:	Comparativo de factores de emisiones (g/km)	63

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Norma NTE INEN 935 Novena revisión 2016-03
- ANEXO B:** Resolución No 15 386 Modificatoria 1 (2015-11-23)
- ANEXO C:** Datos del CO combustible Extra
- ANEXO D:** Datos del CO combustible Súper
- ANEXO E:** Datos del CO₂ combustible Extra
- ANEXO F:** Datos del CO₂ combustible Súper
- ANEXO G:** Datos Del HC Combustible Extra
- ANEXO H:** Datos del HC combustible Súper
- ANEXO I:** Datos del O₂ combustible Extra
- ANEXO J:** Datos del O₂ combustible Súper
- ANEXO K:** Datos del NO_x combustible Extra
- ANEXO L:** Datos del NO_x combustible Súper
- ANEXO M:** Tabla De Datos Convertidos De (% V). a (g/km)

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo analizar la economía del consumo de combustible y emisiones del motor de encendido provocado a través de pruebas dinámicas para mostrarse el comportamiento de estas variables y generar una línea base. El vehículo experimentado fue de la familia Chevrolet Aveo 1.5 L sometido a pruebas dinámicas IM-240, en la ciudad Quito – Ecuador a una altura de 2810 msnm donde es puesto a prueba 3 veces el ciclo de conducción, en un tiempo total de 480 segundos esto para cada combustible con una distancia recorrida de 6.4 kilómetros a una velocidad promedio de 50 km/h y a una velocidad máxima de 90 km/h. En cuanto al rendimiento con el combustible Extra se obtiene 15,616 (km/lit) y con el combustible Súper 16,221(km/lit), obteniendo un mayor rendimiento con el combustible Súper. El factor de concentración de CO en el combustible Extra tiene un valor promedio de 1,233 (g/km), y en el combustible Súper es de 1,195 (g/km), reduciendo en un 3.19 % de CO con el combustible Súper. En cambio, el factor HC con el combustible Extra se tiene un valor promedio de 0,024 (g/km) y en el Súper es de 0,023 (g/km), teniendo una diferencia de 4,26 % de reducción con el combustible Súper. Y por último el factor NOx 0,258 (g/km) en el combustible Extra y un valor promedio de 0,259 (g/km) en el combustible Súper, tenido una diferencia de 0,14% de reducción con el combustible Extra. Se recomienda tener el vehículo de prueba en óptimas condiciones mecánicas y físicas, para obtener mejores resultados en cuanto al consumo y las emisiones contaminantes. Mediante el combustible Súper se tiene menos contaminante y un menor consumo en el vehículo de prueba, se puede decir que proporciona un porcentaje casi estable en cuanto a emisiones.

Palabras clave: <CHEVROLET AVEO> <COMBUSTIBLES EXTRA Y SÚPER> <EMISIÓN> < PRUEBAS DINÁMICAS IM-240> <ECONOMÍA DE COMBUSTIBLE> <RENDIMIENTO>.

1654-DBRA-UTP-2022



SUMMARY

This degree work aimed to analyze the economy of fuel consumption and ignition engine emissions caused through dynamic tests to show the behavior of these variables and generate a baseline. The vehicle tested was from the Chevrolet Aveo 1.5 L line subjected to IM-240 dynamic tests in Quito city, Ecuador at an altitude of 2810 msnm. Where it was tested three times the driving cycle, in a total time of 480 seconds. It was for each fuel with a distance traveled of 6.4 kilometers at an average speed of 50 km/h and a maximum speed of 90 km/h. Regarding the performance with the Extra fuel, 15.616 (km/lt) was obtained, and with the Super fuel, 16.22 (km/lt), getting a higher performance than the Super fuel. The CO concentration factor in Extra energy has an average value of 1,233 (g/km). In Super fuel, it is 1,195 (g/km), reducing CO by 3.19% with Super fuel. The HC factor with the Extra fuel has an average value of 0.024 (g/km). In the Super, it is 0.023 (g/km) with a difference of 4.26% reduction with the Super fuel. And finally, the NOx factor is 0.258 (g/km) in the Extra fuel and an average value of 0.259 (g/km) in the Super fuel, having a difference of 0.14% reduction with the Extra fuel. The Super fuel has fewer pollutants and lower consumption in the test vehicle. Therefore, it can be said that it provides an almost stable percentage of emissions. It is recommended to have the test vehicle in optimal mechanical and physical conditions, to obtain better results in terms of consumption and polluting emissions.

Keywords: <FUEL CONSUMPTION> <CHEVROLET AVEO> <EXTRA FUEL> <SUPER FUEL> <DYNAMIC TESTS>.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Sandra Leticia Guijarro P. Mgs', with a horizontal line drawn through the middle of the signature.

Lcda. Sandra Leticia Guijarro P. Mgs

C.I.: 0603366113

INTRODUCCIÓN

En el siguiente proyecto de titulación se analiza la economía del consumo de combustible y emisiones del motor de encendido provocado a través de pruebas dinámicas IM-240 para mostrar el comportamiento de cada una de estas variables y generar una línea base en ciudades de altura (ciudad de estudio Quito), teniendo una altura de 2810 msnm. En esta ciudad los vehículos son los que más contaminan el aire, el 52 % de emisiones contaminantes en la capital provienen de esa fuente, el parque automotor que en los últimos 10 años ha tenido variaciones anuales que oscilan entre el 5 % y 10 %, lo que ha significado la incorporación entre 15 000 y 35 000 vehículos por año, la tendencia permite estimar que para el año 2030 se tendría un parque de aproximadamente de 1 150 000 vehículos (MDMQ, 2017, p.25).

El sector del transporte es uno de los más grandes emisores de Gases de efecto invernadero (GEI) a pesar de los avances en el campo de la tecnología en los vehículos y las mejoras en la calidad de combustible (Emberger, 2016, p.72). Este sector representó el 25.6 % del consumo mundial de energía en 2015. Se espera que aumente un 1.1 % cada año hasta 2040 (Leguísamo y Rocha, 2020, pp.68-83).

Todo motor de combustión interna funciona transformando energía química (combustible) a energía de calor (potencia) a energía mecánica (movimiento) utilizada para proveer potencia a una maquina o equipo. Esta energía provee de un beneficio al poner en movimiento el automóvil, y también genera productos dañinos al medio ambiente (Velasco, 2009, p.67).

El consumo de combustible está asociado a variables como las características del vehículo, carga transportada y carretera por la que se circula, por lo que se considera dentro de la estructura de costos de operación vehicular como una componente variable, representando entre el 20 % y 60 % de estos costos. Para su cuantificación existen métodos directos e indirectos que han permitido la creación de algunos modelos que predicen, con cierto grado de exactitud, el consumo para condiciones particulares de operación de los vehículos, los cuales deben ser adaptados a las condiciones particulares de cada lugar (Posada y Gonzales, 2013, pp.35-46).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación ambiental es una problemática que afecta a todos los países alrededor del mundo como resultado de esta contaminación se producen los fenómenos de cambio climático, efecto invernadero, lluvia ácida, y enfermedades sobre el ser humano (Antamba et al., 2016, pp.110-119). Todo esto ha llevado a un análisis y métodos que ayudan al ser humano a hacer conciencia de mantener un ambiente amigable entre el parque automotor y el medio ambiente.

También ha sido un problema el consumo del combustible en los vehículos ya que se ve afectado por el modo de conducción y parámetros de altura, clima y entre otros. Sin embargo, el rendimiento del vehículo se ve muy afectado por las condiciones del tráfico. Las con simulaciones el tráfico y del vehículo en situaciones reales de la carretera pueden reflejar el rendimiento de los vehículos en el mundo semi - real, teniendo en cuenta las condiciones del tráfico (Gao et al., 2020, pp.81-92).

La emisión de contaminantes relacionados con los hidrocarburos depende del tipo de combustible utilizado nafta, gasoil, etc. y del consumo de las manufactureras de los vehículos de mayor circulación (Revella et al., 2006, p.34).

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera ayudaran las pruebas dinámicas IM 240 en el vehículo Chevrolet Aveo Family a mejorar la economía del combustible, y la reducción de emisiones contaminantes en el medio ambiente en la ciudad de Quito?

JUSTIFICACIÓN

Justificación Teórica

En el siguiente proyecto de investigación se realiza una evaluación a cerca de la economía del combustible y factores de emisiones de gases que contaminan el medio ambiente de un vehículo de encendido provocado a través de pruebas dinámicas IM 240 en ciudades de altura. En este caso las respectivas pruebas de laboratorio se realizarán en la ciudad de Quito a una altura sobre los 2810 msnm.

Según datos de la AEADE (2019, p.37), se tiene 132.208 unidades de vehículos vendidos durante el año 2019, en todo el Ecuador. Para realizar las pruebas se utilizó el vehículo más vendido en los últimos 4 años que es el Chevrolet Aveo obteniendo 1.346 unidades vendidas en la ciudad.

El consumo de combustible está asociado a variables como las características del vehículo, carga transportada y carretera por la que se circula, por lo que se considera dentro de la estructura de costos de operación vehicular como una componente variable, representando entre el 20 % y 60 % de estos costos. Para su cuantificación existen métodos directos e indirectos que han permitido la creación de algunos modelos que predicen, con cierto grado de exactitud, el consumo para condiciones particulares de operación de los vehículos, los cuales deben ser adaptados a las condiciones particulares de cada lugar (Posada y González, 2013, pp.17-33).

El sector del transporte es uno de los más grandes emisores de Gases de efecto invernadero (GEI) a pesar de los avances en el campo de la tecnología en los vehículos y las mejoras en la calidad de combustible (Guenter, 2016, pp.31-35). Este sector representó el 25.6 % del consumo mundial de energía en 2015. Se espera que aumente un 1.1 % cada año hasta 2040 (US Energy, 2017; citados en Leguísamo, 2020). Hay dos tipos de medidas políticas para reducir las emisiones y el consumo de combustible; las tecnológicas: desarrolladas por los fabricantes de vehículos, y operativas (Bottiglione et al., 2014, pp.22-35).

En esta ciudad los vehículos son los que más contaminan el aire, el 52 % de emisiones contaminantes en la capital provienen de esa fuente, el parque automotor que en los últimos 10 años ha tenido variaciones anuales que oscilan entre el 5 % y 10 %, lo que ha significado la incorporación entre 15 000 y 35 000 vehículos por año, la tendencia permite estimar que para el año 2030 se tendría un parque de aproximadamente de 1 150 000 vehículos (MDMQ, 2014, pp.65-81).

Según estudios realizados en Bogotá hasta en un 12% para CO, 13% para CO y HC y 24% para NO_x. Esto también representa posibles ahorros en el consumo de combustible de entre 35 y 85 millones de galones por año y beneficios económicos potenciales totales de hasta 1400 millones de dólares por año (Rodríguez et al., 2016, p.53).

Justificación Práctica

Con los resultados obtenidos en pruebas dinámicas IM 240 de la investigación se obtendrá una información más acertada acerca de la economía del consumo del combustible y las emisiones de gases contaminantes del vehículo Chevrolet Aveo Family.

Justificación Metodológica:

Método Bibliográfico

En este tipo de método se va a estudiar y recolectar toda la clase de información acerca de las emisiones contaminantes y la evaluación de la economía del combustible en la ciudad de Quito. Esta investigación se realiza en normas, artículos científicos, libros, etc.

Método Científico

Mediante este método se va a determinar todos los procesos necesarios para llegar al objetivo que se ha planteado, mediante las pruebas dinámicas IM 240 se lograra obtener 3 ciclos de prueba, eso ayudara a analizar tanto el consumo de combustible como las emisiones contaminantes.

Método Estadístico

Para el desarrollo del trabajo estadístico los valores numéricos adquiridos de los ciclos de las pruebas dinámicas, ayudando a representar mediante graficas para una mejor evaluación de los resultados del mismo.

Método Analítico

En este caso se llega a las conclusiones a partir de los resultados obtenidos en las pruebas correspondientes.

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar la economía del consumo de combustible y emisiones del motor de encendido provocado a través de pruebas dinámicas para mostrarse el comportamiento de estas variables y generar una línea base.

Objetivos Específicos

- Obtener referencias bibliográficas referentes a ciclos de conducción y el uso de bancos dinamométricos en el consumo de combustible.
- Obtener el consumo de combustible en condiciones de ciclos de conducción para compararse la proporción en el ciclo dinámico.
- Comparar las pruebas en el banco dinamométrico del vehículo para determinarse en cada una de las concentraciones de contaminantes.
- Analizar los resultados obtenidos en los ciclos de conducción.

HIPÓTESIS

Hipótesis Nula (H_0)

Con los análisis de los resultados de la prueba de conducción IM – 240, el combustible Súper no es menos contaminante que el combustible Extra en ciudades de altura.

Hipótesis Alternativa (H_1)

Con los análisis de los resultados de la prueba de conducción IM – 240, el combustible Súper es menos contaminante que el combustible Extra en ciudades de altura.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Combustible

Se llama combustible a toda sustancia natural o artificial, que se puede presentar en estado sólido, líquido o gaseosa que, combinada con el oxígeno produzca una reacción con desprendimiento de calor (Montero, 2011, p.64).

1.2. Gasolina

La gasolina, también conocida en otros países como nafta o bencina, es una mezcla de hidrocarburos derivada del petróleo. Se utiliza como combustible para diversos motores, entre ellos destacan los de combustión interna, se usa en calefacciones e incluso en lámparas (RENTING FINDERS, 2002, p.11).

1.3. Propiedades de la gasolina

1.3.1. Octanaje

El octanaje se refiere a la medida de la resistencia de la gasolina a ser comprimida en el motor. Esta se mide como el golpeteo o detonación que produce la gasolina comparada con los patrones de referencia conocidos de iso - octano y N-heptano, cuyos números de octano son 100 y cero respectivamente.

1.3.2. Volatilidad

La volatilidad registra de manera indirecta el contenido de los componentes volátiles que brinden la seguridad del producto durante su transporte y almacenamiento. Esta propiedad debe a su vez estar en relación con las características del ambiente de altura, temperatura y humedad, para el diseño del almacenamiento del producto.

1.3.3. Contenido de azufre

Esta propiedad se encuentra altamente relacionada con la cantidad poseída de azufre (S) presente en el producto (Sofian, 2017, p.87).

1.4. La combustión

La combustión es un proceso químico de oxidación rápida que va acompañado de desprendimiento de energía baja en forma de calor y luz. Para que este proceso se dé, es necesario la presencia de un combustible, un comburente y calor. El material que es capaz de arder y se combina con el oxígeno, se conoce como combustible. En las combustiones ordinarias el combustible es una sustancia compuesta, como hidrocarburos (gas de petróleo, gasolina, kerosene, parafina, etc.). El oxígeno, elemento esencial para que se produzca y continúe el proceso de oxidación, se conoce como comburente (Rossana, 2021, pp.54-61).

Es una reacción química de oxidación Ec. (1.1):



El calor producido es lo que mueve al motor.

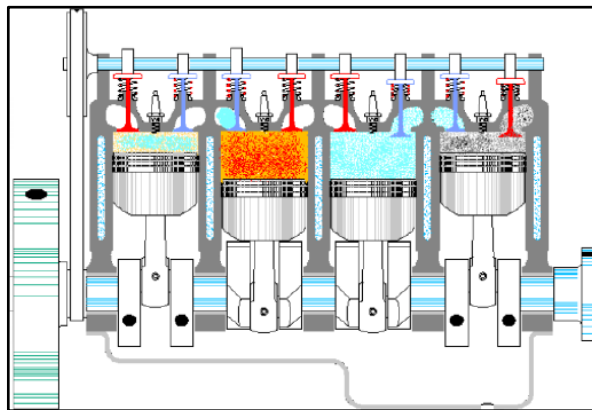


Figura 1-1. Proceso de combustión

Fuente: (Vargas, 2014).

1.4.1. Tipos de combustión

Los tipos de combustión se clasifican de diferente manera:

1.4.1.1. Combustión completa

Se produce cuando el total del combustible reacciona con el oxígeno. En el caso de una combustión completa, los productos de esta combustión son solamente CO_2 , H_2O , O_2 y N_2 . Es decir, no quedan residuos de combustible sin quemar (Metrogas, 2020, p.61).

1.4.1.2. *Combustión incompleta*

Se produce cuando parte del combustible no reacciona completamente. En este caso los productos de la combustión incluyen también hidrocarburos no quemados, como C, H y CO (Metrogas, 2020, p15).

1.4.1.3. *Combustión estequiométrica o teórica*

Es la combustión que se realiza con la cantidad teórica de oxígeno estrictamente necesaria para producir la oxidación total del combustible sin que se produzcan inquemados.

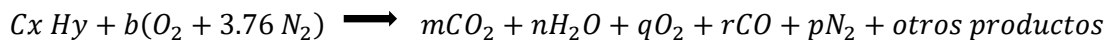
En consecuencia, no se encuentra O₂ en los humos, ya que dicho O₂ se consumió totalmente durante la combustión. Esta combustión se denomina teórica porque en la práctica siempre se producen inquemados, aunque sea en muy pequeña proporción (Metrogas, 2020, p15).

1.4.1.4. *Combustión real*

Es aquella en el que O₂ no oxida totalmente a los elementos del hidrocarburo, luego en los productos pueden existir combustibles como CO o combustible vivo.

Ejemplo: la siguiente es una Ec. (2.1) de combustión incompleta de un Hidrocarburo genérico (Palomares, 2013, p.42).

Ec. (2.1)



Donde:

Hidrocarburo genérico: $CxHy$

Aire atmosférico: $b(O_2 + 3.76 N_2)$

1.4.1.5. *Combustión pobre*

Es la reacción que se produce con una cantidad de aire superior al mínimo necesario. Cuando se utiliza un exceso de aire, la combustión tiende a no producir sustancias combustibles en los gases de reacción y es típica la presencia de oxígeno en los mismos. En otras palabras, existe una menor cantidad de combustible en comparación a la cantidad de aire necesaria para la combustión (Recalde y Revelo, 2015, p.10).

1.4.1.6. Combustión rica

Es la reacción que se produce con cantidad de aire inferior al mínimo necesario. En este tipo de reacción es característica la presencia de sustancias combustibles en los gases de reacción. Aquí existe una mayor cantidad de combustibles en relación al aire necesario para la combustión (Recalde y Revelo, 2015, p.10).

1.5. Relación aire combustible

Es la relación de la mezcla de combustible y aire necesario para la combustión completa de una determinada cantidad de combustible, representada en porcentaje en peso en la siguiente Ec. (3.1).

$$A/C = \frac{kg_{aire}}{kg_{combustible}} \quad \text{Ec. (3.1)}$$

1.6. Combustibles en el Ecuador

1.6.1. La gasolina en el Ecuador

En noviembre de 2011 llegaron al Ecuador las primeras importaciones de gasolina con 95 octanos, según Petroecuador. En las refinerías del país esta nueva gasolina fue mezclada y procesada con la que se tenía anteriormente. Por ello, el índice de octanaje mejoró en las gasolinas extra (de 81 a 87 octanos) y súper (de 90 a 92 octanos). El octanaje determina la calidad y la capacidad de consumo en la gasolina. Una gasolina con mayor grado de octanos mejora la potencia y el rendimiento del motor, además disminuye el consumo de combustible. En el Ecuador la nueva gasolina no deja de ser contaminante porque produce emisiones de azufre. Sin embargo, a diferencia de la gasolina anterior, el porcentaje de emisión de azufre se reduce de 2000 a 600 partes por millón (ppm). Por ello, el Gobierno anunció que se desarrollarán programas con el fin de aumentar la calidad de los combustibles en las refinerías del país. Esta medida permitirá cumplir las normas de calidad EURO 5, vigentes en Europa (EL COMERCIO, 2021, p.12).

1.7. Consumo de Combustible en el Transporte Terrestre en el Ecuador

1.7.1. Evolución histórica del consumo de combustible en el Ecuador

Según el autor Cevallos (2015, p.22), analiza la evolución del parque automotor de Ecuador y encuentra que en el período 2003-2013 éste ha crecido a una tasa del 7,8% anual, que en su mayoría es resultado del aumento de automóviles y jeeps, es decir, de vehículos de uso privado.

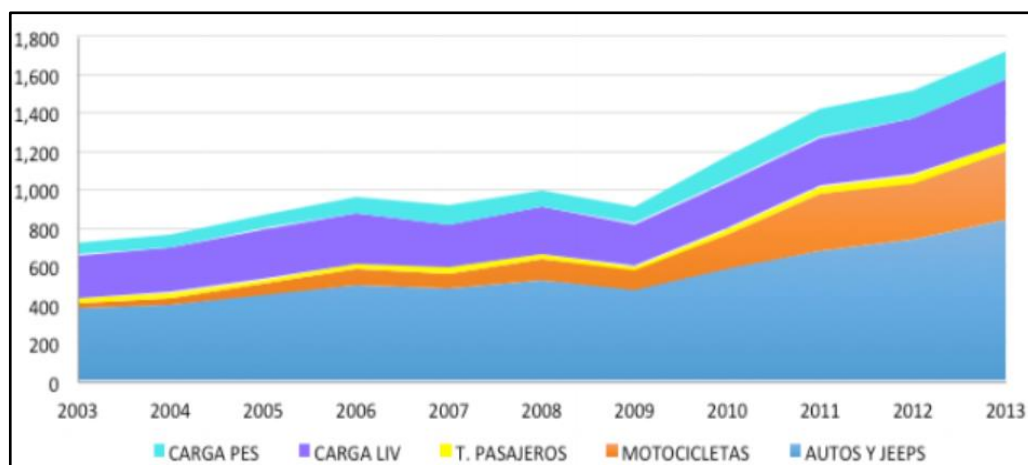


Gráfico 1-1. Evolución histórica del parque automotor en el Ecuador

Fuente: (Cevallos, 2015).

Cevallos ha llevado a cabo por primera vez en el Ecuador un análisis empírico que le ha permitido calcular el consumo de combustible por tipología de vehículo. Para ello, ha utilizado datos reales del odómetro de una muestra de vehículos de la ciudad de Quito gracias a la base de datos de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), que ha utilizado para estimar el combustible mediante coeficientes de uso de energía por kilómetro recorrido. Estos resultados han sido ajustados a los valores macro que para el sector del transporte ofrece el Balance Energético realizado por el Ministerio Coordinador de Sectores estratégicos.

En cuanto a la distribución del consumo, el transporte terrestre representa el 77% del consumo total de combustibles. El transporte de mercancías implicó un 60% del consumo del sector del transporte, mientras que el transporte de pasajeros un 26%. Cevallos analiza la evolución del parque por tipología de vehículo, la evolución del consumo, así como el impacto de los subsidios (un 68% del costo total del combustible del sector transporte) para aventurarse a una serie de recomendaciones de política energética y fiscal que incluyen, entre otras, la eliminación progresiva del subsidio a la gasolina que solo beneficia a la población con más recursos y no tendría efectos inflacionarios (Cevallos, 2015, p.27).

1.7.2. *Propiedades de algunos combustibles*

Tabla 1-1: Propiedades de los combustibles

COMBUSTIBLE	FÓRMULA	DENSIDAD	PODER CALORÍFICO
Gasolina	C8H18	700 Kg/m ³	11.000Kcal/m ³
Diesel	C12H26	850 Kg/m ³	10.100 Kcal/m ³
Gas Natural	90% CH4	Líquido a -160 °C y presión atmosférica	9.200 Kcal/m ³

GLP	60 % C ₄ H ₁₀	Líquido a 20°C y 2.5 bar.	22.244 Kcal/m ³
	40% C ₃ H ₈		6.595 kcal/lt

Fuente: (Metrogas, 2020)

1.7.3. El automóvil y el medio ambiente

La protección del ambiente es uno de los grandes retos actuales y, por ello, los fabricantes de automóviles tratan de construir sus productos de manera que causen una mínima agresión al entorno. En este sentido el desarrollo del catalizador fue un paso importante hacia el vehículo ecológico, reduciendo considerablemente el vertido de los gases tóxicos hacia el ambiente. Normalmente, un vehículo está compuesto de un 65% de metales, 15% de plástico, 5% de goma y el 15% restante de pequeñas cantidades de cristal, madera papel y tejidos. De estos componentes, algunos pueden utilizarse de nuevo de la misma manera, mientras que otros pueden volver a procesarse e incluirse en nuevos productos.

La cantidad de productos de un automóvil moderno que pueden ser reciclados, es una consideración técnica y económica muy importante en la actualidad, de manera que los diseñadores contemplan no solo la fabricación, sino también la destrucción. Es decir, la manera de desmontar y separar los distintos componentes y materiales, para reciclarlos posteriormente, algunos automóviles actuales permiten el reciclado de más de 85% de sus materiales cuando son desguazados (Arroba y Jiménez,2012, p.39).

1.7.4. Origen de los gases de combustión

La energía química contenida en el combustible, cuando es quemada es liberada en forma de calor produciendo trabajo, para que el combustible se queme es necesario que exista oxígeno (aire), y ese porcentaje de aire admitido introducido varía de acuerdo a las necesidades del motor y al tipo de combustible.

Cuando la quema es completa, todo el carbono (C) presente en el combustible, reacciona con el oxígeno formando dióxido de carbono; todo el hidrógeno (H) presente en el combustible, también reacciona con el oxígeno (O₂) formando vapor de agua H₂O; y finalmente todo el hidrógeno (H₂) existente en el aire admitido, no participa en la reacción siendo expedido de la misma manera (Arroba y Jiménez,2012, p.43).

Tabla 2-1: Origen y efecto de los gases contaminantes

CONTAMINANTE	ORIGEN	EFECTOS
CO	Combustión incompleta	Disminuye la absorción del oxígeno por células rojas, afecta la percepción y la capacidad de pensar, disminuye los reflejos y puede causar inconsciencia. Afecta el crecimiento fetal en mujeres embarazadas.
HC	Combustión incompleta o evaporación	Irritación de los ojos, cansancio y tendencia a toser. Puede tener efecto carcinógeno. Percusiones de smog foto químico.
Partículas (hollín)	Combustión incompleta	Puede iniciar enfermedades respiratorias (afectando a niños y ancianos) y provocar cáncer en los pulmones.
NO _x	Altas temperaturas	Irrita los ojos, nariz, garganta y pulmones y puede causar dolores de cabeza.
SO ₂	Contenido de azufre en la gasolina	Irrita las membranas del sistema respiratorio. Daños a la vegetación.

Fuente: (Arroba y Martínez, 2012).

1.7.5. Emisiones de gases de escape

Las emisiones por el tubo de escape son producto de la quema del combustible y comprenden a una serie de contaminantes tales como: el monóxido y bióxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, las partículas, entre otros, los cuales representan una fracción del total de la cantidad de gases de escape como se observa en el Gráfico 2-1.

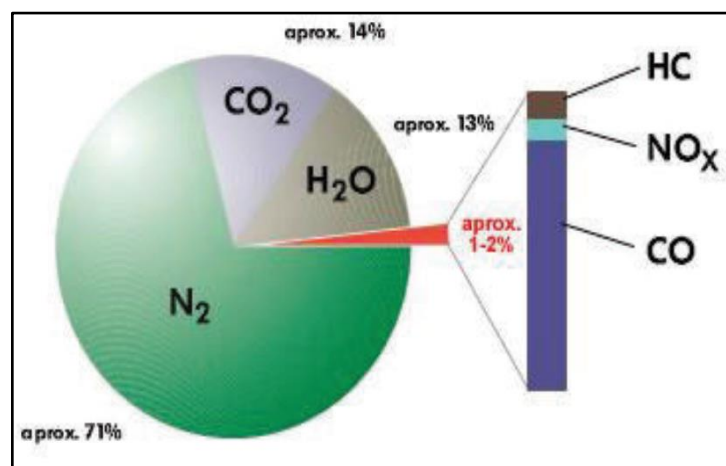


Gráfico 2-1. Composición de los gases de escape

Fuente: (Satorra, 2010).

Entre los gases generados por la combustión, existen otros gases que son dañinos para la salud y otros no, de los cuales se tiene los siguientes:

- Gases inofensivos: N₂, O₂, CO₂, H₂O

- Gases contaminantes: HC , NO_x , CO , SO_2

1.7.5.1. Oxígeno (O_2)

Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es otro componente del aire (21% de oxígeno), el cual es uno de los elementos imprescindibles para la combustión. Como este proceso es incompleto, el oxígeno no se consume completamente y es expulsado a través del sistema de escape (Recalde y Revelo, 2015, p.41).

1.7.5.2. Agua (H_2O)

Es aspirada en parte por el motor (humedad del aire) o se produce con motivo de la combustión fría (fase del calentamiento del motor). Es un subproducto de la combustión y es expulsado por el sistema de escape del vehículo, se lo puede visualizar sobre todo en los días más fríos, como un humo blanco por el escape, o en el caso de condensarse a lo largo del tubo, se produce un goteo. Es un componente inofensivo (Recalde y Revelo, 2015, p.41).

1.7.5.3. Dióxido de carbono (CO_2)

Se produce al ser quemados los combustibles que contienen carbono (por ejemplo, la gasolina). El carbono se combina con esa operación con el oxígeno aspirado y se comporta como un gas incoloro y no combustible. El dióxido de carbono CO_2 a pesar de ser un gas no tóxico, reduce el estrato de la atmósfera terrestre que suele servir de protección de los rayos UV (la tierra se calienta) (Recalde y Revelo, 2015, p.41).

1.7.5.4. Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un producto de la combustión incompleta y ocurre cuando el carbono en el combustible se oxida sólo parcialmente. El monóxido de carbono se adhiere con facilidad a la hemoglobina de la sangre y reduce el flujo de oxígeno en el torrente sanguíneo ocasionando alteraciones en los sistemas nervioso y cardiovascular (INE-SEMARNAT, 2006, p.12). La concentración de carboxihemoglobina en la sangre alcanzara un 50% el cuerpo humano no consigue más asimilar el oxígeno, ocasionando la asfixia y la muerte (Arroba y Jiménez, 2012, p.38). El monóxido de carbono se elimina de la atmósfera por oxidación de los radicales OH transformándose en dióxido de carbono, este hecho hace que la concentración de CO se mantenga constante. Los niveles permitidos en la atmósfera de CO están acordes con los índices de calidad del aire.

1.7.5.5. Óxidos nítricos (NO_x)

Son combinaciones de nitrógeno N_2 y oxígeno O_2 . Los óxidos de nitrógeno se producen al existir una alta presión, alta temperatura y exceso de oxígeno durante la combinación en el motor. El monóxido de nitrógeno (NO), es un gas incoloro, inodoro e insípido. Al combinarse con el oxígeno con el aire, es transformado en dióxido de nitrógeno NO_2 , de color pardo rojizo y de olor moderadamente penetrante, ocasiona en las personas irritación de los ojos e inflamación sistema respiratorio, sensación de cansancio y tos (Recalde y Revelo, 2015, p.43).

1.7.5.6. Dióxido de azufre (SO_2)

El dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso es un gas incoloro, de olor penetrante, no combustible. Si se reduce el contenido de azufre en el combustible es posible disminuir las emisiones de dióxido de azufre. La exposición a este compuesto origina irritación de los ojos, nariz, garganta, los más sensibles son los niños a los que producen tos seca y fiebre que en muchos casos asfixia (Recalde y Revelo, 2015, p.41).

1.7.5.7. Hidrocarburo (HC)

El principal gas de estas características que poluciona la atmósfera es el metano (CH_4) que representa el 85%. Después del metano se observa una concentración importante de etano, n-butano, etileno, tolueno, propano, isopentano, acetileno, n-pentano y benceno, mientras que elementos como el propadieno, cis-2-buteno, cis-2-penteno, trans-2-buteno y metilacetileno, están en concentraciones mucho más reducidas.

Esta clase de partículas está hecha de partículas que no fueron parte de la combustión o lo fueron de forma parcial, y es el mayor contribuyente a lo que se le conoce como smog de las ciudades, así como es reconocido que es altamente tóxico para la salud humana, provocando un olor desagradable irritación a los ojos. La principal molestia de estas reacciones químicas es que son nocivas a las plantas. El hidrocarburo es un gas pobre en oxígeno y por eso, cuanto mayor sea la relación aire combustible menor será el porcentaje expelido en los gases de combustión (Arroba y Jiménez, 2012, p.39).

1.7.5.8. Oxígeno de nitrógeno

La alta temperatura y presión en cilindro, que se producen durante la combustión pueden causar que el nitrógeno reaccione con el oxígeno para formar óxidos de nitrógeno (NO_x). Aunque se

producen varios subproductos de la mezcla de oxígeno y nitrógeno, el óxido nítrico (NO) constituye la mayor parte, alrededor del 98% de las emisiones de NOx producidas por el motor. En términos generales, la mayor cantidad de NOx se produce durante condiciones de carga alta cuando la presión de combustión y las temperaturas son mayores. Sin embargo, pequeñas cantidades de NOx también se pueden producir a velocidad de crucero, con carga ligera y a bajos niveles de aceleración. Las causas más comunes del exceso de NOx incluyen un funcionamiento defectuoso del sistema EGR (Recirculación de Gases de Escape), mezcla pobre de aire / combustible, alta temperatura del aire de entrada, motor sobrecalentado y excesivo avance del encendido, entre otras (E-Auto, 2021, p.7).

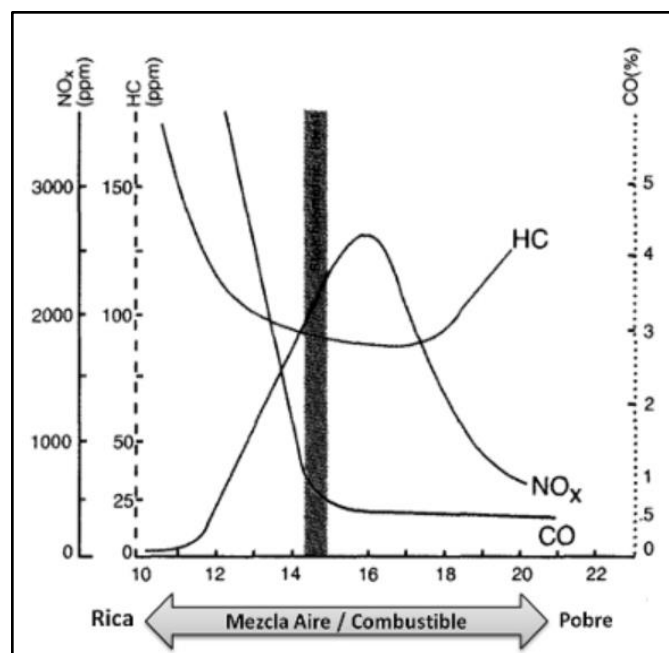


Gráfico 3-1. Efectos de la mezcla Aire / Combustible en emisiones de NOx

Fuente: (E-Auto, 2021).

1.8. Emisiones contaminantes con pruebas IM – 240

Una de las principales fuentes de contaminantes atmosférico son las fuentes móviles (vehículos a gasolina y a diésel), lo cual ha motivado que a nivel mundial se establezcan normas que regulan el nivel de contaminación vehicular según su año de fabricación, sistema de alimentación y tipo de combustible. La contaminación aérea por material particulado afecta negativamente la calidad del aire y la salud de las personas (Rojano et al., 2016; citados en Llanes et al., 2018).

El análisis de los factores de emisión vehicular de CO, NOx y HC, se establecieron en experimentos dinamométricos siguiendo ciclos de conducción estándar; los mismos que permiten examinar factores de emisión en varias situaciones experimentales como son pruebas estáticas o en ruta (Rocha et al., 2018, p12). Con los valores determinados en la prueba IM 240 que proporciona

el software genera los resultados de una manera gráfica en la cual es más fácil identificar en qué momento cada uno de los contaminantes presenta la mayor concentración (Rocha et al., 2018, p15). La calidad de combustible tiene incidencia en las emisiones contaminantes gaseosas vehiculares, otros factores críticos también maximizan esta realidad como la movilidad, el estado de las vías, la edad del parque automotor y la tecnología del vehículo. Otro elemento en relación, es cuando menor es la relación de compresión de un motor, menor es el número de octanos requerido, por ello, la reducción de emisiones gaseosas, se obtiene al combinar el menor contenido de azufre (30 ppm) y un elevado número de octanos (90-100) (Rocha et al., 2018; citados en Antamba et al., 2016).

Según Caiza y Portilla (2010, p.15), el HC aumenta con la altitud en mayor medida que los CO y NOx, por lo tanto, una gasolina de mayor calidad y mejor tecnología de inyección de combustible, reducirían la tendencia de aumento, en este estudio, en las gasolinas de 92 octanos la variación de emisiones de HC es inferior al 1%, entre ellas (Antamba et al., 2016, p.12).

1.8.1. Economía del consumo del combustible

El uso del combustible súper de 92 octanos por los vehículos livianos, ha sufrido una reducción importante en su disposición final en los últimos años. La demanda de este combustible es marginal. En base a estos antecedentes la gasolina súper está en continuo decrecimiento en su consumo, los costos por galón y la mejora de octanaje del combustible extra promovió a que el cliente final decida por un combustible de menor precio, sin tomar en cuenta detalles importantes como el rendimiento y emisiones ambientales según el tipo de cilindrada del motor que tenga el vehículo a utilizarse. En los estudios de investigación sobre combustibles para motores de encendido por chispa, el objetivo es mejorar las propiedades, disminuir el consumo de combustible del motor, aumentar la potencia del motor y disminuir las emisiones de escape no deseadas (Benítez, 2020, p.7).

Según Morquecho (2018, p.67), los vehículos de alta gama necesitan un combustible de mejor calidad y al momento de cambiar por un combustible de un octanaje menor, el vehículo tendrá problemas y empezará a cascabelear, lo que no sucede con los vehículos de gama media que pueden cambiar sin problema, aunque la potencia se verá afectada como la vida útil de ciertos componentes del motor.

Según los autores Ávila y Ayala (2013, p.57), para una misma muestra de las dos categorías de vehículos, alto y bajo cilindraje, tiene mayor impacto económico en el consumo de combustible aquellos vehículos de alto cilindraje, por lo que es más conveniente para su funcionamiento consumir gasolina de 87 octanos, mientras que en los vehículos de bajo cilindraje, al tener menor

consumo de combustible el impacto económico también disminuye, por lo que en este caso se recomienda usar combustible de 92 octanos.

1.9. Factores que inciden en el consumo de combustible

Según los autores (McIlroy y Stanton, 2017; citados en Leguísamo et al., 2018) señalan que los diferentes fabricantes de vehículos han determinado que también hay otra solución para reducir las emisiones y consumo de combustible en los vehículos, que consiste en la forma de conducción del auto. El comportamiento del conductor influye de forma importante en el consumo de combustible, la suavización de la conducción, la velocidad, el uso del aire acondicionado o la elección de la ruta; que son variables que afectan tanto al consumo como a la seguridad. De esta manera parece Eco – driving el cual se basa en la optimización de las variables que controla el conductor como el acelerador, el freno la marcha o el sistema de aire acondicionado para ahorrar combustible y reducir las emisiones contaminantes de cualquier vehículo a diésel o gasolina, de cualquier cilindraje, y cualquier tecnología (Llanes et al., 2018, p.36).

El estudio realizado por Mierlo Van et al. (2004, p.55), analizaron la influencia del estilo de conducción y del tráfico en la emisión de gases contaminantes y el consumo de combustible. Sus conclusiones fueron que, aplicando los consejos eco – driving, se puede ahorrar entre un 5 % y un 25 % de combustible. La Comisión para el Transporte Integrado en Reino Unido realizó un estudio sobre el impacto de las técnicas de conducción eficiente en el consumo de combustible. Los resultados mostraron un ahorro del 7% de combustible y además se determinó que esta técnica se puede reducir el mantenimiento correctivo de un automotor (Transport and Climate Change, 2007; citados en Leguísamo et al., 2018).

1.10. Emisiones de gases contaminantes

1.10.1. Norma

La norma es un conjunto de reglas que tiene el propósito de regular el comportamiento de un orden predeterminado. A continuación, se presenta en el Gráfico 4-1, la evolución de normativa de anticontaminantes en los vehículos.

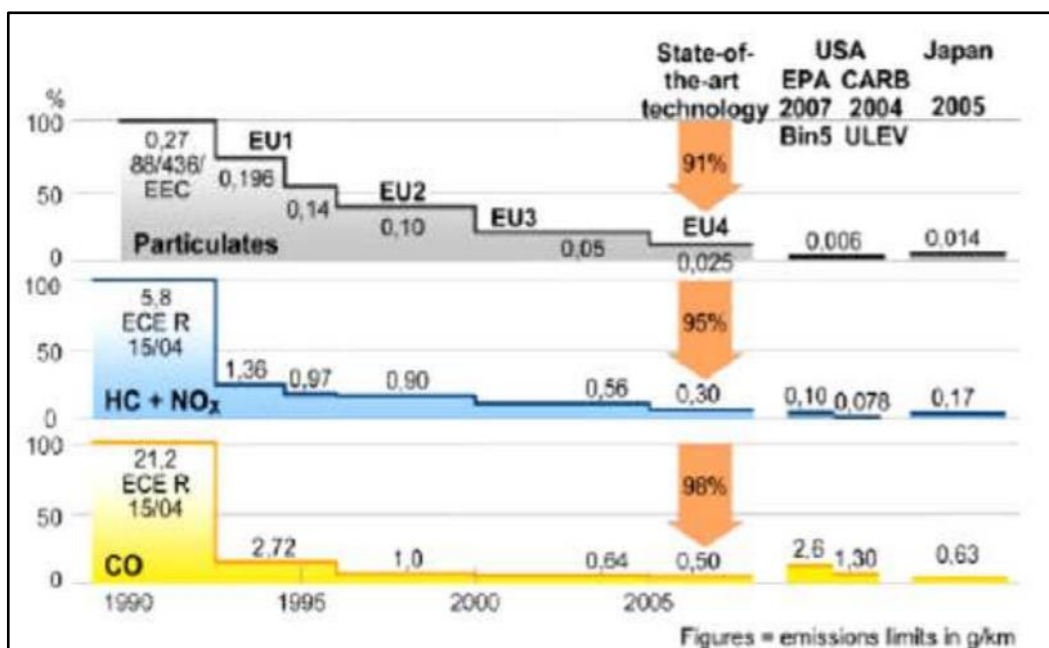


Gráfico 4-1. Evolución temporal de las normativas anticontaminación

Fuente: (Guevara Hidalgo, 2010).

1.10.2. Normativas europeas euro para la reducción de emisiones vehiculares

Las normas de emisión EURO son un programa de medidas reglamentarias creadas por la comisión Europea y aprobadas por el parlamento Europeo por el que se establecen requisitos técnicos para la homologación de vehículos de motor en el campo de las emisiones vehiculares, creadas para evitar que difieran de un estado a otro, aplicables a países miembros de la Unión Europea, y sirven para determinar los límites máximos autorizados de emisiones contaminantes para vehículos móviles (Guevara, 2010, pp.12-34).

Estas normas son aplicables a los vehículos nuevos que se comercializan en la Unión Europea, y con el paso de los años van implementándose nuevos parámetros que cada vez restringen más los niveles permitidos de emisiones para estos vehículos. Son aplicables además a los vehículos que se encuentran ya en circulación. Los gases de escape que regulan estas normas son:

- Óxidos de nitrógeno (NO_x).
- Monóxido de carbono CO.
- Hidrocarburos no combustionados HC.
- Material particulado.

Las normas EURO han sido establecidas según la fecha de puesta en servicio del vehículo se las clasifica de acuerdo a la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Puesta en servicio de la norma EURO

NORMA EURO	AÑO DE PUESTA EN SERVICIO
0	Después de 1988
I	Después de 1993
II	Después de 1996
III	Después de 2000
IV	Después de 2005
V	Después de septiembre de 2009 para la recepción y enero de 2011 para la matriculación de vehículos.
VI	Después de septiembre de 2014 para la recepción a septiembre de 2015 para la matriculación de vehículo.

Fuente: (Guevara Hidalgo, 2010).

En Europa se han venido aplicando varias normas de emisiones, desde la EURO 0, hasta la EURO V, la misma que entró en vigencia en el año 2008 (Guevara, 2010, p.39).

En el Gráfico 5-1, se muestran los límites de las normativas anticontaminación europea de los vehículos livianos, se puede observar datos que ayuda a visualizar los diferentes rangos de medición en cada etapa. Y en el Gráfico 6-1, se observa los límites de las normativas de anticontaminación europea de vehículos pesados.

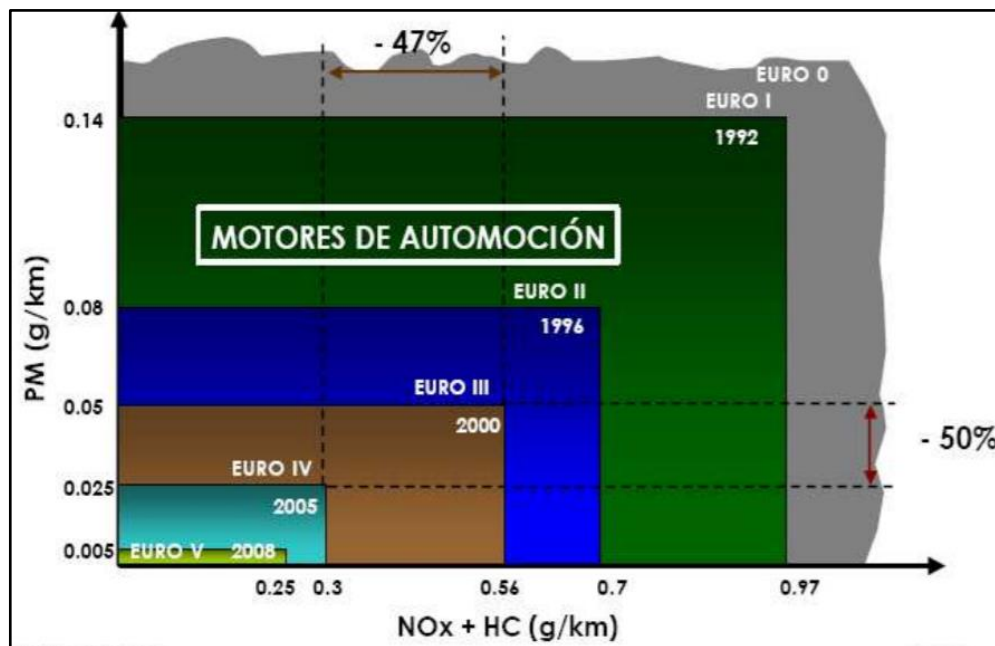


Gráfico 5-1. Límites de las normativas anticontaminación europea para vehículos livianos

Fuente: (Guevara Hidalgo, 2010)

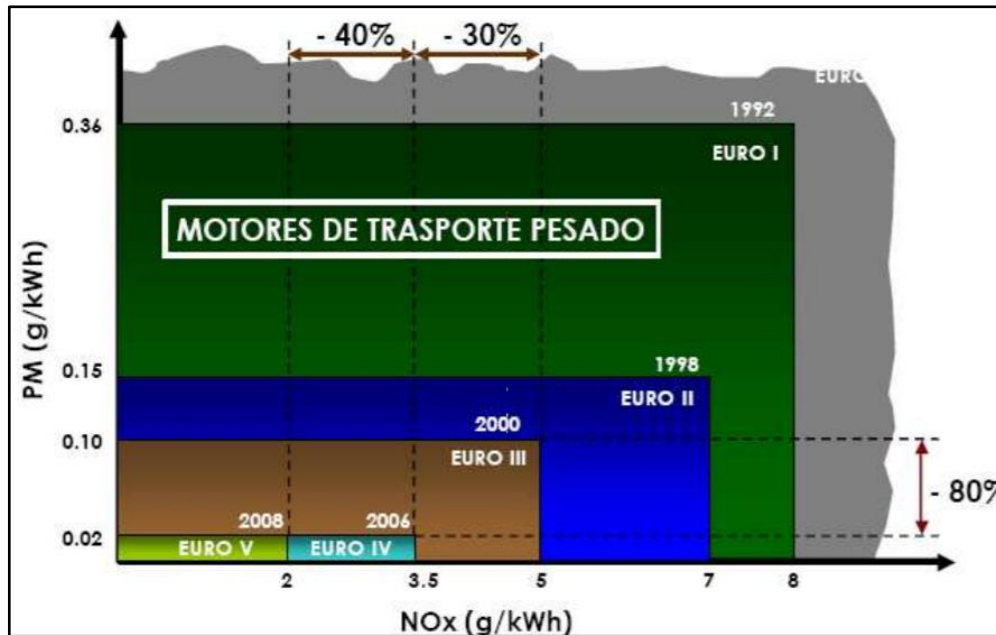


Gráfico 6-1. Límites de las normativas anticontaminación europea para vehículos pesados

Fuente: (Guevara Hidalgo, 2010)

1.10.3. Límites de emisiones para las normas EURO

Cada dato tiene un rango de medida máximo de gases emitidos en el vehículo que se describen a continuación en las siguientes tablas. Hoy en día, en Ecuador circulan vehículos con norma Euro 1, Euro 2 y Euro 3, pero se desconoce la cifra de automotores encasillados en cada norma (Lider, 2016, p.87).

En la Tabla 4-1, muestra datos que contienen un rango máximo de medida de gases de escape, para este caso se tiene para vehículos menores o iguales a 1305 kg. También se observa que en la Tabla 5-1 son para vehículos desde 1305 a 1760 kg que tienen valores más elevados en los gases de escape, ya que en esta categoría se encuentran vehículos más pesados como camiones y camionetas. En la Tabla 1-6 se tiene los vehículos más pesados que van desde 1760 a 3500 kg por ende son vehículos más a diésel que tienen valores más elevados de gases contaminantes, y por último se tiene los vehículos que pesan en la categoría de 3500 kg hasta 12000 kg y en la categoría que pesan de 12000 kg en adelante, estos valores máximos de gases de escape que son permisibles se muestran en la Tabla 7-1.

Tabla 4-1: Normas europeas de emisiones para vehículos ligeros ≤ a 1305 kg

TIPO	FECHA	CO	HC	HC + NOx	NOx	PM
		GASOLINA				
EURO I	Octubre de 1994	2.72	-	0.97	-	-
EURO II	Enero de 1998	2.2	-	0.5	-	-
EURO III	Enero de 2000	2.30	0.20	-	0.15	-
EURO IV	Enero de 2005	1.0	0.10	-	0.08	-
EURO V	Septiembre de 2010	1.0	0.075	-	0.06	0.005

Fuente: (Guevara Hidalgo, 2010).

Tabla 5-1: Normas europeas de emisiones para vehículos entre 1305 kg – 1760kg

TIPO	FECHA	CO	HC	HC + NOx	NOx	PM
		GASOLINA				
EURO I	Octubre de 1994	5.17	-	1.4	-	-
EURO II	Enero de 1998	4.0	-	0.65	-	-
EURO III	Enero de 2001	4.17	0.25	-	0.18	-
EURO IV	Enero de 2006	1.81	0.13	-	0.10	-
EURO V	Septiembre de 2010	1.81	0.13	-	0.075	0.005

Fuente: (Guevara Hidalgo, 2010).

Tabla 6-1: Normas europeas de emisiones para vehículos entre 1760 kg – 3500kg

TIPO	FECHA	CO	HC	HC + NOx	NOx	PM
		GASOLINA				
EURO I	Octubre de 1994	6.9	-	1.7	-	-
EURO II	Enero de 1998	5.0	-	0.8	-	-
EURO III	Enero de 2001	5.22	0.29	-	0.21	-
EURO IV	Enero de 2006	2.27	0.16	-	0.11	-
EURO V	Septiembre de 2010	2.27	0.16	-	0.082	0.005

Fuente: (Guevara Hidalgo, 2010).

Tabla 7-1: Normas para vehículos N₂ y N₃

TIPO	FECHA	CO (g/kWh)	NOx (g/kWh)	HC (g/kWh)	PM (g/kWh)
EURO 0	1988 - 1992	12.30	15.8	2.60	-
EURO I	1992 – 1995	4.90	9.00	1.23	0.40
EURO II	1995 - 1999	4.00	7.00	1.10	0.15
EURO III	1999 – 2005	2.10	5.00	0.66	0.10
EURO IV	2005 - 2008	1.50	3.50	0.46	0.02
EURO V	2008 - 2012	1.50	2.00	0.46	0.02

Fuente: (Guevara Hidalgo, 2010).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Investigación Documental

En este tipo de investigación se puede encontrar varias fuentes que ayudan a elaborar este trabajo investigativo, como son tesis de pre grado, artículos científicos, revistas entre otros que permiten construir una base o fundamento teórico sobre la economía del consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes de un motor de encendido provocado en relación de pruebas dinámicas IM240 en ciudades de altura.

2.1.1. Descriptiva

Se considera el método descriptivo dado que los resultados son enfocados a señalar e interpretar los resultados obtenidos a través de las pruebas dinámicas, con diferentes ciclos de prueba para mayor factibilidad de adquisición de datos.

2.1.2. Cuantitativa

Para la recolección de datos de esta investigación, así como la interpretación de los resultados de los análisis obtenidos, se emplean variables cuantificables, se espera presentar en valores que permita observar y ser representativo de algunos objetivos planteados.

2.1.3. Vehículo utilizado para la adquisición de datos

Para la adquisición de datos de las concentraciones y el consumo de combustible se considera el vehículo más representativo de los últimos 4 años siendo la Familia Chevrolet Aveo el más vendidos en el parque automotor del distrito Metropolitano de Quito.

A continuación, se muestran algunos datos de los vehículos más vendidos que se muestran en porcentaje a partir del año 2017 hasta el año 2020.

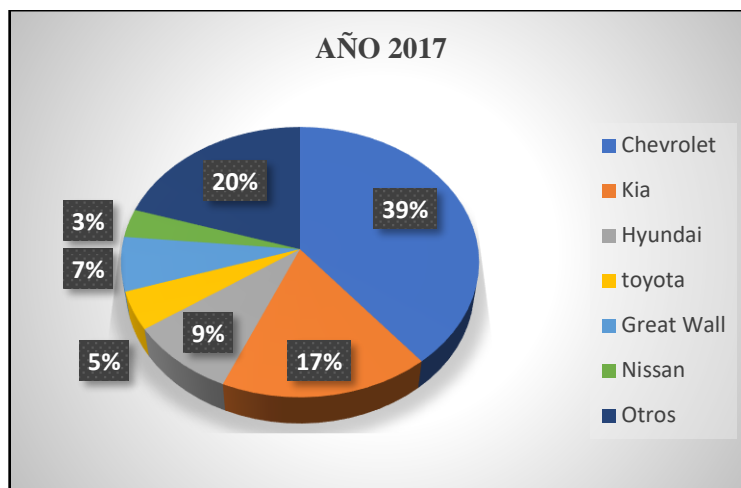


Gráfico 1-2. Porcentajes de ventas del año 2017 por marcas más representativas

Fuente: (AEADE, 2020).

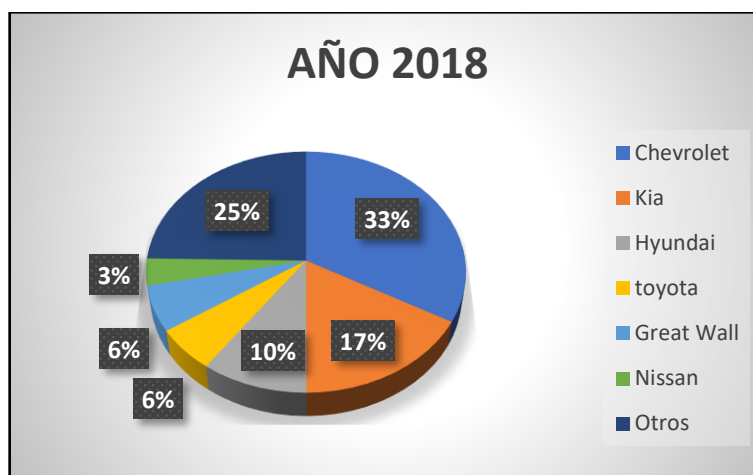


Gráfico 2-2. Porcentajes de ventas del año 2018 por marcas más representativas

Fuente: (AEADE, 2020).

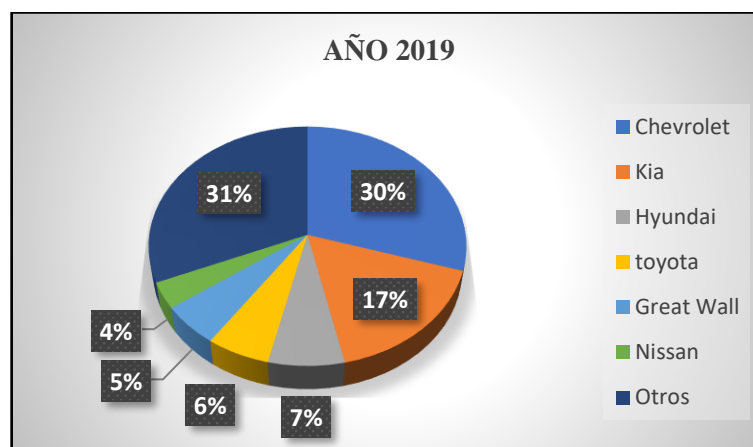


Gráfico 3-2. Porcentajes de ventas del año 2019 por marcas más representativas

Fuente: (AEADE, 2020).

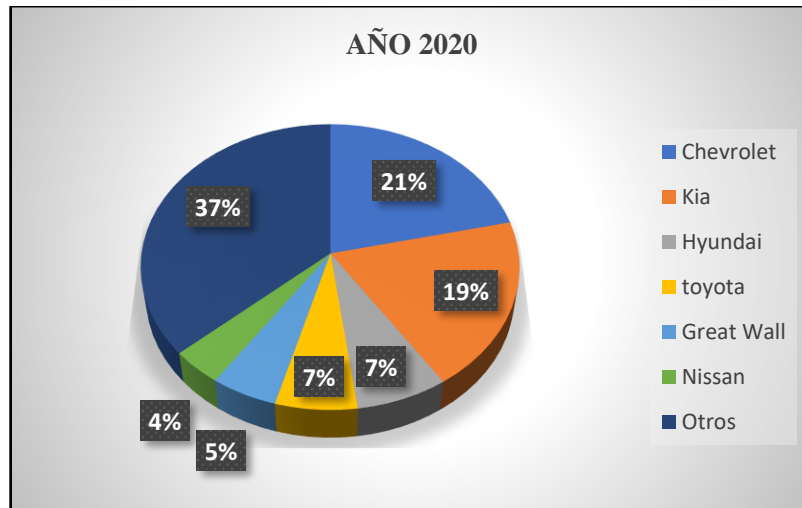


Gráfico 4-2. Porcentajes de ventas del año 2020 por marcas más representativas

Fuente: (AEADE, 2020).

Según la base de datos de la AEADE (2020, p.25), se puede observar en la gráfico 1-2, con un porcentaje de 39% en la marca Chevrolet, en la gráfico 2-2, tiene un porcentaje de 33% en la marca Chevrolet, también en la gráfico 3-2, se tiene un porcentaje de 30% y en la gráfico 4-2, se cuenta con un porcentaje de 21% en la marca Chevrolet. Se puede observar en la Tabla 1-2 las características básicas del vehículo representativo. En este vehículo se realizarán las pruebas correspondientes del ciclo IM 240.

Tabla 1-2: Características del vehículo

Modelo del vehículo	Transmisión	Kilometraje	Cilindrada	Potencia kw@rpm	Torque Nm@rpm
Chevrolet Aveo Family	Manual	168169	1.5	83 @ 5.600	128 @ 3.000

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

2.1.4. Zona de análisis

El lugar donde se realiza las pruebas dinámicas es en la Escuela Politécnica Nacional de la ciudad de Quito la capital del Ecuador que está situada a una altura de 2.850 m sobre el nivel del mar y posee una población alrededor de 2,011 millones de habitantes.

2.1.5. Consumo de combustible

2.1.5.1. El consumo de combustible de los motores de combustión interna está determinado por diferentes factores

- Diseño y construcción.
- Explotación.
- Mantenimiento y reparación.

2.1.5.2. Diseño y construcción tienen influencia en el consumo de combustible

- Tecnología de la construcción y los materiales empleados.
- Número de cilindros y su distribución.
- Cámara de combustión, su diseño y régimen térmico, la relación de compresión de acuerdo al tipo de combustible.
- Sistema de suministro de combustible y aire.
- Diseño de los mecanismos de distribución esto es el suministro de aire y combustible y evacuación de los gases residuales.
- Los mecanismos y el sistema de movimiento de la distribución, así como la forma de apertura de las válvulas.
- Sistema de lubricación y de enfriamiento incluyendo el gasto de la bomba de agua o la turbina de enfriamiento.
- Masa (peso) de los componentes.
- Balance dinámico del cigüeñal en función de las fuerzas inerciales y del diseño del motor (número de cilindros, etc.).
- Utilización de turbo-cargadores y enfriamiento del aire.
- Capacidad del alternador.
- Masa del motor.
- Tipo de transmisión.
- Sistema de rodaje.
- Prestaciones (aire acondicionado, dirección y frenos asistidos, etc.).

2.1.5.3. Los factores que tienen incidencia en la explotación

- Régimen térmico del trabajo del motor.
- Calibración, ajuste y regulación de los mecanismos, así como su estado técnico.
- Condiciones de explotación referidas a temperatura ambiente, humedad relativa y altitud (presión atmosférica).

- Estado técnico de agregados, el alternador, radiador, bomba de agua y de aceite, batería, sistemas auxiliares, compresores, turbos cargadores, y sistemas de enfriamientos del aire.
- Silenciosos y catalizadores, filtro de aceite y depuradores de aire.
- Sistemas computarizados de inyección de combustible y operación.

2.1.5.4. Mantenimiento y reparación

- Estado técnico de los filtros de depuración (aire, aceite, combustible, y catalizadores).
- Estado técnico de la transmisión, rodamiento y frenos.
- Estado técnico de los componentes del sistema de alimentación y evacuación de gases.
- Estado técnico del conjunto pistón, biela, manivela.
- Estado técnico del sistema eléctrico y la batería.

2.1.5.5. Calibración de los mecanismos de distribución, bombas, inyectores, etc.:

- Tipos de aceite y combustibles utilizados.
- Régimen de explotación y su correspondencia con los parámetros de diseños.
- Estado técnico del termostato y su correspondencia con el régimen de trabajo del motor y las condiciones.

Según Vsórov, et al. (2005, p.78), señala que todos estos factores relacionados con la explotación, mantenimiento y reparación pueden ser medidos y evaluados en correspondencia con los valores o índices dados por el fabricante, determinando las pérdidas de potencia y por ende el exceso de combustible utilizado en los diferentes procesos (Rodríguez et al., 2021, p.43). Las investigaciones realizadas y los resultados de pruebas de explotación, así como los datos obtenidos de ciclos completos de vida útil de motores de tractores, automóviles, camiones y estacionarios, brindan los siguientes resultados.

2.1.5.6. Diseño y construcción

Los motores Diesel para tractores se pueden clasificar de la forma siguiente:

- Por el sistema de enfriamiento.
- Por el número de cilindros y su disposición.
- Por el recorrido del émbolo y el diámetro del cilindro (su relación).
- Por la cilindrada o potencia entregada.
- Por el campo de utilización.

No obstante, lo anteriormente expuesto, sirve solo para la valoración de determinadas características, generalmente los motores de tractores se clasifican por su potencia y régimen de trabajo en correspondencia con su aplicación. La tendencia mundial está dirigida a la fabricación de motores Diesel de 4 cilindros en líneas V6 y V8 con ángulos de 60 y 90 grados y de mayores potencias V12 con un ángulo de 60 grados para tractores, camiones y ómnibus y de gasolina de 4 cilindros en línea, de 6 y de 8 en V con ángulos de 60 y 90 grados para automóviles y camiones (Rodríguez, 2021, p.61).

La gran mayoría de estos motores se fabrican con mecanismos de distribución por correas plásticas; árbol de levas que actúa mediante un taco hidráulico o mecánico directamente sobre las válvulas (árbol de leva en la tapa de los cilindros hasta cuatro válvulas por pistón, inyección directa para los motores Diesel–inyección del combustible en motores de gasolina, inyección electrónica tensiones de 25 kV. Pistones de aleaciones de aluminio más ligeros y de menor fricción; aros de compresión, aceite y barrido de aleaciones para menor fricción y solo tres aros por pistón; bloques y piezas del motor más ligeros y de fundiciones o forjados en aluminio especiales–camisas intercambiables; filtros de aire y aceites desechables de alta eficiencia y largo período de reemplazo, todo esto en función de más eficiencia y economía de combustible. Referente a la explotación, mantenimiento y reparación debe tenerse en cuenta la selección de las fuentes energéticas en correspondencia con las necesidades, analizando y evaluando sus características técnicas (índice o parámetros, curvas características); se debe utilizar las posibilidades que brinda el motor de turbina de riego, generador, tractor, camión, ómnibus o automóvil en los regímenes de máxima potencia con el menor consumo, teniendo en cuenta la reserva de potencia sobre todos aquellos equipos que más la necesitan, como es el caso de los tractores en la agricultura. Es necesario destacar que en la construcción y diseño de los motores de combustión interna se tienen en cuenta factores referidos a su utilización posterior por lo cual a la hora de su selección y explotación deben evaluarse estos parámetros e índices para su correspondencia con el régimen de trabajo a que será sometido y de esta forma lograr una mayor eficiencia energética (Rodríguez, 2021, pp.65-72).

En la actualidad los motores que pudieran denominarse de tercera generación utilizan sistemas electrónicos controlados por una computadora que tienen en cuenta múltiples parámetros de explotación como son: temperaturas del aire o de la mezcla, composición de los gases de salida de la combustión antes y después de los catalizadores de los tubos de escape. Todo ello permite un aprovechamiento mayor del valor energético del combustible y por tanto un consumo menor. Estas nuevas tecnologías requieren de una instrumentación e informática aún no existente en las condiciones de la producción en la gran mayoría de los países y casi nula en el campo de la producción agrícola (Rodríguez, 2021, p.82).

2.1.6. Características de los combustibles

La gasolina es un combustible de origen fósil cuya composición va desde hidrocarburos con carbonos C5 hasta C11, es usada para generar la energía requerida en la transportación vehicular que emplean motores de ignición por chispa de combustión.

En las instalaciones de la Refinería Esmeraldas se produce gasolina extra y gasolina súper cumpliendo la norma de calidad NTE INEN 935:2015 (Anexo A) con excepción del octanaje debido a la Resolución No 15 386 Modificatoria 1 (2015-11-23) (Anexo B) en la cual se indica que el octanaje se reduce de 87 RON a 85 RON en la gasolina extra y 92 RON a 90 RON para la gasolina súper (Aguirre y Vaca, 2017, p.47).

2.1.6.1. Gasolina Extra

Esta gasolina ha sido diseñada para ser utilizada en motores de combustión interna de encendido por chispa y de compresión moderada, debido que a mayor compresión en el pistón se eleva la temperatura de la mezcla carburante y se produce el rompimiento de moléculas de los hidrocarburos parafínicos lineales, de esta manera dan origen a la aparición de radicales libres que producen el fenómeno de la detonancia, en base a este resultado se establece el índice de antidetonancia (Yepez, 2013, p.12).

En la Refinería de Esmeraldas cuya composición aproximada de naftas es: 22% alto octano 93 RON (NAO), 21% tratada 92 RON (NT), 15% reformada 70-92 RON (NR), 15% pesada 54 RON (NP), 8% liviana 73 RON y 22% otras gasolinas, dando como producto final la gasolina de 87 octanos (EP PETROECUADOR, 2019, p.14). A través de estos valores investigados estos combustibles son los más comercializados en las diferentes estaciones de servicio en el Ecuador. Según EP PETROECUADOR, (2021, p.17), los precios actualizados (información del 11 de Marzo del 2021) de los combustible de acuerdo al decreto ejecutivo No. 1222 se muestran en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Precios de combustibles en el sector automotriz

PRODUCTO	Unidad de medida	PRECIO EN TERMINAL (Incluye el 12% del I.V.A.) Expresado en US\$
SECTOR AUTOMOTRIZ		
GASOLINA EXTRA AUTOMOTRIZ	Galones	\$ 2.55
GASOLINA EXTRA CON ETANOL AUTOMOTRIZ	Galones	\$ 2.55
DIESEL 2 / DIESEL PREMIUM (AUTOMOTRIZ)	Galones	\$ 1.90
GASOLINA SUPER AUTOMOTRIZ	Galones	\$ 3.30

Fuente: (EP PETROECUADOR, 2021).

A continuación, en la Tabla 3-2 se muestran las propiedades químicas de los combustibles y la destilación de los mismos, en este caso de los combustibles Extra y el Super. Los cuales son los combustibles que se va a utilizar en las pruebas de consumo y de las emisiones contaminantes en esta investigación.

2.1.6.2. Gasolina Súper

Es utilizada en vehículos cuyos motores tienen una relación de compresión alta, los hidrocarburos, especialmente izoparafínicos y aromáticos presentes en este tipo de gasolina, resisten altas presiones y temperaturas sin llegar al rompimiento de moléculas.

Al eliminarse el tetraetilo de plomo en la formulación de las gasolinas, la industria petrolera recurrió a la utilización de compuestos oxigenados y de hidrocarburos aromáticos. Estos productos presentan el problema que ante una combustión incompleta su evacuación a la atmósfera, a través del tubo de escape del vehículo, provoca una contaminación igual o peor que la ocasionada por el tetraetilo de plomo, de ahí que se hiciera necesaria la utilización de los convertidores catalíticos en los vehículos que utilizan este tipo de combustible (Yepez, 2013, p.68).

Tabla 3-2: Propiedades de los combustibles

Característica	EXTRA	SUPER	Unidad
Octanos (RON)	87	92	–
Contenido de Azufre	0,065	0,065	%
Contenido de Aromáticos	30	35	–
Contenido de Benceno	1	2	%
Contenido de Olefinas	18	25	%
Contenido de Plomo	No detectable	No detectable	mg/L
Contenido de Manganeso	No detectable	No detectable	mg/L
Contenido de Hierro	No detectable	No detectable	mg/L
Destilación 10%	70	70	°C
Destilación 50%	121	121	°C
Destilación 90%	189	190	°C

Fuente: (INEN, 2016).

En la Tabla 4-2, se encuentra el octanaje y la densidad de cada combustible que será necesario para el análisis de datos, con estos datos encontrados se puede tener más claro los valores del octanaje del combustible Extra y el Súper.

Tabla 4-2: Densidad de los combustibles

Propiedad Combustible	NTE INEM: 935:2012	EXTRA	SUPER
Número de octanos	87 min	88,3	92
Densidad (kg/m ³)	–	748	750 - 775

Fuente: (Gonzales, 2015).

A continuación en la Tabla 5-2 se observan datos reglamentarios que debe de tener el combustible para un mejor funcionamiento de motores de encendido provocado según el reglamento por la noma INEN, 2016. Logrando tener en claro cuáles son los límites que deben regir en estos dos tipos de combustible.

Tabla 5-2: Datos del control de combustible

Propiedades del combustible	Norma	Gasolina 87 Octanos	Gasolina 92 Octanos	Norma INEN:935
Número de Octanos	ASTM D2699	88,3	92	87 min
Curva de destilación	ASTM D88	–	–	–
T10-10% evap. °C		50	54	70 máx.
T10-50% evap. °C		99	105	77-121
T10-90% evap. °C		163	168	189 máx.
Residuos %		98,5	98,8	98 min.
Presión vapor Reid, Kpa	ASTM D4953	58,6	62	60 máx.
Corrosión a la lámina de cobre (3h at 50°C)	ASTM D130	1	1	1
Contenido de azufre (ppm)	ASTM D7220	169	–	650 máx.
Contenido de gomas (mg/cm ³)	ASTM D381	1	1	3 máx.

Fuente: (Rocha-Hoyos et al., 2018).

2.2. Condiciones atmosféricas en la ciudad de Quito

Para esta investigación se realizó las pruebas del vehículo Chevrolet Aveo Family en la ciudad de Quito. Estos datos mencionados en la Tabla 6-2, se toman en cuenta para un mejor análisis de las pruebas de emisiones y consumo, ya que el motor debe trabajar en estas condiciones climáticas donde se tiene una altura de 2850 msnm.

Tabla 6-2: Condiciones atmosféricas de la ciudad de Quito

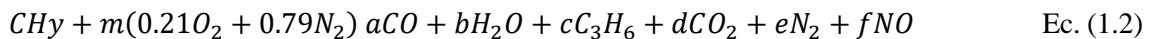
Ciudad	Condición atmosférica				
	Presión atm.	Temperatura	Humedad	Altura	Viento
Quito	72852 Pa	15 °C	60 %	2850 msnm	16 km/h

Fuente: (Rocha et al., 2018).

2.3. Estimación de factores de emisión

Se establece como base el modelo simplificado de la combustión con el cual se determina las variables dependientes e independientes del experimento. Los valores que se determinan experimentalmente son las concentraciones de volumen expresadas en (%) de NO, HC, CO y CO₂ y el consumo de combustible, para el cálculo de los factores de emisión en gramos por kilómetro (g/km).

El análisis dinámico del comportamiento de los gases de escape en los vehículos se expresa en la ecuación las variables a, b, c, d, e, f y m corresponden a coeficientes estequiométricos desconocidos y determinados por mol de combustible consumido. Se desarrolla un balance de masa respecto a la cantidad de carbono, debido a que como fruto de la combustión se obtiene CO₂, CO y HC presente en el combustible. El balance de masa para el carbono se puede escribir como la Ec. (1.2) (Frey y Eichenberger, 1997; citados en Leguísamo et al., 2020).



Donde las variables a, b, c, d, e y m son coeficientes estequiométricos desconocidos definidos como sigue:

- m: Moles de aire consumido por mol de combustible consumido.
- a: Moles formados de CO por mol de combustible consumido.
- b: Moles formados de H₂O por mol de combustible consumido.
- c: Moles formados de C₃H₆ por mol de combustible consumido.
- d: Moles formados de CO₂ por mol de combustible consumido.
- e: Moles formados de N₂ por mol de combustible consumido.
- f: Moles formados de NO por mol de combustible consumido.

Al ser el CO₂ el gas predominante, en los residuos de combustión se pretende relacionar este gas con el resto de residuos que son indispensables en la relación de este estudio para tal se presenta las Ecuaciones 2, 3, 4 y 5, según Caiza y Portilla (2010, p. 18). Del mismo modo mediante el trabajo que se realiza con el analizador MAHA, se obtiene datos en cada segundo de todo el periodo del ciclo de conducción, en contraste de una base de volumen de todos los resultados analizados en

la combustión, estos vínculos preliminares se aplican para obtener la porción de CO_2 , indicada en la Ec.5 (Leguísamo et al., 2018, p. 12).

$$1 = a + 3c + d \quad \text{Ec. (2.2)}$$

$$a = d * R_{CO} \quad \text{Ec. (3.2)}$$

$$c = d * R_{HC} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

$$d = \frac{1}{R_{CO}+3R_{HC}+1} \quad \text{Ec. (5.2)}$$

Donde:

R_{CO} : Relación de CO respecto a CO_2 en porcentaje (%).

R_{HC} : Relación de HC respecto a CO_2 en porcentaje (%).

Bajo el seguimiento de la metodología de la investigación base mencionada en el inicio de este apartado, por medio de la Ecuación 6, se determina el factor de emisión (FE_i) medida en gramos de contaminante por kilómetro simulado, donde el subíndice i de manera simplificada hace relación con los gases contaminantes (CO , HC , NO_x), MW_{comb} al peso molecular equivalente de cada combustible, MW_i al peso molecular equivalente de los contaminantes, ρ_{comb} es la densidad del combustible en g/m^3 y $c.c$ es el consumo de combustible por distancia recorrida medida en m^3/km (Frey y Eichenberger, 1997; citados en Franco et al., 2013).

$$FE_i = \frac{R_i}{R_{CO}+3R_{HC}+1} \times \frac{MW_i}{MW_{comb}} \times \rho_{comb} \times c.c \quad \text{Ec. (6.2)}$$

2.4. Prueba Americana IM-240

Las regulaciones y controles de fabricantes de vehículos han logrado que las unidades nuevas cumplan con los límites de emisiones por un tiempo, pero debido al deterioro que sufren los componentes de los vehículos por su uso normal, puede resultar en el aumento de las emisiones contaminantes. Por lo tanto, existen ciclos como el IM-240 que es parte de un sistema de inspección y mantenimiento (I/M) que tiene como objetivo fundamental identificar dentro de los autos en circulación, a aquellos que, por problemas mecánicos, están descargando a la atmosfera cantidades de contaminantes mayores a las permitidas por la ley (Recalde y Revelo, 2015, p.58).

El ciclo IM-240 es una prueba que se realiza sobre dinamómetros (ver figura 2-5), este ciclo de tipo transitorio sirve para la medición y registro de emisiones en vehículos livianos en movimiento y se caracteriza por que las pruebas no se ejecutan a velocidad constante, sino que sigue un ciclo

de recorrido de 3.2 kilómetros en el que se somete a aceleraciones y desaceleraciones al vehículo (Recalde y Revelo, 2015, p.64).

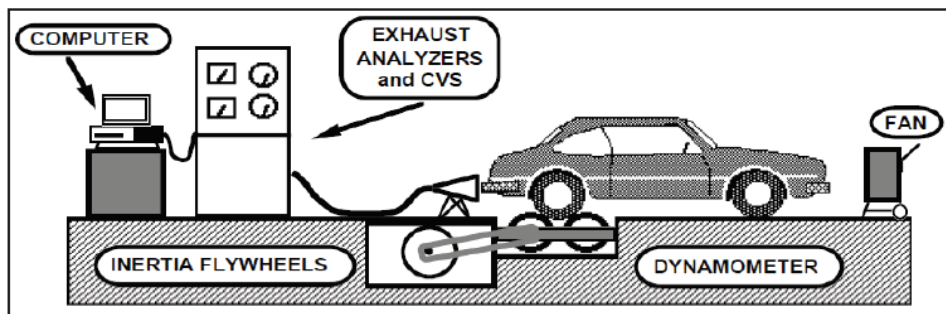


Figura 1-2. Ciclo de prueba US IM-240

Fuente: (Recalde y Revelo, 2015).

El ciclo IM-240 sugerido por la EPA como una prueba para sistema I/M, contempla los siguientes objetivos:

- Determinar las emisiones de escape de CO, HC Y NO_x.
- Emplear un menor tiempo de ensayo sin sacrificar precisión para poder evaluar una mayor cantidad de vehículos, pero a su vez identificar problemas de emisión y de vehículos que necesitan reparación.
- Distinguir entre los vehículos suficientemente / insuficientemente reparados.
- Correlacionar sus mediciones con los ensayos US FTP (Federal Test Procedure) para interpretar la eficiencia del programa.

2.4.1. Procedimiento

El ciclo de conducción IM-240 es un condensado de 240 segundos de los primeros 505 segundos del ciclo US FTP (Federal Test Procedure) como se observa en el Gráfico 5-2, es decir, lo que se denomina periodo transitorio del primer ciclo, ejecutado primero con arranque en frío y repetido al final del ensayo, luego de la parada de 10 minutos, pero con arranque en caliente (Recalde y Revelo, 2015, p.66).

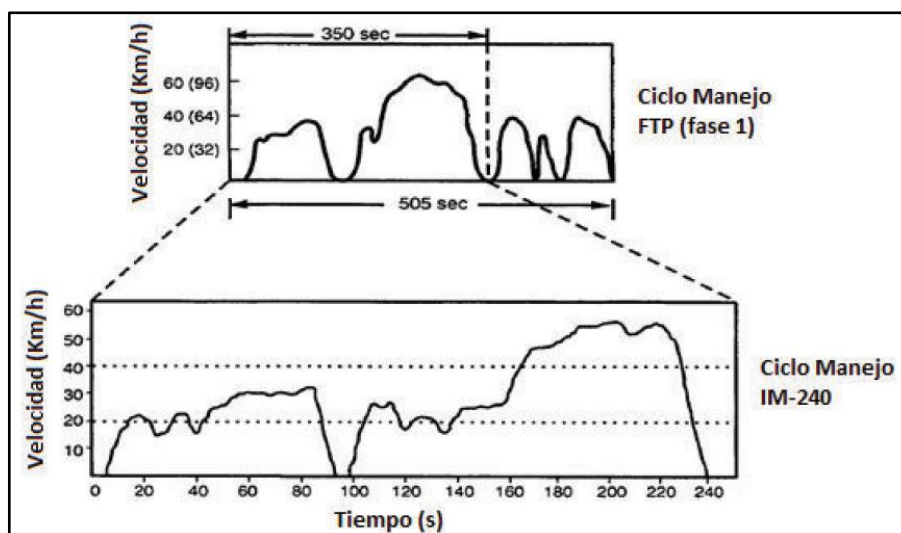


Gráfico 5-2. Ciclo de prueba IM-240

Fuente: (TOYOTA TECHNICALTRAINING, 2015).

El IM-240 no considera un pre - acondicionamiento extenso para contemplar las emisiones en fase fría, sino que realiza la evaluación partiendo en caliente con el motor en régimen. Por lo tanto, para establecer condiciones iniciales repetitivas que aseguren una temperatura de régimen del motor en la partida, la norma provee un pre – acondicionamiento opcional, según los puntos (Recalde y Revelo, 2015, p.68).

- Operación sin carga a 2500 rpm hasta un máximo de 4 minutos.
- Operación en estado estable a 30 mph en un dinamómetro hasta un máximo de 4 minutos.
- Conduciendo en el dinamómetro un ciclo en estado transitorio preliminar.

De acuerdo a lo indicado en la Tabla 7-2 y en el Gráfico 6-2, el trazado velocidad vs tiempo ejecutada por el vehículo, simula un corto recorrido urbano de 3.2 Km, a una velocidad media de 30 Km/h y una máxima de 91 Km/h, permaneciendo solamente un 4.58 % (11 segundos) del ciclo en ralentí (Recalde y Revelo, 2015, p.68).

Tabla 7-2: Características de manejo de la prueba IM-240

Tiempo total en ralentí (s)	% en ralentí del tiempo total de la prueba	Velocidad media (km/h)	Velocidad promedio en movimiento (km/h)	Velocidad máxima (km/h)
11	4.58	30	49	91

Fuente: (Recalde y Revelo, 2015).

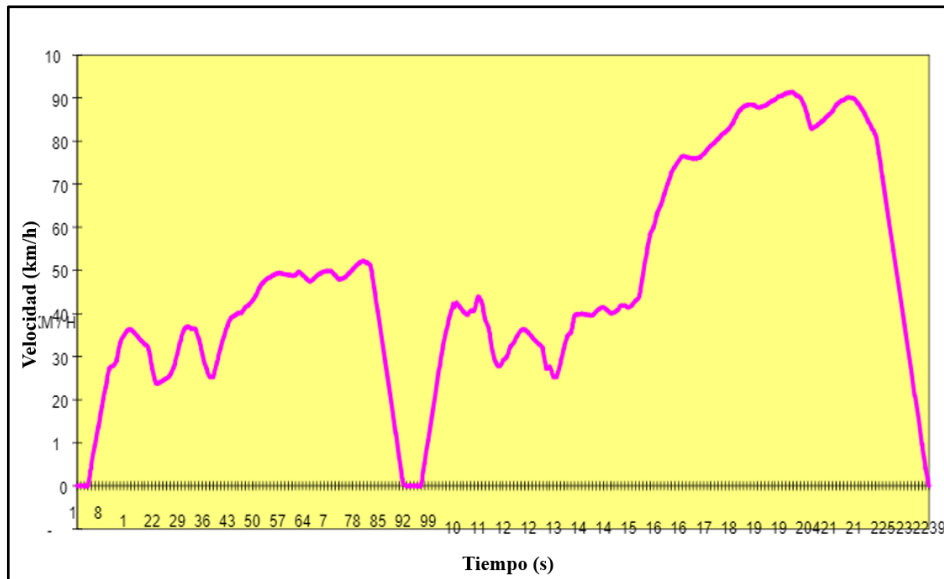


Gráfico 6-2. Ciclo de conducción de inspección y mantenimiento IM240

Fuente: (Resolución 61/99, 2001).

El curso de manejo a seguir deberá indicar claramente los cambios de marcha como los indicados en la Tabla 8-2, para vehículos con transmisión manual, los cambios de marcha deberán ocurrir en los puntos del ciclo de manejo donde las velocidades específicas son obtenidas. Para vehículos con seis marchas se deberá seguir el mismo programa indicado, omitiendo la marcha más alta. Cabe señalar que todos los accesorios disponibles en el vehículo como: aire acondicionado, calefacción, radio, control de tracción automático, etc., deben de estar apagados (Recalde y Revelo, 2015, p.70).

Tabla 8-2: Programa de cambio de marcha de la prueba IM-240

Cambio secuencial de marchas	Velocidad mph (km/h)	Tiempo del ciclo nominal (s)
1 - 2	15 (24.13)	9.3
2 - 3	25 (40.22)	47.0
Desacelerar – Embragar	15 (24.13)	87.9
1 - 2	15 (24.13)	101.6
2 - 3	25 (40.22)	105.5
3 - 2	17 (27.35)	119.0
2 - 3	25 (40.22)	145.8
3 - 4	40 (64.36)	163.6
4 - 5	45 (72.40)	167.0
5 - 6	50 (80.45)	180.0
Desacelerar – Embragar	15 (24.13)	234.5

Fuente: (Resolución 61/99, 2001).

2.4.2. Características del motor

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó un vehículo con motor de encendido provocado de la marca Chevrolet Aveo Family. A continuación, se detalla las características del vehículo en la Tabla 9-2.

Tabla 9-2: Ficha técnica del motor

DATOS DEL VEHÍCULO	
Número del motor	F15S3163070655
Número de chasis	8LATD52Y8H0364619
Placa	PCU4388
Versión	AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM
Marca	Chevrolet
Sistema de enfriamiento	Refrigerante
Tipo de aspiración	Atmosférico
Combustible	Gasolina
Categoría – Subcategoría - Clase	Sedan
Año modelo del vehículo	2017
Tonelaje	0.75 T
Suspensión delantera	Independiente Mcpherson
Suspensión posterior	Eje de torsión
Frenos delanteros	Disco ventilado
Frenos posteriores	Tambor
Llantas	185 / 60 R14
Rines	Acero 14"
KILOMETRAJE DEL VEHÍCULO	
Kilometraje inicial del proyecto	168.169 km
Kilometraje final del proyecto	168.209 km
DATOS GENERALES DEL MOTOR	
Potencia	83 HP@ 5.600 rpm

Par máximo	128 Nm @ 3.000 rpm
Numero de cilindro, cilindrada	4 cilindros, 1498 CC
Relación de compresión	9.5
Relación final	3.944
Transmisión	Manual de 5 marchas
Posición del motor	Delantero transversal
PESO	
Peso bruto vehicular	1365 (kg)
Capacidad de carga	325(kg)
Capacidad de tanque de combustible	45/11.9 (lt/gal)
Capacidad de carga del baúl	374 (lt)
DIMENSIONES	
Ancho de vía delantero	1670 (mm)
Distancia entre ejes	2480 (mm)
Largo	4235 (mm)
Alto	1495 (mm)

Fuente: (Chevrolet Aveo, 2017).

2.4.3. Equipamiento

Para la obtención de los datos de los análisis se utilizó equipos que se describen a continuación:

2.4.3.1. Dinamómetro MAHA LPS3000

El LPS 3000 es utilizado para realizar pruebas dinámicas en vehículos ligeros y camiones en motores Otto o Diésel. Y junto con la electrónica reguladora correspondiente, también es posible el ensayo del vehículo 4x4. Además, dispone una caja de interfaces que sirve para registrar el número de revoluciones del motor, datos del medio ambiente, datos OBD, temperaturas, presiones y señales analógicas. Este proceso de registro se realiza mediante módulos, para lo cual se emplean diferentes sensores (Rosas y Barona, 2011, p.36).



Figura 2-2. Dinamómetro de chasis

Fuente: (Rocha Hoyos y Zambrano Leon, 2015).

Tabla 10-2: Especificaciones del Dinamómetro

	Dinamómetro LPS 3000
N.º de rodillos	1x R100
Carga por eje	2500 kg
Dimensiones de rodillos	3345 x 1100 x 625 mm
Longitud de rodillos	750 mm
Diámetro de rodillos	318 mm
Distancia entre rodillos	540 mm
Mínimo diámetro de ruedas	12"
Máxima velocidad de prueba	260 km/h
Distancia entre ejes min/máx.	800 / 2300 mm
Máxima potencia transmitida	260 / 400 kW
Máximo Par	6000 N
Precisión de medición	2%
Alimentación	230 V / 1F+N+T / 50 Hz (16 A)
Presión de aire comprimido	6-8 bar
Peso total	1200 kg

Fuente: (Lusilectra, 2021).

A) Pruebas estáticas con carga de potencia y par motor

A través del dinamómetro especificado de la figura 2-8 y los datos técnicos en la tabla 2-5, se determinó la potencia y el par desarrollado por el vehículo, donde tiene 300 kilómetro de recorrido

considerado para cada prueba las mismas condiciones de mantenimiento y operación, logrando con eso que el vehículo realice su máximo rendimiento en cada prueba determinada.

A continuación, se muestra en la Figura 3-2, las pruebas desarrolladas en base al proceso con el equipo mencionado anteriormente.

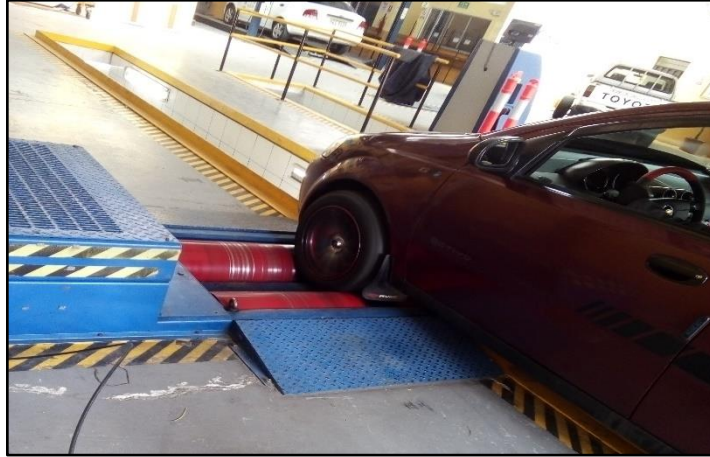


Figura 3-2. Pruebas del vehículo con el dinamómetro

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

El dinamómetro es un sistema que permite evaluar el rendimiento del motor, con el propósito de la evaluación posterior de curvas de potencia y par a carga completa, como función de la velocidad del motor. La potencia y el par obtenida en el eje de salida, estando el motor completamente con sus sistemas auxiliares para su funcionamiento correcto. Los estándares empleados han sido la INEN 960, basado en la ISO 1585 y la ISO 3173 (Rocha y Zambrano, 2015, p.7).

A continuación, se enumeran los principales elementos que conforma el Dinamómetro de Chasis LPS 300:

- Juego de rodillos.
- Freno de corrientes parasitas.
- Chasis del dinamómetro.
- Cardan.
- Bomba hidráulica.
- Cilindros hidráulicos.
- Ventiladores.
- Sistema de adquisición de datos.

Este equipo se usa para realizar pruebas dinámicas en vehículos ligeros y camiones que tengan motores Otto o diésel. Posee una caja de interfaces que sirve para registrar el número de revoluciones del motor, datos del medio ambiente, datos OBD, temperaturas, presiones y señales analógicas.

B) Pruebas de Potencia y Par Motor

Para la elaboración de una prueba dinámica en un Dinamómetro de Chasis LPS 3000, se cumple el siguiente proceso de pruebas:

1. Constatar que el diámetro de las ruedas sea mayor de rin 13” (R13), y que cumplan con la condición de peso establecida por el fabricante.
2. Ubicar el vehículo de prueba en los rodillos del dinamómetro.
3. Inspeccionar que el perfil del neumático esté libre de piedras en el labrado.
4. Descender el elevador y dejar apoyadas las ruedas sobre los rodillos.
5. Revisar la alineación del tren en donde se encuentra la transmisión con respecto a los rodillos del dinamómetro, haciendo girar las ruedas a una velocidad máxima de 20 km/h.
6. Sujetar el vehículo con cintas o cuerdas para evitar que este se salga de los rodillos.
7. Analizar la seguridad del área de prueba.
8. En el software LPS 3000, se deben insertar los datos técnicos referentes al vehículo a ser probado.
9. Cerciorarse la relación de cambio y de transmisión de la unidad, la cual debe ser en relación 1:1.
10. Asegúrese que la temperatura del motor sea la normal de funcionamiento, caso contrario debe pasar un periodo de calentamiento del motor para alcanzar dicha temperatura.
11. Poner en funcionamiento el ventilador de refrigeración del banco de pruebas LPS 3000.
12. Empezar la prueba de medición.
13. El chofer acelera el vehículo con el pedal a fondo en la marcha de prueba para lograr la velocidad deseada, llamada “corte de rpm” (4500 – 6000 rpm).
14. Cuando se ha llegado al “corte de rpm”, el chofer pisa el embrague, dejando la marcha puesta. El banco de potencia desacelera hasta pararse. El resultado de la medición se presenta en la pantalla del monitor pudiéndose analizar los resultados obtenidos de potencia, par motor, pérdidas de los mecanismos de rodadura, y la potencia a las ruedas (Rocha y Zambrano, 2015, p.8).

2.4.3.2. Analizador de gases MAHA MDO 2 LON

Es un analizador de gases para visualizar las variables de HC, CO, CO₂, O₂, con cálculo del valor lambda, con una interfaz amigable a un motor para el registro de datos (Maha y Co, 2021, p.15). Se puede observar en la figura 4-2 y en la tabla 2-11 las especificaciones correspondientes.



Figura 4-2. Analizador de gases

Fuente: (Rocha y Zambrano, 2015).

Tabla 11-2: Especificaciones del analizador de gases

Principio de medición	Absorptionsphotometrie
Longitud de onda de la luz proyectada	567 nm
Longitud de la célula de medición	430 mm
Diámetro int. /ext. cámara medición	28 mm / 25 mm
Tiempo de calentamiento aprox. de la célula de medición	180 s
Tensión de a bordo	12 V / 24 V
Consumo de potencia medio/máx.	0.11 kW / 0.13 kW
Alimentación de corriente	1/N/PE 230 V 50 Hz
Dimensiones totales (La x An x Al)	245 mm x 55 mm x 125 mm
Peso	13 kg
Procesador Single-Chip	Hitachi H8/532
Pantalla LCD	2 x 16 Stellen
Intervalo de medición opacidad	-100%
Área de medición coeficiente de absorción	- 9.99 m-1
Dimensiones terminales de mano (LxAlxAn)	245 mm x 550 mm x 230 mm
Peso de terminal de mano	0.76 kg
Alimentación de corriente mediante opacímetro	12 V

Consumo de potencia medio/máx.	0.25 A / 0.5 A
Posibilidades conexión	Drehzahlabnehmer / Öltemperatur

Fuente: (MAHA Maschinenbau, 2018).

A) Emisiones contaminantes

Para medir esta variable se llevó a cabo a través de este analizador de gases de marca MAHA (Maschinenbau Haldenwang) como se puede observar en la Figura 4-2. Este tipo de analizador de gases permitiendo evaluar el grado de emisiones contaminantes del motor, permitiendo una observación previa sobre las condiciones acerca del estado del motor, esta prueba se realiza en condición estática con carga, donde el funcionamiento del motor debe estar en marcha mínima o en ralentí y a una temperatura normal de funcionamiento. Esto a través de la norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204.

A continuación, se enumera los elementos principales que conforma el analizador de emisiones, MGT 5, de la marca MAHA.

- Separador activo de agua condensada mediante bomba separadora de membrana.
- Equipo básico analizador de gases con caja chapada de acero, recubrimiento en polvo RAL 5010.
- Separador de agua y filtro principal combinados.
- Filtro de carbón activo, conexión al gas de calibración, sensor O2 externo, receptor de la sonda gas metálica 400 mm.
- Manguera de sonda (8m) con filtro anterior derivador de condensación.
- Módulo de control USB.
- Cable de conexión USB.
- Software terminal-/software básico (Provi-/Eurosystem PKW) – Introducción manual de datos – Transmisión automática de datos desde los equipos externos – funcionamiento en red con PC – Red ASA-Network (Rocha Hoyos, y otros, 2015).

B) Protocolo de pruebas de emisiones

- Tener preparado el vehículo.
- Disponer el equipo necesario para empezar a realizar el diagnostico, el Analizador de emisiones.

- Encender el vehículo para que tenga una temperatura (94°C) adecuado y normal de funcionamiento.
- Conectar la sonda al tubo de escape y proceder a encender el analizador de gases.
- Configurar y colocar el equipo analizador para la lectura de datos de las emisiones contaminantes que se va a realizar.
- Por último, registrar los datos obtenidos en una computadora.

2.4.3.3. Consumo de combustible

Uno de los objetivos principales de esta medición de combustible es conocer el rendimiento real del vehículo, con una cantidad proporcional de combustible en una distancia recorrida, es para esto que se instala un medidor de consumo de combustible al vehículo a la línea de suministro de combustible con retorno del sistema de combustible. De esta manera obteniendo una diferencia total del consumo de combustible, logrando observar cuanto de combustible absorbió en una determinada distancia.

2.4.3.4. Medidor de combustible

El equipo de medición se puede utilizar con gasolina o diésel. La cámara de presión tiene una capacidad para 5 litros, se presuriza hasta 80 PSI. Contiene un juego de adaptadores universales JetClean para acoplar diferentes cañerías de sistema de alimentación (LIQUI MOLY, 2021, p.14).



Figura 5-2. Equipo para medir el consumo de combustible

Fuente: (LIQUI MOLY, 2021).

A) Protocolo de pruebas consumo de combustible:

La prueba de consumo de combustible se realizó mediante el equipo que anteriormente se describió, para su correcto uso es necesario seguir los pasos siguientes:

1. Verificar que el vehículo se encuentre apagado.
2. Identificar las tuberías de admisión y retorno de combustible.
3. Buscar en las cañerías los acoples que puedan ser desinstalados fácilmente, y desconectarlos.
4. Instalar las cañerías del equipo de medición a las tuberías de admisión y retorno del sistema de combustible del vehículo.
5. Revisar que todas las conexiones estén bien sujetas.
6. Colocar 5 litros del combustible a ensayar.
7. Verificar que se encuentre tapado y sellado correctamente la cámara de depósito.
8. Generar presión (en PSI) de inyección de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
9. Poner en modo abierto a las válvulas de paso (admisión y retorno).
10. Encender el automóvil y comprobar que no existan fugas.

2.5. Análisis de variable

En esta investigación tiene como finalidad representar los valores de las concentraciones que son CO₂, CO, NO_x, HC.

A continuación, se especifica las variables a utilizar para el análisis de las respectivas graficas mostrado en la Tabla 12-2.

Tabla 12-2: Variables para la formación de las combinaciones

Factores	Niveles	Designación
Vehículo	Chevrolet Aveo Family (2017)	V1
Combustible	Extra	E1
	Super	S1
Factores de emisión	Monóxido de Carbono (CO)	CO
	Oxígeno (O2)	O2
	Dióxido de Carbono (CO2)	CO2
	Hidrocarburo (HC)	HC
	Óxido de Nitrógeno (NOx)	NOx

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En la Tabla 13-2, se muestra la nomenclatura para una respectiva evaluación de diferencia significativa. Mediante el análisis de estas variables se determina alguna diferencia importante entre los dos combustibles.

Tabla 13-2: Nomenclatura para formación de pruebas

Formación de pruebas		
N°	Vehículo	Combustible
1	V1	E1
2	V1	S1

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

2.6. Pids Del Motor

El PID (Parámetro de información del programa) es el nombre técnico que utiliza para la información requerida por el técnico, que va desde el PCM hacia el scanner. Cuando se diagnostica un problema relacionado con el desempeño del motor, el PID Data puede ser un modo rápido y confiable para adquirir información. Se accede a ella a través del Data Link Conector (DLC) ubicado bajo el panel del instrumental (Casa y León, 2012, p.25).

CAPITULO III

3. RESULTADOS

Los vehículos automotores es una industria muy grande a nivel mundial y es una de las principales fuentes contaminantes del medio ambiente, logrando provocar daños de salud al ser humano. A medida que pasa el tiempo se va desarrollando muchas tecnologías que ayudan a reducir los gases dañinos que salen del vehículo, logrando ayudar al medio ambiente y en la salud de las personas que lo rodean.

En este capítulo se ha logrado obtener los resultados analizados tanto de las emisiones como del consumo de combustible en el Centro de Transferencia Tecnológica para la capacitación e investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) de la Escuela Politécnica Nacional. Para realizar las pruebas dinámicas IM240 se utilizó el vehículo de la familia Chevrolet Aveo que es uno de los vehículos más vendidos en los últimos 3 años, donde se logró obtener los resultados de los análisis de dos tipos de combustible que son, el Extra y el Super, de esa forma poder comparar los resultados que se obtuvo durante el proceso de medición de los gases de escape y el consumo de combustible.

En la medición del consumo y de las emisiones se realizó tres diferentes tipos de pruebas de cada combustible, logrando de esa manera obtener un resultado promediado de cada combustible. Donde se analiza cada ciclo de conducción y se observa los resultados obtenidos durante el ensayo que se realizó al vehículo mencionado.

3.1. Análisis de los PIDS

En los análisis de los PID's se encuentran diferentes parámetros que se miden con el escáner automotriz OBDII, con el cual se puede extraer la información de Parámetros de información del programa, es decir los (PID's) del vehículo de prueba. En combustible extra y super las pruebas se analizan en los 480 segundos que corresponde a dos ciclos de conducción en la prueba IM-240.

En el Gráfico 1-3, se tiene los PID de la tasa de flujo de combustible/hora (gal/h) y la presión barométrica (psi) que son tomados de las tres mediciones del ciclo por cada combustible, en este caso se analiza para el combustible extra. En la tasa de flujo para la medición 1 y para la medición 2 se puede observar que existe una semejanza de datos teniendo como dato de inicio 0.19 (gal/h) con un promedio de 0.34 (gal/h) y para la medición 3 el flujo de combustible tiene una variación

de inicio 0,21(gal/h) manteniendo ese valor hasta los 340 s del ciclo y como un valor promedio de 0,234 (gal/h), esto se debe a que existe valores menos elevados en función del tiempo durante los primeros 120 segundos. En cuanto a la presión barométrica (psi) se mantienen constantes durante las pruebas.

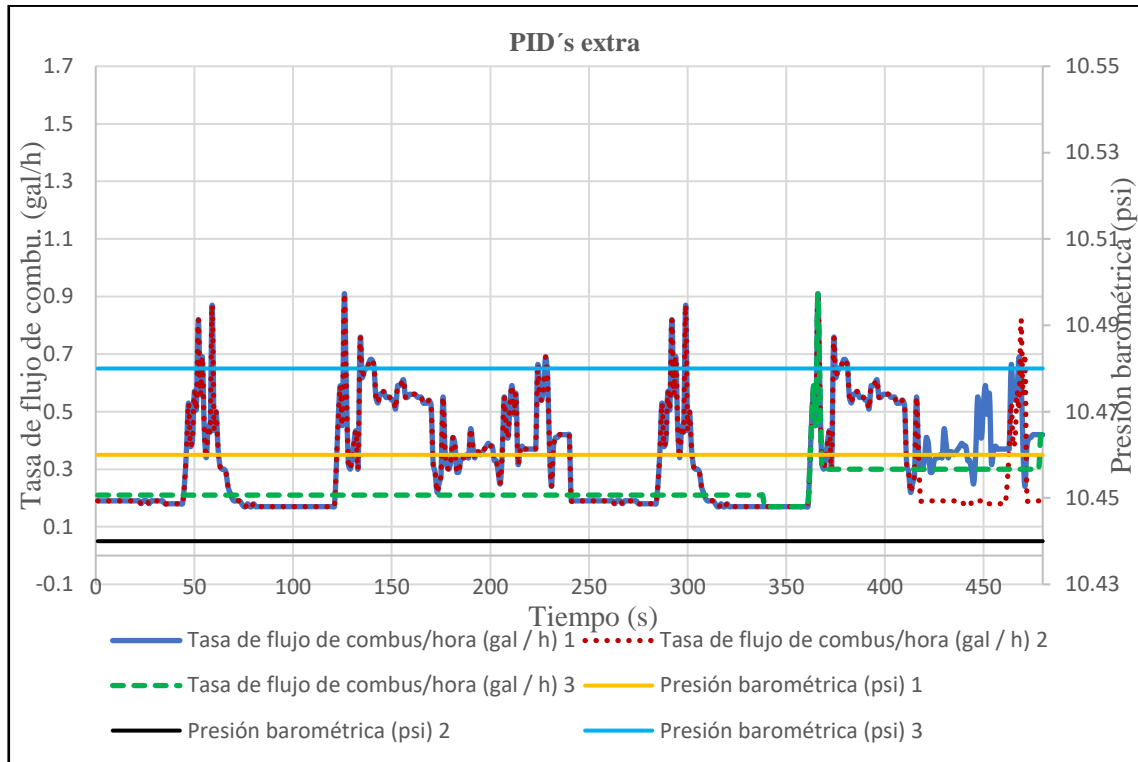


Gráfico 1-3. PID's de los parámetros del motor con combustible extra

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

Los datos del Gráfico 1-3, nos muestra los mismos parámetros de los PID's del Gráfico 2-3 la figura 3-2 pero con combustible super. Tenemos la señal de la tasa de flujo de combustible/hora (gal/h) que se tienen 3 mediciones por cada combustible, la medición uno y dos dan como resultados valores iguales, es decir valor de inicio 0.17 (gal/h) con un promedio de 0.572 (gal/h) en cambio se tiene una variación significativa para la medición 3 con un valor inicial de 0.37 (gal/h) y con un valor promedio de 0.615 (gal/h), teniendo una diferencia de 0.043 (ga/h), de esta manera se observa que la medición tres de la tasa de flujo es diferentes para ambos casos de combustibles. Y la presión barométrica se mantienen constantes para los tres casos con valores de 10.52, 10.44 y 10.46 respectivamente.

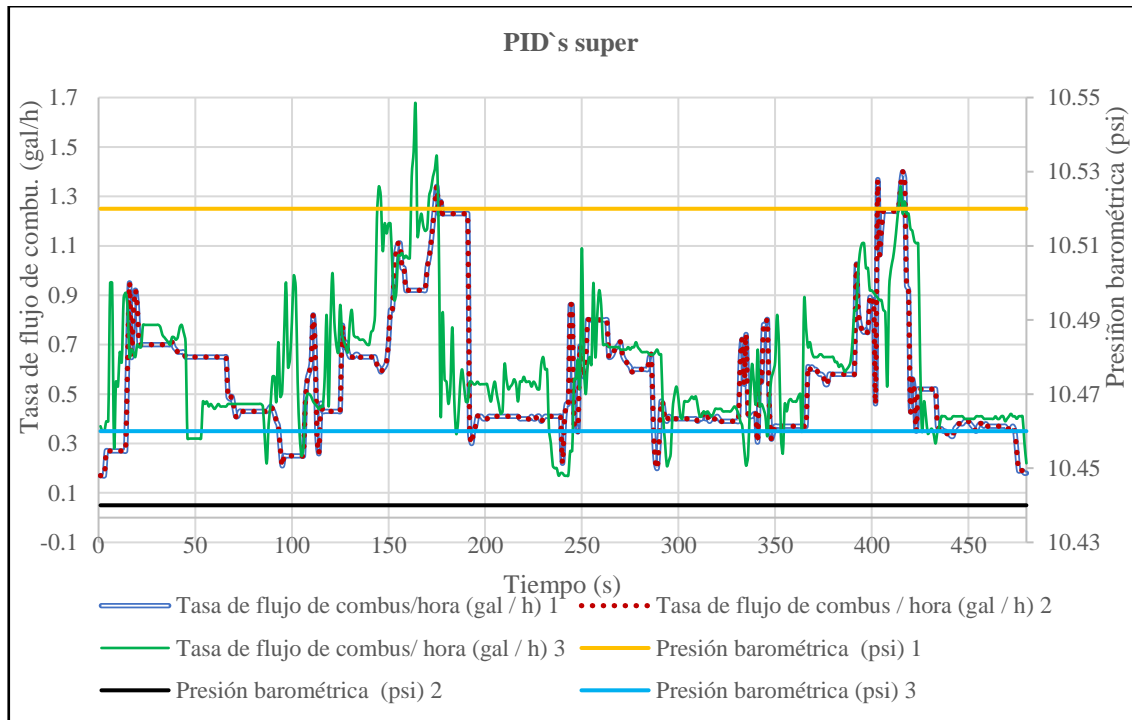


Gráfico 2-3. PID's de los parámetros del motor con combustible super

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el Gráfico 3-3, se observan los parámetros de los PID's de temperatura del refrigerante del motor, rpm y la relación aire/combustible. En el caso de la temperatura del refrigerante del motor tenemos las tres mediciones con el combustible extra, y durante los primeros 240 segundos del ciclo de conducción se observa que disminuye drásticamente a un promedio de 71°C para las tres mediciones, obteniendo promedios de 79°C, 79.71°C y 81.55°C respectivamente para cada medición, logrando estar en un rango de medición como lo dice el autor (German, 2018). En el caso de las revoluciones del motor se observa que en los primeros 240 segundos la señal tiene una forma particular y pasado de los 240 segundos vuelve a iniciar el ciclo de las revoluciones, donde se tiene los mismos valores para los tres casos de medición.

La relación aire/combustible los valores se mantienen constantes para las tres mediciones en el transcurso del ciclo de conducción.

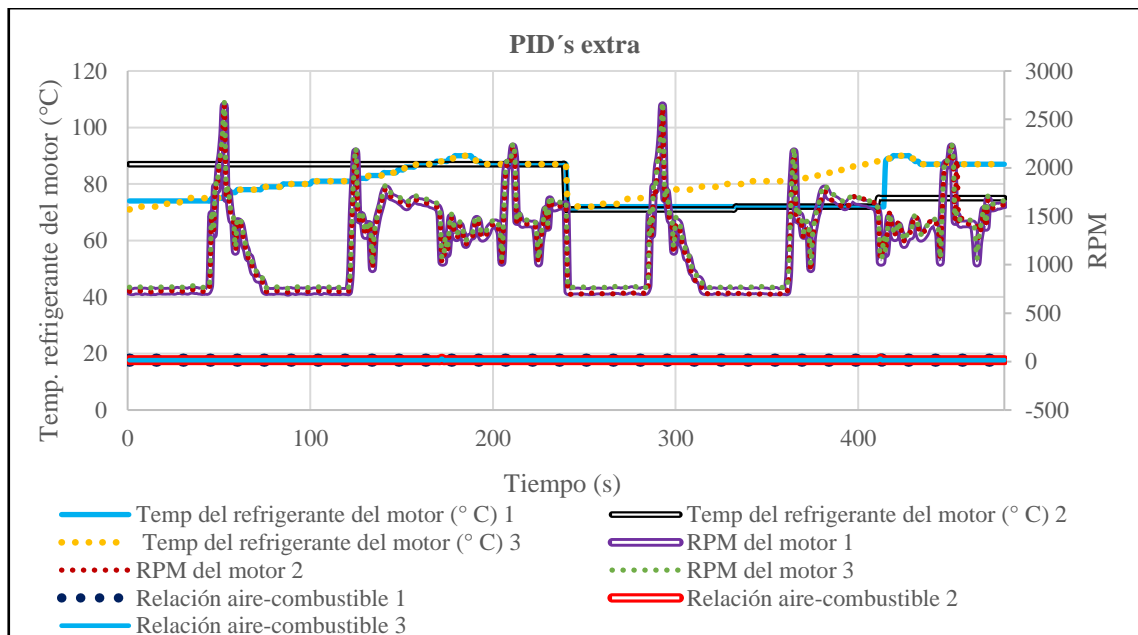


Gráfico 3-3. PID's de los parámetros del motor con combustible extra

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el caso del Gráfico 4-3, se observan los parámetros de los PID's de temperatura del refrigerante del motor, rpm y la relación aire/combustible. En el caso de la temperatura del motor se observa que las dos primeras mediciones son iguales teniendo un valor promedio de 84.03°C, mientras que la tercera medición tiene una señal promedio de 87.6°C, estos valores se encuentran dentro del rango de estimación según el autor (German, 2018, p.56). Para las revoluciones del motor se observa que las dos primeras mediciones son iguales teniendo un valor promedio de 1559.90 rpm, y en el tercer caso con un promedio de 1531.8 rpm. Y por último la relación aire combustible se mantiene constante durante todo el proceso de conducción para los tres casos, y esto sucede para los dos tipos de combustible ya que es un valor constante.

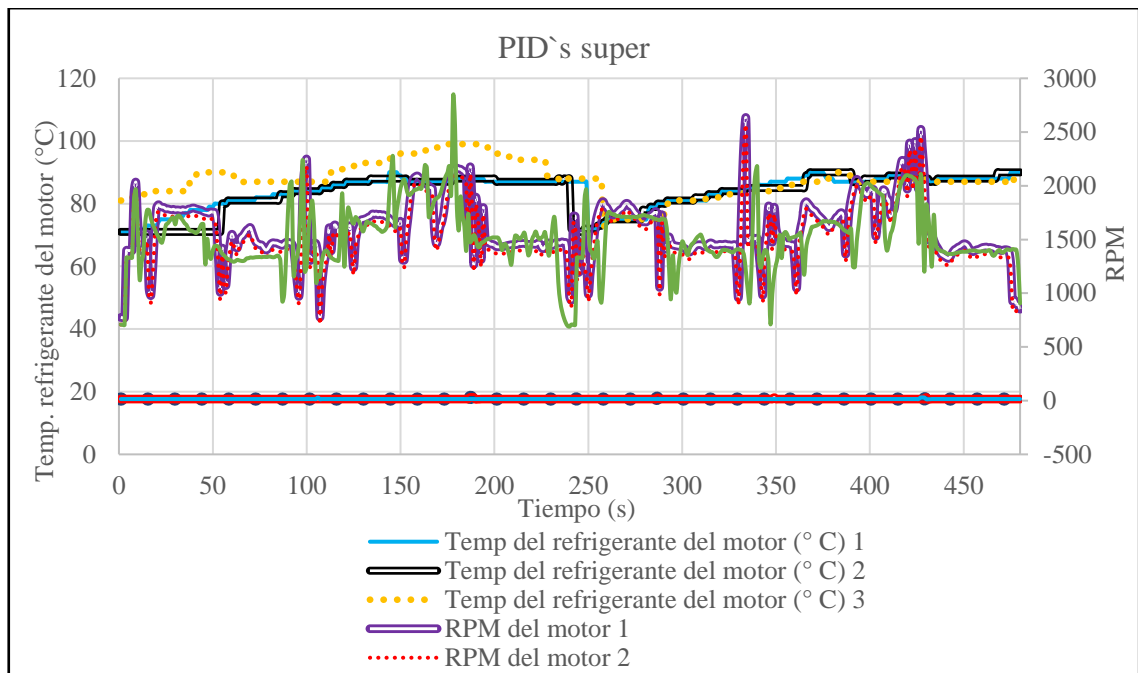


Gráfico 4-3. PID's de los parámetros del motor con combustible extra

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el Gráfico 5-3 PID's de los parámetros del motor con el combustible extra, se tiene los parámetros de la carga del motor (%), temperatura del catalizador (°C) y la posición absoluta del acelerador B (%). Se observa en la figura la temperatura del catalizador mientras que se eleva su velocidad y va en aumento los valores de las señales tiene un valor inicial de 140.39°C y un valor intermedio de 557.69°C al culminar los 240 segundos del ciclo, y por ultimo teniendo un valor final de 509.39°C, lo que nos indica que se encuentra en buen funcionamiento ya que el valor inicial es menor al valor final (Robalino y Flores, 2018, pp.14-17).

En cambio, con la posición absoluta del acelerador se tienen señales similares en los tres casos de medición obteniendo como promedio los valores de 16.72 (%), 17.49 (%) y 18.36 (%) respectivamente, las mediciones elevadas corresponden a que estos valores tienden a elevarse mientras avanza la velocidad en función del tiempo. Y por último el PID de la carga del motor, se observa en la figura datos similares en los tres casos de medición teniendo valores promedios de 27.44 (%), 29.148 (%) y 29.45 (%) respectivamente, como se observa se tiene una varianza mínima entres los tres casos de medición.

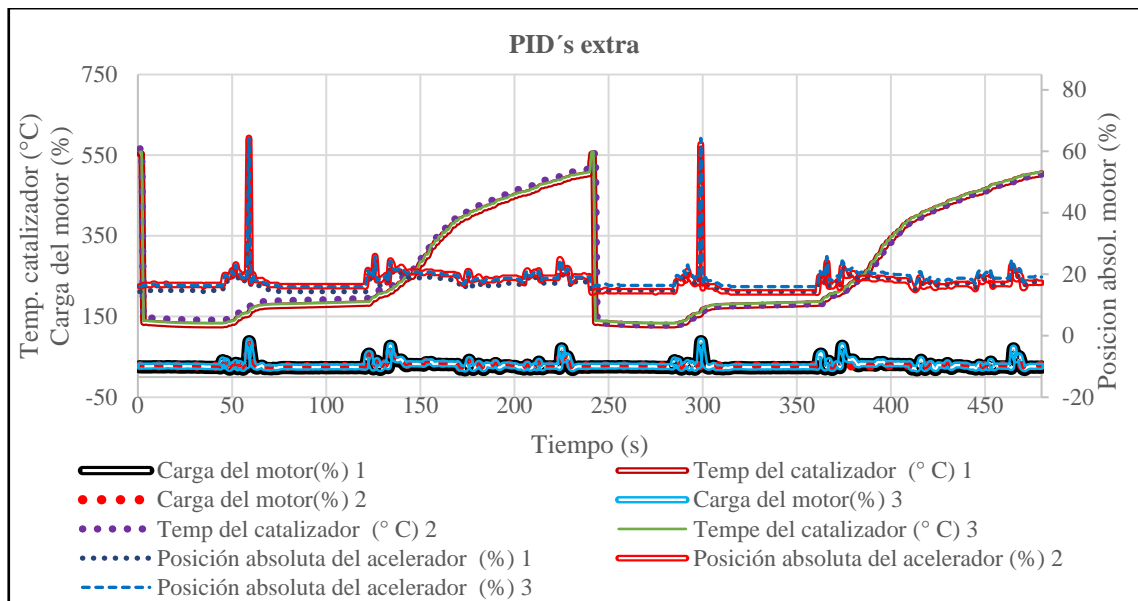


Gráfico 5-3. PID's de los parámetros del motor con combustible extra

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el Gráfico 6-3 PID's de los parámetros del motor para el combustible super, se tiene los parámetros de la carga del motor (%), temperatura del catalizador (°C) y la posición absoluta del acelerador B (%). En el Gráfico 6-3, se observa la temperatura del catalizador mientras que se eleva su velocidad y va en aumento los valores de las dos primeras mediciones que tiene un valor inicial de 232.68°C y un valor intermedio de 622.38°C al culminar los 240 segundos del ciclo, y por ultimo teniendo un valor final de 609°C, y la tercera medición tiene un valor inicial de 344.6°C con un valor intermedio de 640.8°C y un valor final de 623°C, lo que nos indica que se encuentra en buen funcionamiento las tres señales ya que el valor inicial es menor al valor final como lo mencionan los autores (Robalino Pontón y Flores Peña, 2018), en comparación son valores más elevados que a los valores analizados con el combustible extra. En cambio, con la posición absoluta del acelerador se tienen señales similares en los tres casos de medición obteniendo como promedio los valores de 18.4 (%), 22.47 (%) y 21.68 (%) respectivamente, teniendo valores que con una diferencia del 0.113 (%) en comparación con el combustible extra, esto corresponde a que estos valores tienden a elevarse mientras avanza la velocidad en función del tiempo. Y por último el PID de la carga del motor, se observa en la figura datos similares en los tres casos de medición teniendo valores promedios de 39.19 (%), 33.21 (%) y 38.48 (%) respectivamente, como se observa se tiene una varianza mínima entres los tres casos de medición con una diferencia mínima de 0.08% en comparación con el combustible extra.

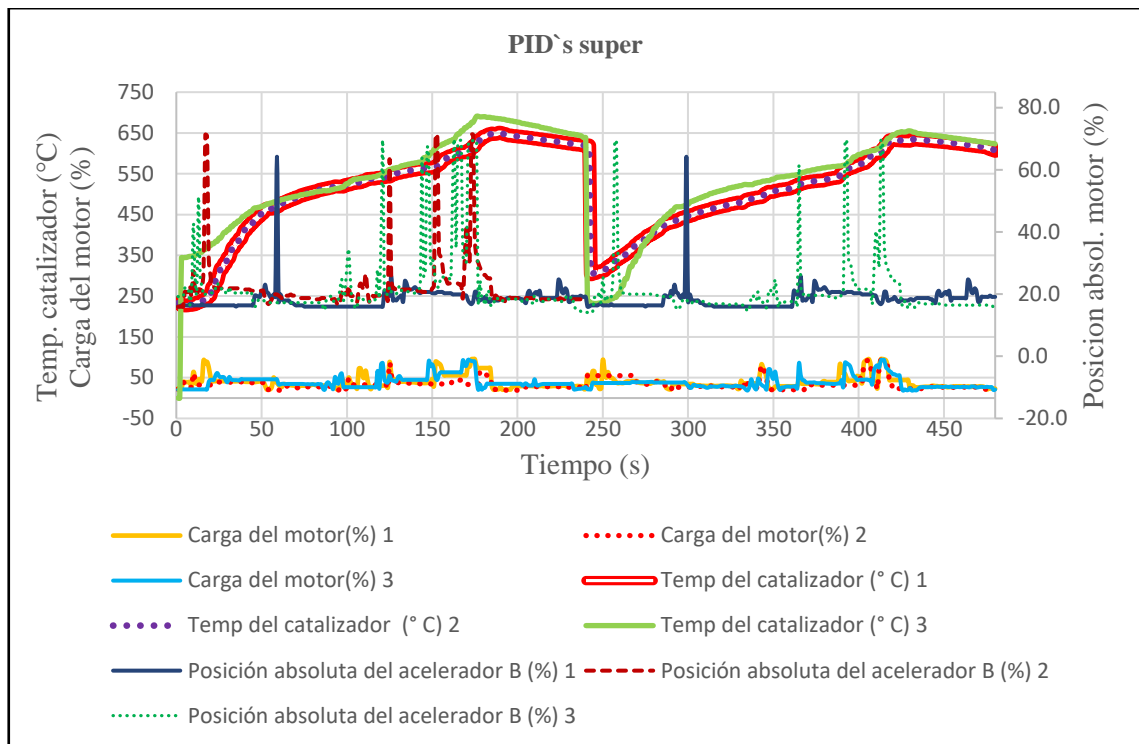


Gráfico 6-3. PID's de los parámetros del motor con combustible super

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

3.2. Resultados del analizador de gases

Mediante las pruebas dinámicas IM-240, se obtuvieron resultados que muestran a continuación en las siguientes graficas. Se tiene los resultados de gases contaminantes, el consumo de combustible tanto de Extra y de Super.

3.2.1. Resultado de Monóxido de Carbono (CO)

Con los resultados obtenidos mediante el analizador de gases se puede observar los datos conseguidos tanto del combustible Extra como del combustible Súper, de la misma manera se puede realizar una comparación respectiva de cada uno de estos combustibles.

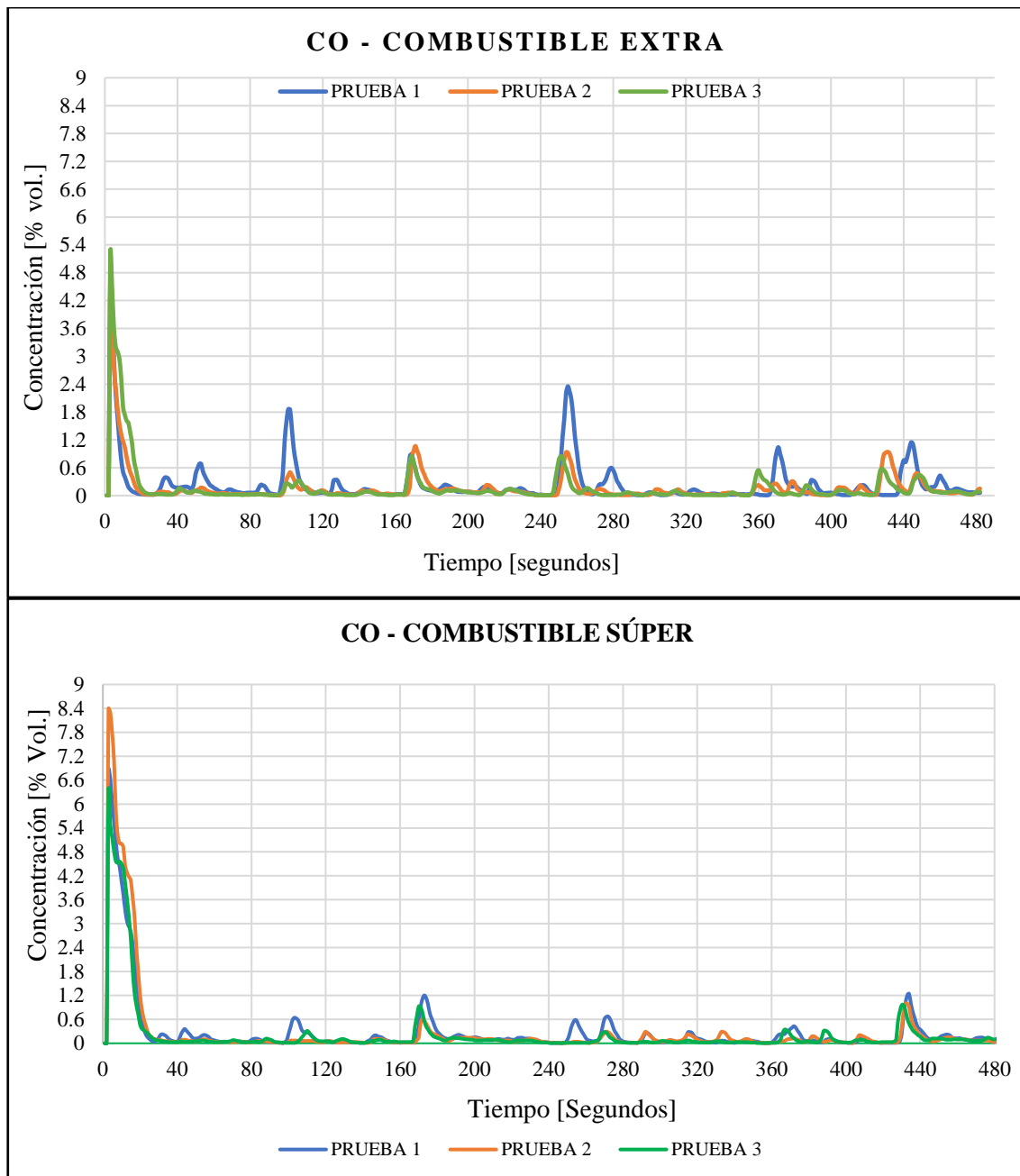


Gráfico 7-3. Análisis del CO con los combustibles Extra y Súper

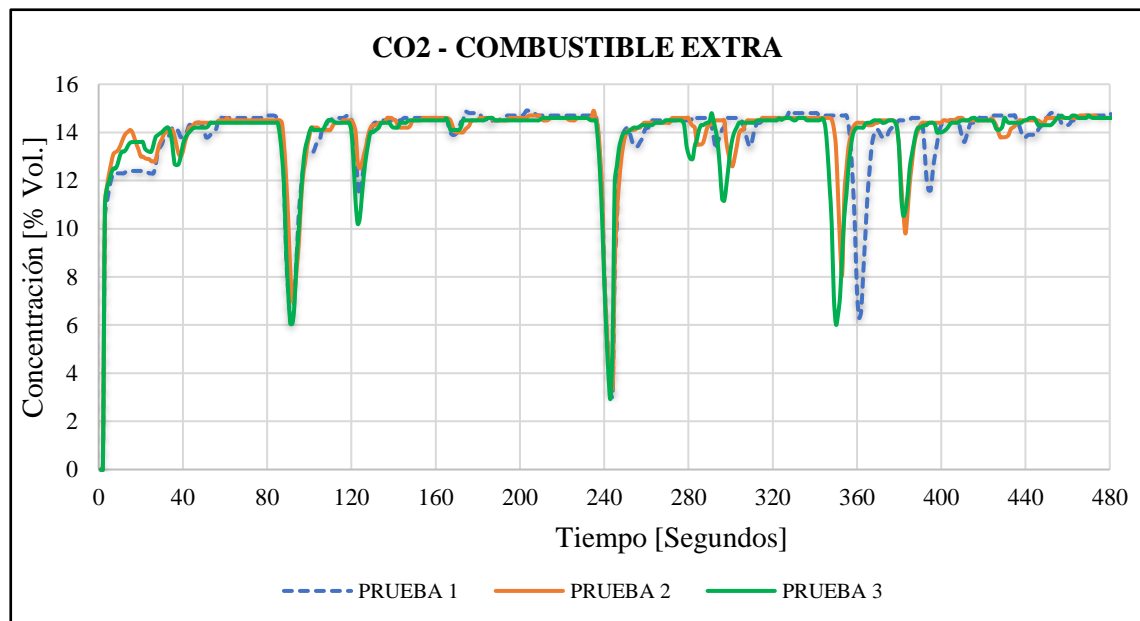
Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el Gráfico 7-3, se observan valores muy elevados en ralentí de 5.11[%v] en el combustible Extra y un valor de 8.4 [%v] en el combustible Súper y a medida que el tiempo aumenta el porcentaje de CO va disminuyendo tanto en el combustible Extra y Súper. Los valores extraídos para el cálculo del promedio de cada combustible se pueden observar en los anexos C y D, que tiene valores promedios para el combustible Extra que es de 0.19 [%v] y en Súper 0,25 [%v], en comparación con los valores del gas predominante CO del autor son menores (Rocha et al., 2018, p.7). Esto indica que tiene una buena combustión, ya que se encuentra en el rango del valor promedio que es de CO < 2% de acuerdo por la (NTE INEN, 2016, p.52).

3.2.2. Resultado de Dióxido de Carbono (CO2)

En el Gráfico 8-3, se muestran valores que a medida que las revoluciones del motor aumentan el Dióxido de Carbono también tiende a elevar su valor, esto indica que se encuentra en buen funcionamiento, ya que a nivel más alto de CO2 el motor tiene un mejor funcionamiento ya que en esas condiciones tiene un proceso de buena combustión.

Según los autores Llanes et al. (1997, p.15) el gas CO2 aumentó durante los primeros segundos y luego se estabiliza teniendo como valor promedio del 13 % CO2. En comparación con el valor del combustible Extra es de 13,91 [%v] y el valor del combustible Súper es de 14,04 [%v] se podría decir que se tienen valores similares en cuanto a este resultado que se encuentra en los anexos E y F. Además, se tiene una variación de 0,13 [%v] en el combustible Súper lo que hace que sea un poco más eficiente al momento de que el motor trabaje con este tipo de combustible. Según la norma NTE INEN 2 349:2003, esto indica que se encuentran en el rango del valor promedio, que son entre 12 % al 16 %, caso contrario si son valores menores se tendría una mala mezcla de combustible encendido defectuoso y no trabajaría bien el motor.



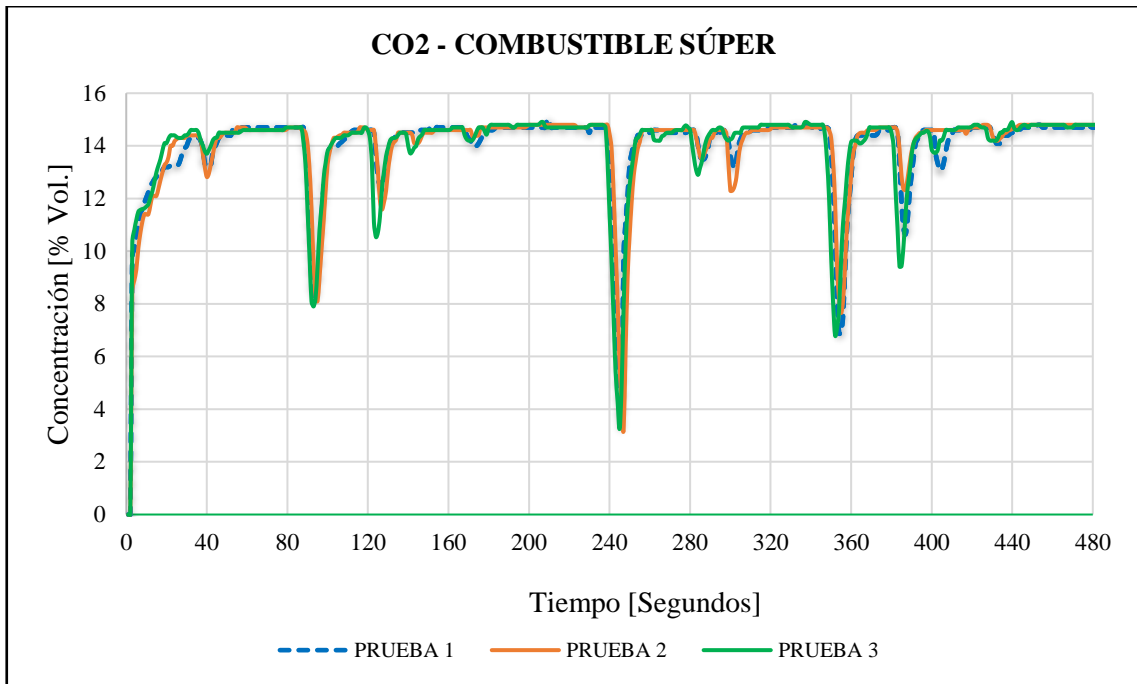
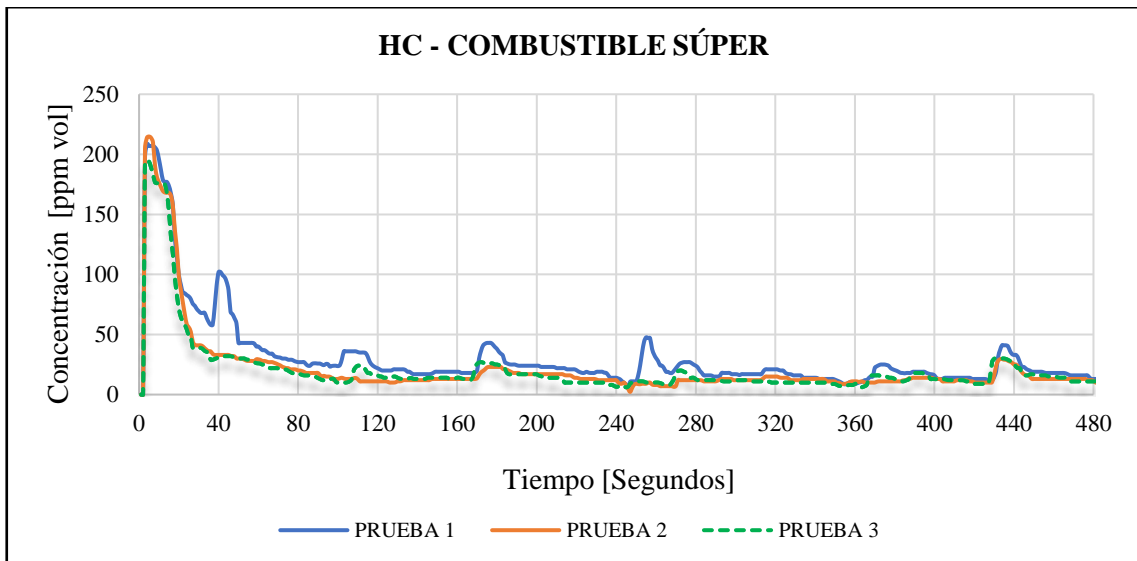


Gráfico 8-3. Análisis del CO2 con los combustibles Extra y Súper

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

3.2.3. Resultado de Hidrocarburos (HC)



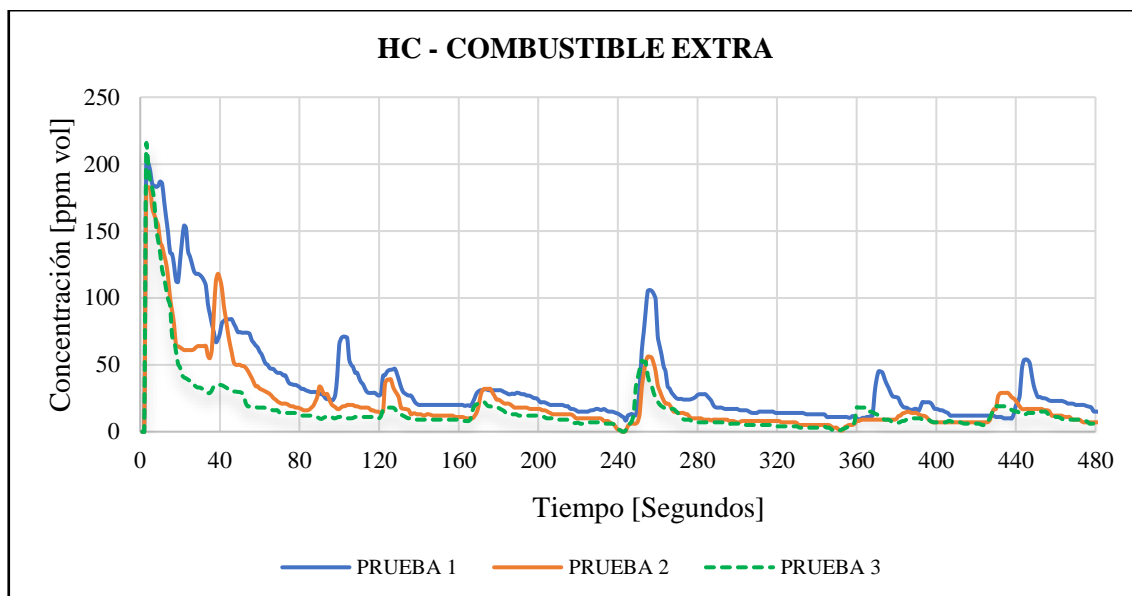


Gráfico 9-3. Análisis del HC con los combustibles Extra y Súper

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el Gráfico 9-3 se observa que inicialmente en los dos tipos de combustible oscilan alrededor de 200 ppm y a medida que las revoluciones y el tiempo del ciclo aumentan las mediciones de los hidrocarburos disminuye por debajo de los 50 ppm (Llanes et al., 1997, 15). Se comprueba que estos datos son normales en cuanto a este gas, ya que existe similitud de resultados.

Los valores del combustible Extra tiene como promedio de 24.89 [ppm] y en el combustible Súper con un valor promedio de 24.62 [ppm] como se indica en los anexos G y H, son valores menores al estudio (Antamba et al., 2016, p.8). Estos valores indica que las mediciones promedio del combustible Extra y Súper se encuentran entre el valor de HC < 50 [ppm]. Lo que indica que el catalizador se encuentra en buen estado.

3.2.4. Resultado de Oxígeno (O₂)

Se puede observar en el Gráfico 10-3 y en los anexos I y J, relacionada a la emisión O₂ en los dos tipos de combustibles que a medida que las revoluciones aumentan el valor de O₂ va disminuyendo lo que significa que también se encuentra en óptimas condiciones.

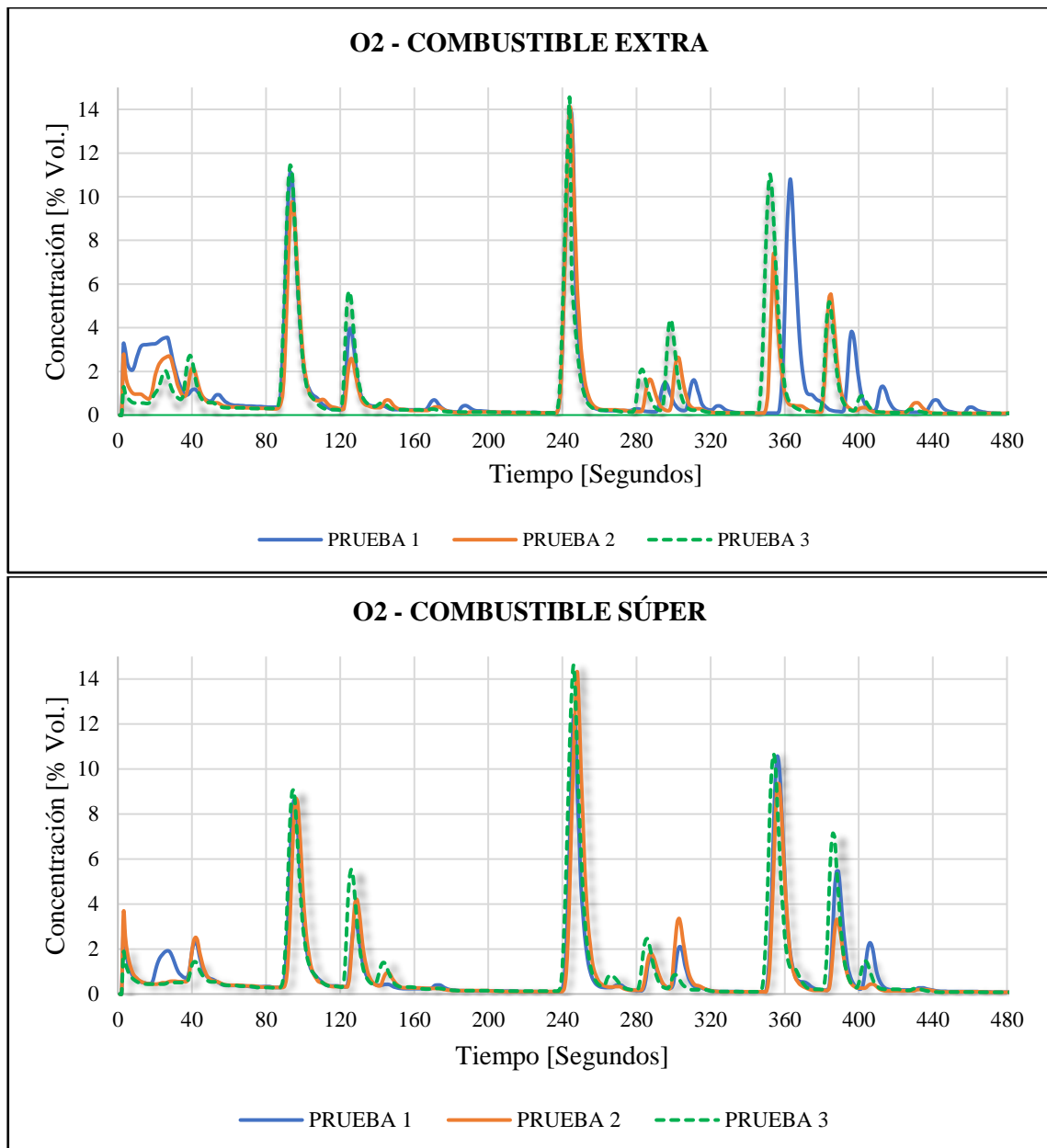


Gráfico 10-3. Análisis del HC con los combustibles Extra y Súper

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

El valor promedio en el combustible Extra es 1,01 [%v] y en el combustible Súper tiene un valor de 0,972 [%v], teniendo como una diferencia de 0,038 [%v] en el combustible Extra y eso indica que se encuentra en el valor promedio de menos del 2%, estando de acuerdo como lo indican los autores (Llanes et al., 1997, p.15). Si se llegara el caso de que los valores sean mayor que el 2% tendría una mezcla pobre, una mala combustión o el escape roto.

Con estos resultados se puede determinar que con el combustible Súper existe una mayor combustión.

3.2.5. Resultados de óxidos de nitrógeno (NOx)

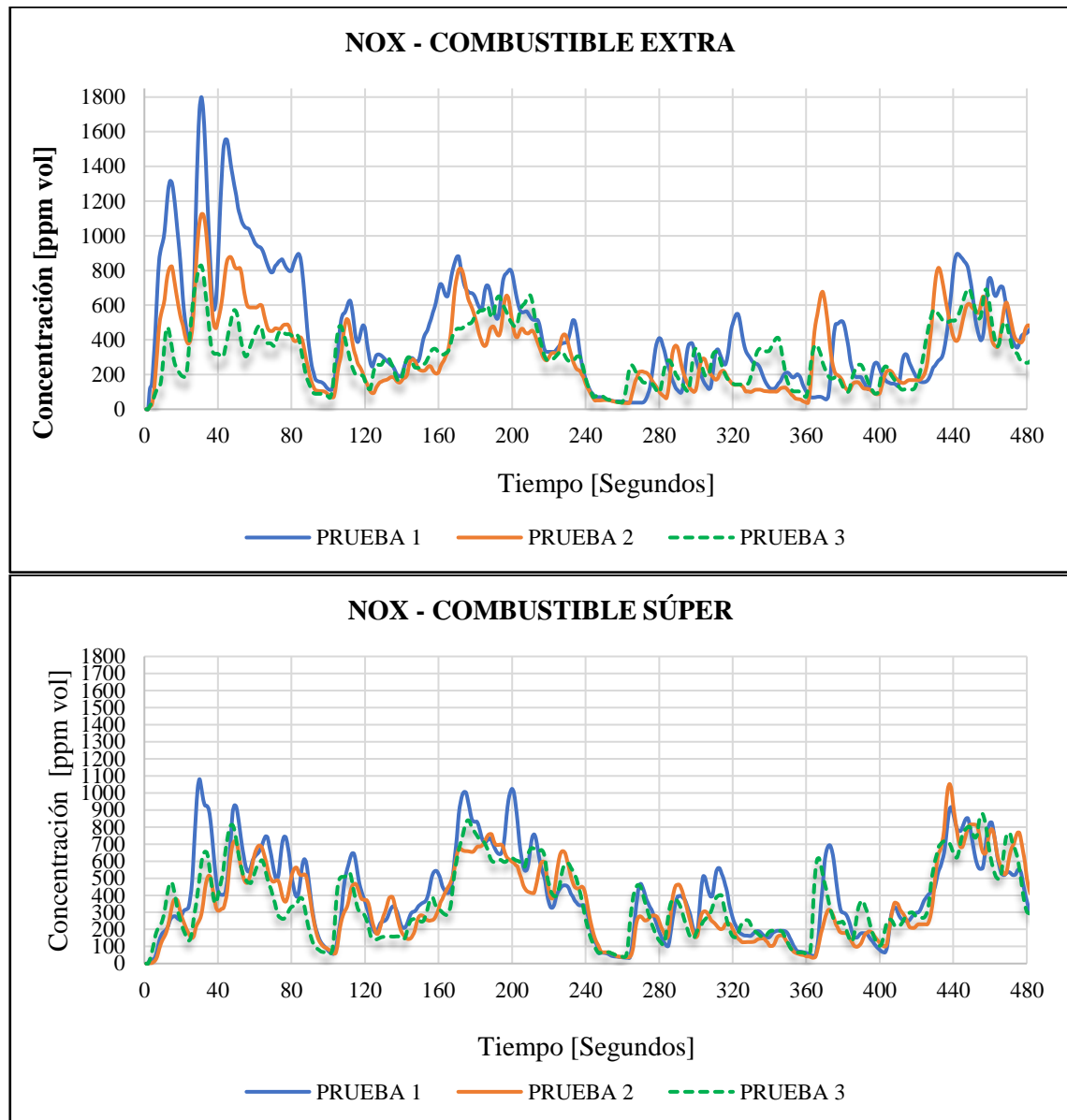


Gráfico 11-3. Análisis del NOx con los combustibles Extra y Súper

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el Gráfico 11-3 se puede observar los datos de Óxidos de Nitrógeno, estos nacen con la combinación de oxígeno y el nitrógeno del aire y estos se forman a altas temperaturas sobre los 1200°C y bajo presión.

En los valores promedios que se muestran en los anexos L y M, se puede observar que el combustible Extra tiene un valor de 367,34 [ppm] y en el combustible Súper tiene un valor de 379,74 [ppm], estos valores son altos según en comparación con los autores (Llanes et al., 1997, p.12), ya que debe mantenerse por debajo de los 100 ppm. Entre los valores de promedio se tiene una

diferencia de 14 [ppm] en el combustible Súper, esto indica que tiende a elevarse provocando un mayor daño al medio ambiente y a los seres vivos.

3.2.6. Resultados de Lambda

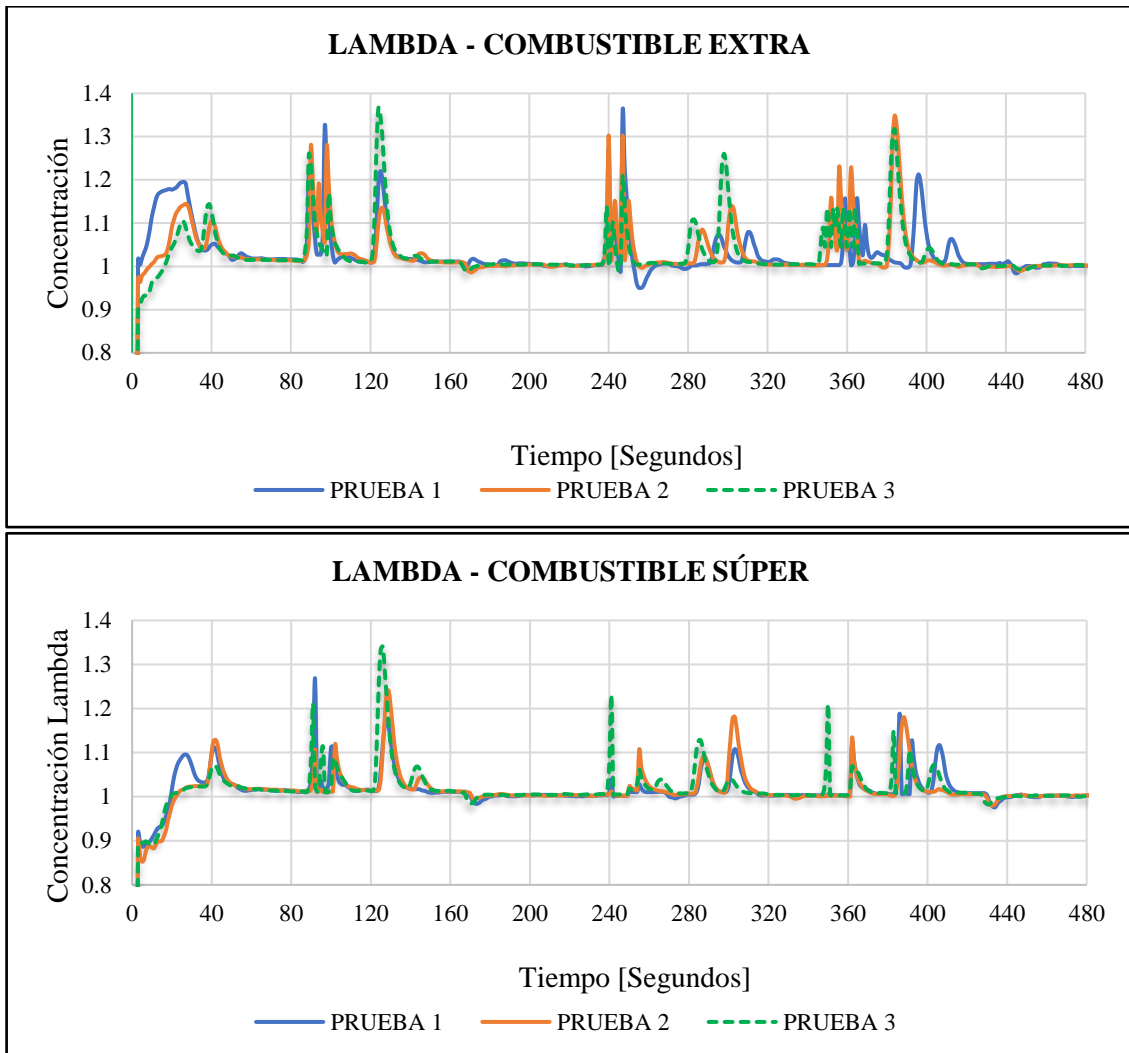


Gráfico 12-3. Análisis del Lambda con los combustibles Extra y Súper

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el Gráfico 12-3, se observa valores promedios de lambda son muy cercanos a 1, también se observan valores que en cierto instante se elevan hasta 1,36 en el caso del combustible Extra y en el caso del combustible Súper se eleva hasta alcanzar valores de 1,34, según los valores de (Rocha et al., 2018, p.9), se puede deducir que estos valores elevados se debe a que en ciertos picos el motor trabaja en condición de pobreza, en cambio se tiene los valores promedios que significa que el motor trabaja en condiciones normales de la mezcla aire y combustible que es de 14,7 gramos de aire por 1 gramo de gasolina.

3.3. Análisis del consumo de combustible

Para el análisis del consumo de combustible tanto de Extra como del Súper, por lo tanto, se considera seguir un proceso de conversión de resultados de los gases contaminantes que están dados en [% Vol.] y [ppm] convertirlos a [g/km]. La Tabla 1-3 descompone la varianza de consumo (l) en dos componentes: un componente entre - grupos y un componente dentro de grupos. la razón-f, que en este caso es igual a 12,25, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. puesto que el valor-p de la prueba-f es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de consumo (l) entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 1-3: ANOVA para consumo (l) (g/km) por tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-f	Valor-p
Entre grupos	0,000816667	1	0,000816667	12,25	0,0249
Intra grupos	0,000266667	4	0,000066667	–	–
Total (corr.)	0,001083330	5	–	–	–

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el Gráfico 13-3, se observa que la intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles. En este caso se puede apreciar la diferencia del consumo en cada grupo o cada combustible que se presenta.

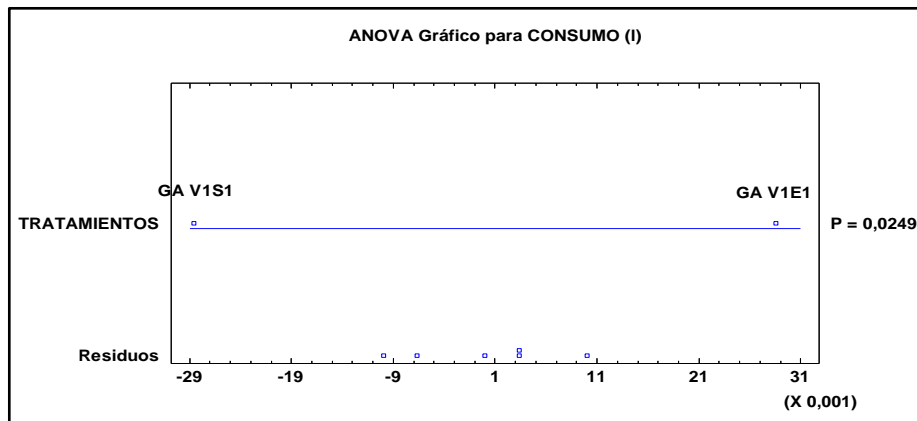


Gráfico 13-3. Comparación del consumo de combustible en (L)

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

Esta Tabla 2-3, se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se ha colocado un asterisco junto a 1 par, indicando que este par muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según

la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 2-3: Pruebas de Múltiple Rangos para CONSUMO (l) por TRATAMIENTOS (Método: 95,0 porcentaje LSD)

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
GA V1S1	3	0,386667	X
GA V1E1	3	0,410000	X
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
GA V1E1 - GA V1S1	*	0,023333	0,0185097

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el Gráfico 14-3 muestra resultados de los dos combustibles, teniendo una diferencia del consumo de 0,023333 para el combustible Extra.

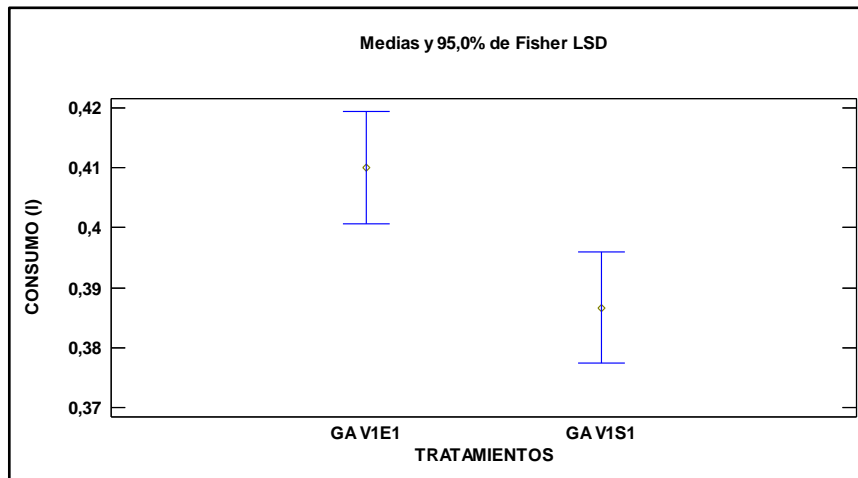


Gráfico 14-3. Comparación del consumo de combustible en (L)

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

Todos estos valores obtenidos mediante las pruebas dinámicas y por consiguiente analizados estadísticamente, concuerdan con los resultados obtenidos en (Rodríguez et al., 2021, p.11), donde menciona que los automóviles bajo un trabajo de velocidad mínima o velocidad promedio de 44 km/h, tienen una relación estadística, con diferencias específicas: cilindraje del motor, mantenimiento del motor y tipo de combustible. Estos parámetros confirman a lo mencionado en (Lima y Galvez, 2016, p.62), donde se afirmó estadísticamente y experimentalmente que el consumo permite determinar el costo económico general al ejercer un ciclo de conducción rutinario o

prolongado, los cuales resultan ser directamente proporcionales al rango de cilindraje del vehículo, de tal manera como resultado de esta investigación, al poseer un motor 1.5 se obtiene un consumo entre los valores de 0.38 – 0.39 (l) para Super y 0.40 - 0.42 (l) para Extra, siendo mayor este último. Y según los resultados de (Lima y Galvez, 2016, p.75), para vehículos de más de 2000 cc, se obtiene un consumo de 0.43-0.5 (l).

En la Tabla 4-3, se presentan los costos actuales de los combustibles fósiles por galón, (información del 11 de marzo del 2021). Y dentro del análisis económico se refleja en la Tabla 5-3, un valor promedio del consumo en relación una sola prueba del ciclo de conducción, donde dio como resultado un mayor gasto económico con Gasolina Super, a pesar que el consumo del mismo es inferior a la Gasolina Extra.

Tabla 3-1: Precios de combustible

Tipo	Precio Anterior	Precio Actual
Extra	\$ 1.758	\$ 2.55
Super	\$ 1.968	\$ 3.30

Fuente: (EP PETROECUADOR, 2021).

Tabla 4-3: Valor promedio del consumo

Tipo	Consumo en Litros (promedio)	Consumo en Galones (promedio)	Gasto Económico
Extra	0,41	0,1085	\$ 0,26
Super	0,38667	0,1022	\$ 0,325

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

3.4. Análisis de los factores de emisión

La Tabla 5-3 descompone la varianza de emisiones en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón-f, que en este caso es igual a 38,4743, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-p de la prueba-f es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de emisiones entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Tabla 5-3: ANOVA para emisiones por tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4,773580	5	0,9547160	38,47000	0,00000
Intra grupos	0,297773	12	0,0248144	–	–
Total (Corr.)	5,071350	17	–	–	–

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

En el Gráfico 15-3, se observan los resultados referentes a los factores de emisión de CO, HC y NOx en relación con los combustibles extra y super. En el factor de emisión de CO se observa que en el combustible extra demanda una mayor emisión de CO con un valor de 1,23325 (% vol), mientras que se tiene un valor de 1,19505 (% vol) para el combustible super, teniendo una diferencia de 0,0382 (% vol) como se puede apreciar en la Tabla 6-3. Con respecto al factor de emisión HC no existe una diferencia significativa, como característica importante tenemos un valor para el combustible extra de 0,0241433 (g/km) más de emisión que realizar el ciclo de conducción con el combustible super que tiene un valor de 0,0231133 (g/km). Y por último las concentraciones de NOx se observa en el Gráfico 15-3 que no hay diferencia significativa.

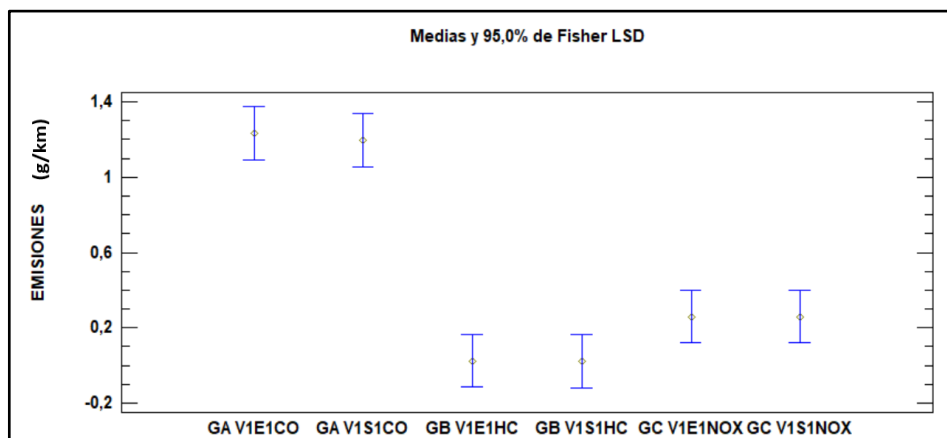


Gráfico 15-3. Comparativo de factores de emisiones (g/km)

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

Esta Tabla 6-3 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 8 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD)

de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 6-3: Pruebas de Múltiple Rangos para EMISIONES por TRATAMIENTOS
(Método: 95,0 porcentaje LSD)

TRATAMIENTOS	CASOS	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
GB VIS1HC	3	0,0231133	X
GB V1E1HC	3	0,0241433	X
GC V1E1NOX	3	0,2583770	X
GC VIS1NOX	3	0,2587330	X
GA VIS1CO	3	1,1950500	X
GA V1E1CO	3	1,2332500	X
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
GA V1E1CO - GA VIS1CO	-	0,0382000	0,280238
GB V1E1HC - GB VIS1HC	-	0,0010300	0,280238
GC V1E1NOX - GC VIS1NOX	-	-0,0003567	0,280238

Realizado por: Reinoso Jimmy, 2022.

Una vez con el tratamiento estadístico y con la visualización de los factores de emisión en cada segundo, durante todo el periodo del ciclo de conducción IM-240, se puede afirmar que los resultados tienen igual coordinación con los expuestos en el trabajo de investigación (Recalde y Revelo, 2015, p.84), donde específicamente los factores de CO y HC tienden a incrementarse en los instantes de aceleración y con valores más elevados en la primera etapa del alcance de la mayor velocidad para cada prueba realizada. Mientras que para el factor NO_x tiende a elevarse en la etapa donde se tiene velocidades promedio en simulación cuando se mantiene una conducción en carretera. Para el caso de un enfoque de los factores de emisión para cada combustible, tiene el mismo comportamiento y coincide con las mismas tendencias de fluctuación que la investigación (Llanes et al., 1997, p.14), que a pesar que los motores de ambos vehículos son muy similares, el ciclo de conducción son diferentes, donde se generó un factor de HC y NO_x parcialmente sin cambios representativos para Súper y Extra, pero caso contrario con los factores de CO, en el cual se incrementa con el combustible Extra. Ante esta relación comprobada con los factores de combustibles con Súper y Extra, se puede argumentar con lo mencionado y demostrado en la investigación (Rocha et al., 2018, p.12). Que afirma que mientras a un combustible se le adicione aditivos, considerando su número RON, este va a resultar con una tendencia decreciente de sus factores de emisión respectivos, es así que se hace una relación con los combustibles trabajados en esta investigación, cumpliendo que los factores de emisión mas elevados va a poseer un combustible de peor calidad.

CONCLUSIONES

- Mediante las pruebas dinámicas IM-240 se puede obtener el consumo de combustible en condiciones de ciclos de conducción comparando la proporción de los resultados del combustible Extra y del combustible Súper con una diferencia de consumo de combustible de 2,333%. Con el combustible Súper existe menos consumo, pero genera un costo adicional que el combustible Extra que es de 6,5% como se muestra en el análisis de la tabla 3-4. Con estos datos obtenidos se logra conseguir una diferencia de consumo de combustible en las mismas condiciones expuestas al motor, también señalar que con el combustible Súper el motor funciona de mejor manera ya que tiene un mayor octanaje permitiendo tener una buena combustión.
- La relación comprobada con los factores de combustibles con Súper y Extra, se puede argumentar que los resultados a tratar en las pruebas del banco dinamométrico del vehículo son aprobadas en cada una de las concentraciones de contaminantes, teniendo tendencia en los gases predominantes que son CO, HC, NOx. Los valores de CO indica una diferencia del 3,82% para el combustible Súper, y el gas HC con un valor de 0,10% para el combustible Super y el gas NOx teniendo una diferencia de 0,0356% para el combustible Extra. Como se puede observar en los resultados de los análisis de las emisiones, los valores obtenidos se encuentran dentro del funcionamiento normal del vehículo.
- Mediante las pruebas de ciclos de conducción IM-240, se determinó que la gasolina Súper es el combustible que menos contaminante tiene en el vehículo de prueba Chevrolet Aveo Family, se puede decir que proporciona un porcentaje casi estable en cuanto a emisiones. Y respecto al consumo de combustible, también con la gasolina Súper existe menor consumo al momento de realizar las pruebas dinámicas en condiciones de altura.

RECOMENDACIONES

- Para realizar las pruebas dinámicas IM-240, se recomienda tener el vehículo de prueba en óptimas condiciones mecánicas, de esta forma obtener resultados más acertadas en cuanto al consumo y las emisiones contaminantes del motor en los dos tipos de combustibles que son el Extra y el Súper.
- Se recomienda tener todos los equipos necesarios de medición en buenas condiciones y calibradas, ya sea una reparación o sustituir un equipo en malas condiciones. Por tanto, equipos que se encuentran calibradas en un buen mantenimiento, los resultados serán más preciso al momento de medición del consumo de combustible y de las emisiones contaminantes.
- Se recomienda tener un scanner automotriz para obtener los datos de los sensores y actuadores que estén directamente relacionado con el funcionamiento del motor en tiempo real, es decir poder adquirir dichos datos en el momento preciso de prueba de funcionamiento del vehículo mediante el ciclo IM-240. Y de esta forma poder realizar un análisis entre los dos combustibles de prueba como es el Extra y el Súper respecto a los valores entregados por el scanner automotriz.

BIBLIOGRAFÍA

- AEADE.** Anuario 2020. [En línea]. Quito-Ecuador: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2020. [Consultado en: 2021-07-20]. Disponible en:
http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2020/07/AEADE-ANUARIO-2019-OK_1.pdf.
- AGUIRRE, G., & VACA, L.** Estudio de las propiedades fisicoquímicas de la gasolina extra aditivada con alcoholes, en la Refinería Esmeraldas. [en línea]. *Tesis de grado, Quito*. 2017. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9783/1/T-UCE-0017-008-2017.pdf>.
- AMY, J.** Handbook for purchasing a small transit vehicle. *Department of Transportation Common Wealth of Pennsylvania, USA*. 1998. pp. 140.
- ANTAMBA, J. & REYES, G. & GRANJA, M.** Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1, utilizando gasolina de la Comunidad Andina. *Enfoque UTE*. 2016., vol. 7, no. 3, pp. 110-119. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/enfoqueute.v7n3.109.
- ARROBA MUÑOZ, L. & JIMÉNEZ MARTÍNEZ, D.** Implementación de un sistema de tratamiento de gases de escape mediante inyección de aire en un vehículo a gasolina. [En línea] (*Tesis pregrado*). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador*, 2012, p. 11-15.
- ASAE.** Uniform terminology for agricultural machine management. 2005. , St. Joseph, Michigan. . [Consultado en: 2021-02-16]. Disponible en:
<https://www.asabe.org/>.
- ÁVILA RAMÍREZ, D. & AYALA CUEVA, J.** *Estudio del comportamiento de motores a gasolina respecto de la variación del octanaje*. [En línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de Grado) Quito. 2013. [Consultado en: 2021-08-05]. Disponible en:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8034/4/CD-5028.pdf>
- BENÍTEZ CHAMBA, J.D.** Evaluación del comportamiento de dos motores ciclo otto con dos tipos de combustible a 2800 msnm”.2020
- BOTTIGLIONE, F. & CONTURSI, T. & GENTILE, A. & MANTRIOTA, G.** The fuel economy of hybrid buses: The role of ancillaries in real urban driving. *Energies* [en línea],

vol. 7, no. 7. 2014. pp. 4202-4220. ISSN 19961073. DOI 10.3390/en7074202. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/264042828_The_Fuel_Economy_of_Hybrid_Buses_The_Role_of_Ancillaries_in_Real_Urban_Driving.

CAIZA JACOME, P.G. & PORTILLA AGUILAR, A. *Determinación de la influencia de la altura en emisiones contaminantes de un vehículo con motor de ciclo otto, de inyección electrónica de gasolina.* 2011. Tesis de Maestría. Quito: EPN, 2011. [Consultado en: 2021-10-15]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7684>.

CASA REINOSO, E. & LÉON RIVERA, E. Análisis de parámetros de información de diagnósticos pid's y ajustes de combustible lft-sft mediante el uso del escáner en vehículos de la marca chevrolet d-max 3.0 pertenecientes a la espe extensión latacunga .2017. pp: 14-56. [Consultado en: 2021-10-15]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4465/M-ESPEL0060.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CEVALLOS, J. Estimación del consumo de combustibles en el transporte terrestre en Ecuador. Instituto de Altos Estudios Nacionales, Centro de Prospectiva Estratégica, 2015. pp. 1-17. [Consultado en: 2021-10-15]. Disponible en: http://ceproec.iaen.edu.ec/wps/2015_05.pdf.

E-AUTO. Emisiones Contaminantes - Óxido de Nitrógeno (NOx). [en línea]. 2021. Disponible en: <http://www.e-auto.com.mx/engew/index.php/85-boletines-tecnicos/7092-emisiones-contaminantes-oxido-de-nitrogeno-nox>.

EL COMERCIO. OCTANAJE DE LA GASOLINA. 2021. pp. 6

EP PETROECUADOR. Memoria de Sostenibilidad 2018. *Journal of Chemical Information and Modeling* [en línea], vol. 53, no. 9. pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9783/1/T-UCE-0017-008-2017.pdf>.

EP PETROECUADOR. precios de venta en terminal para las comercializadoras calificadas y autorizadas a nivel nacional periodo. no. 1222, pp. 650848.

FRANCO, V. & KOUSOULIDOU, M. & MUNTEAN, M. & NTZIACHRISTOS, L. Road vehicle emission factors development: A review. *Atmospheric Environment* [en línea], vol. 70, pp. 84-97. ISSN 13522310. DOI 10.1016/j.atmosenv.2013.01.006. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.01.006>.

FREY, C. & EICHENBERGER, D. Remote Sensing of Mobile Source Air Pollutant Emissions: Variability and Uncertainty in On-Road Emissions Estimates of Carbon Monoxide and Hydrocarbons for School and Transit Buses. , no. June, pp. 168.

GAO, J.& CHEN, H. & DAVE, K. & CHEN, J. & JIA, D. Fuel economy and exhaust emissions of a diesel vehicle under real traffic conditions. *Energy Science and Engineering*. 2020. vol. 8, no. 5, pp. 1781-1792. ISSN 20500505. DOI 10.1002/ese3.632.

GERMAN, S. *DETECCIÓN DE FALLAS A TRAVÉS DEL MODELO FUZZY LOGIC O DECISIÓN POR UMBRALES EN SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE VEHÍCULOS CON COMUNICACIÓN CAN*. S.I. 2018.

GONZALES, R. Motores Térmicos y sus Sistemas Auxiliares. [en línea]. 2015 Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/313895542_Motores_Termicos_y_sus_Sistemas_Auxiliares.

GUENTER, E. Estrategia de transporte bajo en carbono en Europa: una revisión crítica. [en línea]. 2016. pp. 31-35. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15568318.2015.1106246>.

GUEVARA HIDALGO, M. Metodología de pruebas para la evaluación de convertidores catalíticos en motores a gasolina. [en línea].2010. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2255/1/CD-2998.pdf>.

INE-SEMARNAT. Los vehículos automotores como fuentes de emisión. [en línea]. 2006. pp. 25-34. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/618/vehiculos.pdf>.

INEN. Productos derivados del petróleo. Gasolina. Requisitos. [en línea]. 2016. pp. 9. Disponible en: <http://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/06/nte-inen-935-9.pdf>.

LEGUÍSAMO, J.& LLANES CEDEÑO, E. & ROCHA HOYOS, J. Evaluación del consumo de combustible con conducción eficiente a 2750 metros de altura. [en línea]. 2018. no. November. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/334638833_EVALUACION_DEL_CONSUMO_DE_COMBUSTIBLE_CON_CONDUCCION_EFICIENTE_A_2750_METROS_DE_A

LTURA.

LEGUÍSAMO MILLA, J.C. & LLANES CEDEÑO, E. & ROCHA HOYOS, J. Impacto del Ecodriving sobre las emisiones y consumo de combustible en una ruta de Quito. *Enfoque UTE*. 2020. vol. 11, no. 1. pp. 68-83. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/enfoque.v11n1.500.

LIDER, F. Más exigencias para vehículos en seguridad y medioambiente. [en línea]. 2016. pp. 2-5. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2255/1/CD-2998.pdf>.

LIMA OYALA, B. & GALVEZ SANDOVAL, E. Análisis de consumo de combustible de los vehículos de categoría M1 que circulan en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca en horas de máxima demanda en función de los ciclos de conducción. [en línea]. 2016. pp. 62. Disponible en: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/201/220>.

LIQUI MOLY. UNIDAD JETCLEAN PLUS. [en línea]. 2021. vol. 0, pp. 1-6. Disponible en: https://products.liqui-moly.com/unidad-jetclean-plus.html?__store=limo_b2b_com_es&__from_store=limo_b2b_com_it.

LLANES CEDEÑO, E. & ROCHA HOYOS, J.C. & PERALTA ZURITA, D. & LEGUISAMO MILLA, J. Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador. *Nature* [en línea]. 1997. vol. 388, pp. 539-547. Disponible en: https://www.mendeley.com/catalogue/bcaedca9-8d45353ba16659c3d4a892be/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Be0e34602-7ae6-424f-a0c7-c055312928f3%7D.

LLANES, E. & ROCHA, J. & PERALTA, D. & LEGUÍSAMO, J. Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador. *Enfoque UTE* [en línea]. 2018. vol. 9, no. 2, pp. 149-158. ISSN 1390-9363. Disponible en: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/201/220>.

LUSILECTRA. Maha LPS 3000. 2021. pp. 1-5.

MAHA M. & CO, K. MDO2-LON. [en línea]. 2018. pp. 2-4. Disponible en: <https://www.maha.es/analizador-de-emisiones-mdo2-lon-con-terminal-de-mano.htm>.

- MAHA M. & CO, K.** TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN DE GASES DE ESCAPE ANALIZADOR DE GASES DE COMBUSTIÓN. [en línea]. 2021. Disponible en: <https://www.maha.de/de/produkte/abgasmesstechnik/abgasmessgeraet/met-61~p2120>.
- MANUAL DEL USUARIO.** Banco de potencia LPS 3000 para vehículos ligeros. [en línea]. 2003. vol. V1. 05, pp. 110. Disponible en: <http://www.electicol.com/contenido/2016-05-27/archivo/ARCHIVO-19.pdf>.
- MANUAL DEL USUARIO CHEVROLET AVEO.** CHEVROLET AVEO FAMILY. *Автомобильный Транспорт* [en línea]. 2017. pp. 2. ISSN 2309-981X. Disponible en: <https://www.chevrolet.com.ec/content/dam/chevrolet/south-america/ecuador/espanol/index/taxis/aveo/02-pdf/taxi-ficha-tecnica-aveo-family.pdf>.
- MCILROY, R. & STANTON, N.** What do people know about eco-driving? *Ergonomics* [en línea]. 2017. vol. 60, no. 6, pp. 754-769. ISSN 13665847. DOI 10.1080/00140139.2016.1227092. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2016.1227092>.
- MDMQ.** Diagnóstico de la movilidad en el distrito metropolitano de Quito. *Secretaría de Movilidad* [en línea]. 2014. pp. 25. Disponible en: <http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/pdf/diagnosticomovilidad.pdf>.
- METROGAS.** Combustión. [en línea]. 2020. Disponible en: http://www.metrogas.cl/industria/asesoria_tecnica_1.
- MIERLO VAN, J. & MAGGETO, G. & VAN DE BURG WAL, E. & GENSE, R.** Driving style and traffic measures-influence on vehicle emissions and fuel consumption. *Revista de Ingeniería Automotriz* [en línea]. 2004. vol. 218, no. 1, pp. 43-50. Disponible en: <https://doi.org/10.1243%2F095440704322829155>.
- MONTERO, J.** Estudio de la combustión de un motor monocilíndrico de ignición alimentado con mezclas gasolina-etanol anhidro e hidratado a distintas concentraciones. [en línea]. 2011. pp. 1-60. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46427/QuirozCortesMCarmen.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- MORQUECHO, F.** Análisis de Rendimiento y Costo de los Combustibles Ecopaís y Super.

INNOVA Research Journal. 2018. vol. 3, no. 10.1, pp. 135-149. DOI 10.33890/innova.v3.n10.1.2018.899.

NTE INEN 2 349:2003. Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. [en línea]. 2006. pp. 21. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2349.pdf>.

NTE INEN 2204. Norma Técnica Ecuatoriana Ecuatoriana NTE INEN 2204. *Inen* [en línea]. 2016. Disponible en: <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2016/12/PROYECTO-A2-NTE-INEN-2204.pdf>.

PALOMARES, J. MOTORES DE COMBUSTION OTTO. [en línea]. 2013. pp. 1-11. Disponible en: https://es.slideshare.net/jimpalomares/combustin-23673468?from_action=save.

POSADA HENAO, J. & GONZÁLEZ CLADERÓN, C. Consumo De Combustible En Vehículos Para Transporte Por Carretera - Modelos Predictivos . *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* [en línea]. 2013. vol. 12, no. 23, pp. 35-46. ISSN 1692-3324. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242013000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

RECALDE ROJAS, M. & REVELO ARGOTI, R. Análisis de emisiones en vehículos a gasolina utilizando pruebas estacionaria y dinámica mediante ciclo im-240. [en línea]. 2015. pp. 168. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11925/1/CD-6584.pdf>.

RENTING FINDERS. Gasolina Con Plomo. 2002

REVELLA, O. & DISCOLI, C. & AÓN, L. & OLIVERA, H. Emisión de contaminantes vehiculares de origen energético en centros urbanos. [en línea]. 2006. vol. 6, no. 2003, pp. 2006. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/237479754.pdf>.

ROBALINO PONTÓN, S. & FLORES PEÑA, F. *Eficiencia Térmica de los Catalizadores*. Quito. 2018

ROCHA-HOYOS, J. & TIPANLUISA, L. & ZAMBRANO, V. & PORTILLA, Á. Estudio de un Motor a Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Aditivo Orgánico en el Combustible. *Información tecnológica*. 2018. vol. 29, no. 5, pp. 325-334. DOI

10.4067/s0718-07642018000500325.

ROCHA, JUAN. et al. Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas. *Ciencia UNEMI* [en línea]. 2018. vol. 11, no. 28, pp. 97-108. ISSN 1390-4272. DOI 10.29076/issn.2528-7737vol11iss28.2018pp97-108p. Disponible en: <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/711/668>.

ROCHA HOYOS, J. & ZAMBRANO LEON, V. Análisis del funcionamiento del motor de encendido provocado, debido a la presencia de aditivos. [en línea]. 2015. pp. 174. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9120>.

RODRIGUEZ LOPEZ, Y. & GARCIA TAIN, Y. & FERDANDEZ, L. Consumo de combustible de los motores de combustión interna. *Rev CieTéc Agr* [en línea]. 2021. vol. 19, no. Mci, pp. 1-8. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000100001.

RODRÍGUEZ, R. & VIRGUEZ, E. & RODRÍGUEZ, P. & BEHRENTZ, E. Influencia de los patrones de conducción en las emisiones de vehículos : un estudio de caso para ciudades de América Latina. 2016. pp. 1-7.

ROJANO, R. & MENDOZA, Y. & ARREGOCES, H. & RESTREPO, G. Dispersión de Contaminantes del Aire (PM10, NO2, CO, COV y HAP) emitidos desde una estación modular de compresión, tratamiento y medición de gas natural. *Informacion Tecnologica* [en línea]. 2016. S.l.: s.n., pp. 1-11. DOI 10.4067/S0718-07642016000500012. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071807642016000500012&script=sci_arttext&tlng=n.

ROSAS HUERA, Á. & BARONA LÓPEZ, G. Elaboración de un manual de mantenimiento para el dinamómetro de chasis lps 3000, instalado en el centro de transferencia tecnológica para la capacitación e investigación en control de emisiones vehiculares (CCICEV). [en línea]. 2011. pp. 190. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4457/3/CD-4067.pdf>.

ROSSANA, A. Definición de Combustión. [en línea]. 2021. Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/combustion/>.

SATORRA, J. Tipos de gases producidos en la combustion y sus consecuencias | Els Blogs d'en Jaume Satorra. *Posted on 27 enero, 2010 by Jaume Satorra* [en línea]. 2010. pp. 25-27. Disponible en: <https://jaumesatorra.wordpress.com/2010/01/27/tipos-de-gases-producidos-en-la-combustion-y-sus-consecuencias/>.

SOFIAN, S. La gasolina y sus propiedades. [en línea]. 2017. Disponible en: <https://sites.google.com/site/combust5sergiosofian/1-combustibles-1/1-1-la-gasolina-y-sus-propiedades>.

TOYOTA TECHNICAL TRAINING. EMISSION TESTING & ENHANCED I/M, 2015. Servicio de información on-line emission testing.

TRANSPORT. CLIMATE CHANGE. 2007. Commission for Integrated Transport. *London*, pp. 108.

US ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). International Energy Outlook 2017 Overview. *International Energy Outlook 2017* [en línea]. 2017. vol. IEO2017, no. 2017, pp. 143. ISSN 0163660X. Disponible en: [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf).

VARAS, S. PROCESOS DE COMBUSTIÓN. [en línea]. 2014. no. 5, pp. 7-9. Disponible en: <https://ingjjnina.jimdofree.com/app/download/6026560918/Act.+de+Aprend.+Nº+5+Teoría+de+la+Combustion.pdf?t=1526568750&mobile=1>.

VELASCO, J. Energías renovables. [en línea]. 2009. pp. 670. Disponible en: https://www.reverte.com/libro/energias-renovables_89320/.

VSÓROV, B. Manual de motores Diesel para tractores. *Editorial MIR*. 1986

YEPEZ, R. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO EN LA VÍA ALOAG – TANDAPI, PARROQUIA MANUEL CORNEJO ASTORJA. S.I. 2013.

ANEXOS

ANEXO A: Norma NTE INEN 935 Novena revisión 2016-03

TABLA 1. Requisitos de la gasolina de 87 octanos (RON)

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) ^a	--	87	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	189	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% ^b	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	3	ASTM D381
Contenido de azufre	% ^c	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% ^b	--	30	ASTM D1319
Contenido de benceno	% ^b	--	1	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% ^b	--	18	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% ^c	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185

NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.

^a Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.

^b % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

^c % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

ANEXO B: Resolución No 15 386 Modificatoria 1 (2015-11-23)



GOBIERNO NACIONAL DE
LA REPÚBLICA DEL ECUADOR



Servicio
Ecuatoriano
de Normalización

Baquerizo Moreno E8-29 y
6 de Diciembre
Edificio INEN
www.normalizacion.gob.ec
Quito – Ecuador

MODIFICATORIA 1 (2015-11-23)

REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 028 (1R) “COMBUSTIBLES”

En la página 8, en DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Dice:

TRANSITORIA 1.- De conformidad con la solicitud de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador, EP PETROECUADOR, expresada mediante Oficio No. 10682-PCO-2014 de fecha 2014-04-30, en la que se indica que debido a los trabajos de rehabilitación en la Refinería Esmeraldas será necesario variar en hasta menos dos unidades de octano en las gasolinas establecidas en la norma NTE INEN 935, se aceptará dicha variación por el lapso de 18 meses a partir del 01 de junio del 2014.

TRANSITORIA 2.- De conformidad con la solicitud de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador, EP PETROECUADOR, expresada mediante Oficio No. 12520-PCO-2014 de fecha 2014-05-20, los requisitos que se muestran en las Tablas A.1 y B.1 de los Anexos A y B de este Reglamento Técnico, entrarán en vigencia cuando se ejecuten y se encuentre en operación normal la Refinería del Pacífico y la reconfiguración de la Refinería Esmeraldas.

TRANSITORIA 1. De conformidad con la solicitud de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador, EP PETROECUADOR, expresada mediante Oficio Nro. 28243-RREF-2015 de fecha 2015-10-07, en la que se indica que debido a las circunstancias que atraviesa el país, por la caída del precio del petróleo y los altos costos de producción que requeriría la importación de un mayor volumen de nafta de alto octano para las mezclas y, debido a que el plazo establecido en la Transitoria 1 del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 028 (1R) vigente, se encuentra próximo a fenecer, se concede una nueva prórroga para que la EP PETROECUADOR comercialice la gasolina Extra y Súper con hasta menos dos unidades de octano de las establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 935 vigente, por el lapso de 18 meses a partir del 01 de diciembre de 2015.

En la TRANSITORIA 2

Dice:

[...] Refinería Esmeraldas.

Debe decir:

[...] Refinería Esmeraldas.

TRANSITORIA 3. De conformidad con la solicitud de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador, EP PETROECUADOR, expresada mediante Oficio Nro. 29319-RREF-2015 de fecha 2015-10-22, en la que se indica que en virtud de las actuales circunstancias que atraviesa el país por la caída del petróleo, la EP PETROECUADOR ha visto la necesidad inminente de la reducción de gastos, por lo que, ha analizado el alto costo que representa el abastecimiento de Diesel Premium para el parque automotriz en la Zona de Influencia de la Refinería Shushufindi ya que la única forma de hacerlo es vía terrestre; así como también, la salida de divisas del país por ser un

ANEXO C: Datos del CO combustible Extra

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
TIEMPO	CO	CO	CO
S	[% vol]	[% vol]	[% vol]
1	4,160	4,814	5,221
2	4,144	3,954	4,448
3	2,886	2,761	3,593
4	2,180	2,311	3,196
5	1,686	1,867	3,100
6	1,180	1,540	2,950
7	0,770	1,318	2,516
8	0,512	1,166	1,910
9	0,400	1,036	1,737
10	0,287	0,818	1,610
11	0,180	0,640	1,560
12	0,133	0,500	1,350
13	0,093	0,407	1,117
14	0,073	0,287	0,760
15	0,060	0,180	0,582
16	0,040	0,133	0,380
17	0,033	0,088	0,229
18	0,030	0,060	0,160
19	0,028	0,040	0,109
20	0,020	0,031	0,068
21	0,020	0,024	0,050
22	0,020	0,020	0,034
23	0,020	0,020	0,030
24	0,020	0,020	0,030
25	0,020	0,020	0,030
26	0,040	0,036	0,030
27	0,067	0,058	0,030
28	0,120	0,080	0,030
29	0,200	0,080	0,030
30	0,324	0,080	0,030
31	0,387	0,073	0,021
32	0,388	0,070	0,020
33	0,360	0,070	0,020
34	0,280	0,050	0,020
35	0,209	0,036	0,020
36	0,187	0,036	0,036
37	0,170	0,033	0,066
38	0,170	0,060	0,116

39	0,170	0,091	0,160
40	0,177	0,109	0,140
41	0,183	0,113	0,118
42	0,190	0,100	0,090
43	0,190	0,080	0,070
44	0,177	0,067	0,061
45	0,153	0,060	0,066
46	0,152	0,060	0,087
47	0,250	0,090	0,100
48	0,472	0,108	0,100
49	0,580	0,123	0,092
50	0,680	0,147	0,086
51	0,680	0,170	0,078
52	0,520	0,162	0,060
53	0,427	0,142	0,040
54	0,347	0,107	0,040
55	0,280	0,090	0,037
56	0,220	0,070	0,030
57	0,198	0,063	0,030
58	0,163	0,057	0,023
59	0,143	0,050	0,020
60	0,120	0,041	0,020
61	0,093	0,040	0,020
62	0,081	0,046	0,029
63	0,070	0,050	0,026
64	0,070	0,050	0,020
65	0,100	0,042	0,020
66	0,127	0,036	0,020
67	0,131	0,030	0,020
68	0,120	0,030	0,020
69	0,100	0,030	0,020
70	0,087	0,030	0,020
71	0,073	0,030	0,020
72	0,068	0,030	0,020
73	0,060	0,030	0,016
74	0,050	0,030	0,012
75	0,050	0,021	0,020
76	0,058	0,020	0,020
77	0,060	0,020	0,020
78	0,060	0,020	0,020
79	0,060	0,028	0,020

80	0,060	0,030	0,020
81	0,067	0,030	0,020
82	0,102	0,030	0,023
83	0,180	0,030	0,030
84	0,233	0,030	0,030
85	0,218	0,030	0,021
86	0,201	0,028	0,014
87	0,140	0,020	0,018
88	0,083	0,014	0,017
89	0,049	0,016	0,010
90	0,037	0,010	0,008
91	0,030	0,010	0,004
92	0,024	0,004	0,001
93	0,016	0,006	0,010
94	0,030	0,004	0,023
95	0,203	0,010	0,047
96	0,470	0,056	0,100
97	1,163	0,153	0,200
98	1,589	0,340	0,260
99	1,858	0,430	0,249
100	1,850	0,500	0,224
101	1,432	0,438	0,170
102	1,014	0,358	0,206
103	0,759	0,276	0,254
104	0,547	0,190	0,313
105	0,360	0,151	0,320
106	0,282	0,124	0,270
107	0,209	0,142	0,223
108	0,153	0,170	0,180
109	0,120	0,180	0,140
110	0,102	0,149	0,080
111	0,100	0,123	0,053
112	0,093	0,083	0,044
113	0,070	0,060	0,040
114	0,061	0,050	0,040
115	0,051	0,061	0,076
116	0,054	0,079	0,089
117	0,060	0,110	0,093
118	0,060	0,110	0,077
119	0,058	0,094	0,056
120	0,051	0,072	0,044
121	0,037	0,043	0,027
122	0,052	0,029	0,020
123	0,130	0,020	0,020
124	0,326	0,026	0,020
125	0,337	0,037	0,020

126	0,332	0,050	0,020
127	0,248	0,050	0,020
128	0,170	0,041	0,020
129	0,116	0,036	0,020
130	0,087	0,030	0,012
131	0,067	0,029	0,010
132	0,040	0,020	0,010
133	0,032	0,020	0,010
134	0,030	0,020	0,010
135	0,030	0,020	0,010
136	0,030	0,020	0,012
137	0,050	0,029	0,020
138	0,067	0,070	0,040
139	0,093	0,094	0,051
140	0,124	0,110	0,064
141	0,140	0,092	0,080
142	0,132	0,090	0,089
143	0,124	0,094	0,082
144	0,118	0,101	0,076
145	0,100	0,110	0,070
146	0,077	0,102	0,050
147	0,054	0,087	0,037
148	0,043	0,070	0,023
149	0,030	0,050	0,020
150	0,030	0,030	0,020
151	0,023	0,030	0,020
152	0,020	0,032	0,020
153	0,020	0,040	0,019
154	0,020	0,040	0,010
155	0,020	0,034	0,010
156	0,020	0,026	0,010
157	0,020	0,020	0,013
158	0,020	0,020	0,020
159	0,029	0,020	0,020
160	0,030	0,020	0,020
161	0,030	0,020	0,020
162	0,030	0,020	0,020
163	0,030	0,020	0,020
164	0,230	0,020	0,207
165	0,497	0,062	0,497
166	0,849	0,218	0,743
167	0,890	0,800	0,847
168	0,712	0,961	0,740
169	0,584	1,067	0,560
170	0,423	0,960	0,420
171	0,316	0,856	0,327

172	0,223	0,660	0,260
173	0,170	0,536	0,190
174	0,150	0,447	0,160
175	0,131	0,347	0,147
176	0,120	0,280	0,138
177	0,110	0,230	0,130
178	0,110	0,190	0,100
179	0,110	0,157	0,083
180	0,110	0,130	0,066
181	0,110	0,103	0,058
182	0,128	0,091	0,040
183	0,158	0,101	0,056
184	0,191	0,112	0,073
185	0,230	0,130	0,090
186	0,230	0,139	0,110
187	0,214	0,140	0,110
188	0,197	0,143	0,103
189	0,170	0,150	0,102
190	0,130	0,150	0,110
191	0,103	0,137	0,110
192	0,084	0,126	0,110
193	0,080	0,110	0,106
194	0,080	0,100	0,098
195	0,074	0,091	0,090
196	0,080	0,090	0,082
197	0,080	0,089	0,077
198	0,080	0,080	0,070
199	0,080	0,080	0,070
200	0,072	0,076	0,060
201	0,070	0,070	0,060
202	0,070	0,070	0,057
203	0,070	0,070	0,050
204	0,090	0,070	0,050
205	0,133	0,072	0,058
206	0,167	0,098	0,071

207	0,190	0,160	0,082
208	0,172	0,222	0,100
209	0,153	0,226	0,100
210	0,137	0,209	0,096
211	0,109	0,170	0,083
212	0,100	0,139	0,070
213	0,077	0,097	0,040
214	0,063	0,067	0,033
215	0,050	0,050	0,030
216	0,050	0,040	0,030
217	0,057	0,050	0,044
218	0,096	0,083	0,080
219	0,120	0,117	0,116
220	0,132	0,130	0,129
221	0,140	0,130	0,140
222	0,131	0,112	0,140
223	0,124	0,099	0,124
224	0,120	0,090	0,113
225	0,123	0,090	0,106
226	0,150	0,080	0,090
227	0,158	0,080	0,070
228	0,142	0,077	0,059
229	0,120	0,070	0,046
230	0,080	0,050	0,036
231	0,060	0,043	0,027
232	0,053	0,037	0,022
233	0,050	0,028	0,020
234	0,050	0,020	0,019
235	0,027	0,011	0,010
236	0,022	0,007	0,014
237	0,016	0,009	0,008
238	0,018	0,009	0,007
239	0,017	0,006	0,008
240	0,007	0,004	0,007

				TOTAL
PROMEDIO	0,233	0,166	0,168	0,188

ANEXO D: Datos del CO combustible Súper

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
TIEMPO	CO	CO	CO
[s]	[% vol]	[% vol]	[% vol]
1	6,871	8,392	6,320
2	6,633	8,303	5,491
3	6,033	7,781	5,152
4	5,571	7,088	4,809
5	5,050	5,823	4,560
6	4,631	5,209	4,524
7	4,422	5,017	4,559
8	4,072	5,006	4,501
9	3,730	4,920	4,390
10	3,341	4,451	4,014
11	3,056	4,280	3,629
12	2,923	4,176	3,167
13	2,809	4,090	2,630
14	2,500	3,663	1,842
15	2,080	3,196	1,277
16	1,520	2,407	0,958
17	1,214	1,817	0,728
18	0,838	1,223	0,470
19	0,550	0,852	0,363
20	0,371	0,616	0,332
21	0,233	0,460	0,293
22	0,154	0,300	0,253
23	0,110	0,210	0,200
24	0,070	0,163	0,160
25	0,050	0,123	0,113
26	0,050	0,103	0,093
27	0,083	0,090	0,078
28	0,132	0,090	0,070
29	0,210	0,082	0,061
30	0,228	0,069	0,054
31	0,208	0,059	0,048
32	0,183	0,050	0,040
33	0,130	0,050	0,032
34	0,090	0,046	0,030
35	0,067	0,040	0,030
36	0,053	0,040	0,030
37	0,040	0,031	0,030
38	0,040	0,037	0,030
39	0,100	0,047	0,037
40	0,219	0,070	0,050
41	0,306	0,088	0,043

42	0,360	0,090	0,040
43	0,316	0,081	0,040
44	0,260	0,069	0,040
45	0,212	0,060	0,040
46	0,147	0,052	0,040
47	0,120	0,050	0,048
48	0,120	0,050	0,050
49	0,127	0,050	0,050
50	0,144	0,060	0,060
51	0,180	0,087	0,068
52	0,207	0,100	0,070
53	0,209	0,100	0,066
54	0,187	0,090	0,050
55	0,160	0,072	0,040
56	0,107	0,061	0,040
57	0,089	0,049	0,038
58	0,076	0,040	0,030
59	0,059	0,040	0,030
60	0,050	0,036	0,030
61	0,042	0,030	0,030
62	0,040	0,030	0,031
63	0,040	0,040	0,040
64	0,040	0,040	0,040
65	0,040	0,038	0,040
66	0,040	0,030	0,047
67	0,040	0,030	0,060
68	0,040	0,030	0,080
69	0,049	0,030	0,074
70	0,050	0,032	0,063
71	0,050	0,040	0,050
72	0,049	0,040	0,041
73	0,039	0,040	0,030
74	0,030	0,032	0,030
75	0,030	0,030	0,030
76	0,039	0,030	0,030
77	0,050	0,020	0,030
78	0,090	0,027	0,030
79	0,110	0,032	0,037
80	0,117	0,042	0,040
81	0,116	0,060	0,040
82	0,100	0,060	0,030
83	0,080	0,056	0,043
84	0,063	0,050	0,059
85	0,050	0,050	0,093
86	0,048	0,050	0,120

87	0,040	0,043	0,106
88	0,032	0,037	0,094
89	0,027	0,030	0,076
90	0,028	0,024	0,047
91	0,019	0,020	0,030
92	0,016	0,020	0,029
93	0,010	0,020	0,020
94	0,010	0,013	0,020
95	0,002	0,010	0,020
96	0,030	0,014	0,017
97	0,080	0,014	0,010
98	0,248	0,043	0,010
99	0,401	0,070	0,010
100	0,573	0,070	0,010
101	0,640	0,070	0,010
102	0,627	0,070	0,019
103	0,587	0,060	0,050
104	0,480	0,060	0,089
105	0,340	0,060	0,146
106	0,286	0,060	0,197
107	0,270	0,060	0,270
108	0,270	0,060	0,310
109	0,250	0,060	0,271
110	0,217	0,060	0,201
111	0,161	0,060	0,157
112	0,119	0,052	0,110
113	0,080	0,043	0,079
114	0,053	0,036	0,059
115	0,044	0,030	0,050
116	0,040	0,020	0,050
117	0,040	0,027	0,050
118	0,050	0,043	0,050
119	0,050	0,050	0,047
120	0,050	0,050	0,048
121	0,043	0,050	0,030
122	0,040	0,038	0,030
123	0,028	0,031	0,048
124	0,030	0,020	0,067
125	0,030	0,020	0,082
126	0,034	0,020	0,100
127	0,050	0,026	0,109
128	0,050	0,023	0,101
129	0,050	0,030	0,083
130	0,041	0,022	0,067
131	0,029	0,029	0,040
132	0,020	0,030	0,033

133	0,020	0,030	0,027
134	0,020	0,030	0,020
135	0,020	0,030	0,020
136	0,010	0,026	0,011
137	0,010	0,020	0,010
138	0,010	0,019	0,010
139	0,017	0,010	0,010
140	0,040	0,010	0,019
141	0,067	0,013	0,029
142	0,092	0,020	0,049
143	0,146	0,070	0,060
144	0,191	0,106	0,060
145	0,200	0,110	0,073
146	0,177	0,110	0,084
147	0,161	0,110	0,090
148	0,150	0,101	0,080
149	0,120	0,091	0,062
150	0,090	0,071	0,047
151	0,070	0,058	0,040
152	0,056	0,040	0,040
153	0,040	0,033	0,040
154	0,030	0,030	0,046
155	0,024	0,030	0,046
156	0,020	0,020	0,039
157	0,019	0,020	0,030
158	0,010	0,020	0,030
159	0,018	0,020	0,030
160	0,020	0,020	0,030
161	0,020	0,020	0,030
162	0,020	0,020	0,030
163	0,020	0,020	0,030
164	0,020	0,020	0,034
165	0,020	0,020	0,050
166	0,020	0,028	0,420
167	0,200	0,079	0,676
168	0,428	0,140	0,924
169	0,898	0,496	0,904
170	1,108	0,620	0,782
171	1,202	0,570	0,560
172	1,140	0,498	0,420
173	0,982	0,413	0,350
174	0,753	0,320	0,267
175	0,623	0,267	0,220
176	0,502	0,237	0,170
177	0,376	0,217	0,153
178	0,293	0,196	0,133

179	0,247	0,166	0,120
180	0,196	0,139	0,102
181	0,160	0,117	0,077
182	0,133	0,083	0,070
183	0,117	0,070	0,074
184	0,100	0,060	0,110
185	0,100	0,071	0,126
186	0,139	0,093	0,134
187	0,170	0,120	0,137
188	0,190	0,138	0,130
189	0,210	0,140	0,130
190	0,210	0,140	0,123
191	0,190	0,140	0,117
192	0,173	0,140	0,110
193	0,148	0,140	0,101
194	0,130	0,140	0,100
195	0,121	0,140	0,094
196	0,129	0,140	0,090
197	0,140	0,140	0,090
198	0,150	0,133	0,072
199	0,150	0,123	0,070
200	0,137	0,110	0,070
201	0,123	0,110	0,070
202	0,110	0,101	0,070
203	0,090	0,100	0,077
204	0,083	0,101	0,080
205	0,080	0,110	0,080
206	0,080	0,110	0,080
207	0,080	0,110	0,080
208	0,080	0,103	0,086
209	0,089	0,090	0,090

210	0,101	0,080	0,090
211	0,110	0,073	0,081
212	0,102	0,070	0,076
213	0,093	0,070	0,063
214	0,093	0,070	0,049
215	0,100	0,070	0,040
216	0,120	0,070	0,033
217	0,102	0,066	0,030
218	0,093	0,059	0,037
219	0,090	0,050	0,052
220	0,094	0,050	0,060
221	0,130	0,057	0,069
222	0,139	0,063	0,070
223	0,140	0,070	0,070
224	0,138	0,070	0,070
225	0,120	0,076	0,070
226	0,120	0,091	0,070
227	0,120	0,104	0,070
228	0,113	0,120	0,070
229	0,100	0,112	0,070
230	0,080	0,104	0,054
231	0,080	0,098	0,047
232	0,069	0,080	0,038
233	0,058	0,050	0,030
234	0,040	0,042	0,020
235	0,031	0,037	0,020
236	0,026	0,030	0,020
237	0,020	0,030	0,020
238	0,019	0,023	0,009
239	0,010	0,014	0,004
240	0,004	0,018	0,006

				TOTAL
PROMEDIO	0,279	0,270	0,216	0,255

ANEXO E: Datos del CO2 combustible Extra.

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
TIEMPO (S)	CO2 [% vol]	CO2 [% vol]	CO2 [% vol]
1	10,5	11,02	10,98
2	11,14	11,76	11,7
3	11,65	12,3	11,98
4	12,06	12,74	12,31
5	12,3	13,1	12,5
6	12,3	13,18	12,5
7	12,3	13,24	12,68
8	12,3	13,39	13
9	12,3	13,6	13,2
10	12,3	13,82	13,2
11	12,37	13,96	13,29
12	12,4	14,03	13,46
13	12,4	14,1	13,57
14	12,4	14,01	13,6
15	12,4	13,76	13,6
16	12,4	13,5	13,6
17	12,4	13,27	13,6
18	12,4	13	13,6
19	12,4	13	13,6
20	12,4	12,93	13,33
21	12,37	12,9	13,24
22	12,3	12,89	13,2
23	12,3	12,8	13,2
24	12,3	12,8	13,47
25	12,6	12,8	13,8
26	13,15	13,22	13,88
27	13,37	13,54	13,95
28	13,5	13,7	14,01
29	13,74	13,94	14,1
30	13,8	14	14,18
31	13,84	14,02	14,2
32	13,93	14,1	13,99
33	14,2	14,1	13,5
34	14,2	13,82	12,7
35	14,16	13,46	12,64
36	14,01	13,1	12,69
37	13,8	13,01	13,02
38	13,88	13,21	13,5
39	13,96	13,6	13,74
40	14,06	13,88	13,9
41	14,3	14,2	14,01
42	14,3	14,2	14,1

43	14,3	14,3	14,18
44	14,34	14,4	14,2
45	14,4	14,4	14,2
46	14,4	14,4	14,2
47	14,33	14,4	14,2
48	14,1	14,4	14,2
49	13,8	14,4	14,2
50	13,8	14,4	14,26
51	13,89	14,4	14,4
52	13,96	14,4	14,4
53	14,04	14,4	14,4
54	14,2	14,4	14,4
55	14,65	14,49	14,4
56	14,62	14,5	14,4
57	14,6	14,5	14,4
58	14,6	14,51	14,4
59	14,6	14,6	14,4
60	14,6	14,53	14,4
61	14,6	14,5	14,4
62	14,6	14,5	14,4
63	14,6	14,5	14,4
64	14,6	14,5	14,4
65	14,6	14,5	14,4
66	14,6	14,5	14,4
67	14,6	14,5	14,4
68	14,6	14,5	14,4
69	14,6	14,5	14,4
70	14,6	14,5	14,4
71	14,6	14,5	14,4
72	14,6	14,5	14,4
73	14,6	14,5	14,4
74	14,6	14,5	14,4
75	14,6	14,5	14,4
76	14,63	14,5	14,4
77	14,7	14,5	14,4
78	14,7	14,5	14,4
79	14,7	14,5	14,4
80	14,7	14,5	14,4
81	14,7	14,5	14,4
82	14,67	14,5	14,4
83	14,52	14,5	14,4
84	14,26	14,5	13,91
85	13,69	14,4	13,06
86	11,8	13,5	11,81
87	8,9	12,1	9,2

88	7,34	10,38	7,38
89	6,21	8,19	6,06
90	6	7	6,06
91	7,35	7,36	6,9
92	8,82	8,3	8,79
93	10,6	9,32	9,95
94	11,6	11	11,32
95	12,5	12,17	12,5
96	13,06	12,75	13,3
97	13,2	13,41	13,65
98	13,2	13,83	14
99	13,2	14,2	14,19
100	13,2	14,2	14,1
101	13,44	14,2	14,1
102	13,63	14,19	14,1
103	13,7	14,1	14,1
104	14,06	14,1	14,1
105	14,1	14,1	14,18
106	14,3	14,1	14,38
107	14,5	14,1	14,5
108	14,5	14,1	14,5
109	14,58	14,25	14,5
110	14,6	14,4	14,42
111	14,6	14,4	14,4
112	14,6	14,4	14,4
113	14,6	14,4	14,4
114	14,6	14,5	14,4
115	14,64	14,5	14,4
116	14,7	14,5	14,4
117	14,7	14,5	14,4
118	14,58	14,5	14,04
119	13,9	14,35	12,8
120	13,18	14	11,1
121	11,9	12,74	10,2
122	11,4	12,5	10,44
123	12,04	12,74	11,4
124	12,65	13,1	12,31
125	13,38	13,45	13,02
126	13,8	13,9	13,55
127	14	14,18	14
128	14,28	14,3	14
129	14,4	14,3	14,06
130	14,4	14,31	14,13
131	14,4	14,4	14,2
132	14,49	14,4	14,38
133	14,5	14,4	14,4

134	14,5	14,44	14,4
135	14,5	14,6	14,4
136	14,5	14,6	14,4
137	14,5	14,6	14,26
138	14,5	14,53	14,2
139	14,5	14,5	14,2
140	14,5	14,29	14,2
141	14,5	14,2	14,38
142	14,53	14,2	14,4
143	14,6	14,2	14,4
144	14,6	14,2	14,4
145	14,6	14,2	14,49
146	14,6	14,29	14,5
147	14,6	14,5	14,5
148	14,6	14,5	14,5
149	14,6	14,5	14,5
150	14,6	14,5	14,5
151	14,6	14,52	14,5
152	14,6	14,6	14,5
153	14,6	14,6	14,5
154	14,6	14,6	14,5
155	14,6	14,6	14,5
156	14,6	14,6	14,5
157	14,6	14,6	14,5
158	14,6	14,6	14,5
159	14,6	14,6	14,5
160	14,6	14,6	14,5
161	14,6	14,6	14,5
162	14,6	14,6	14,5
163	14,6	14,6	14,58
164	14,3	14,58	14,4
165	13,99	14,5	14,1
166	13,9	14,26	14,1
167	13,9	14,06	14,1
168	13,98	14	14,1
169	14,13	14	14,1
170	14,43	14	14,22
171	14,5	14	14,5
172	14,86	14,12	14,5
173	14,84	14,2	14,5
174	14,8	14,29	14,5
175	14,8	14,5	14,5
176	14,8	14,5	14,5
177	14,8	14,5	14,5
178	14,8	14,52	14,5
179	14,76	14,6	14,5

180	14,6	14,6	14,5
181	14,6	14,6	14,5
182	14,56	14,6	14,57
183	14,46	14,6	14,6
184	14,4	14,6	14,6
185	14,49	14,54	14,6
186	14,5	14,5	14,51
187	14,5	14,5	14,5
188	14,5	14,5	14,5
189	14,58	14,5	14,5
190	14,6	14,5	14,5
191	14,65	14,5	14,5
192	14,7	14,51	14,5
193	14,7	14,6	14,5
194	14,7	14,6	14,5
195	14,7	14,6	14,5
196	14,7	14,6	14,5
197	14,7	14,6	14,5
198	14,7	14,6	14,5
199	14,7	14,6	14,5
200	14,76	14,6	14,5
201	14,9	14,6	14,5
202	14,9	14,69	14,5
203	14,82	14,7	14,5
204	14,8	14,7	14,5
205	14,79	14,7	14,5
206	14,7	14,7	14,5
207	14,7	14,7	14,5
208	14,7	14,62	14,56

209	14,7	14,5	14,6
210	14,7	14,5	14,6
211	14,7	14,5	14,6
212	14,7	14,56	14,6
213	14,7	14,6	14,6
214	14,7	14,6	14,6
215	14,7	14,6	14,6
216	14,7	14,6	14,6
217	14,7	14,6	14,6
218	14,7	14,6	14,6
219	14,7	14,6	14,6
220	14,7	14,6	14,6
221	14,7	14,53	14,6
222	14,7	14,5	14,6
223	14,7	14,5	14,6
224	14,7	14,5	14,6
225	14,7	14,59	14,6
226	14,7	14,6	14,6
227	14,7	14,6	14,6
228	14,7	14,6	14,6
229	14,7	14,6	14,6
230	14,7	14,6	14,6
231	14,7	14,6	14,53
232	14,7	14,63	14,5
233	14,7	14,9	14,5
234	14,7	14,58	14,5
235	14,07	14,22	13,69
236	12,84	13,11	12,35
237	11,4	11,5	10,46

PROMEDIO	13,92	13,99	13,83	13,91
----------	-------	-------	-------	-------

ANEXO F: Datos del CO2 combustible Súper

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
TIEMPO [s]	CO [% vol]	CO [% vol]	CO [% vol]
1	9,8	8,48	10,32
2	10,08	8,88	10,8
3	10,52	9,3	11,19
4	11	10,11	11,5
5	11,45	10,68	11,57
6	11,59	11,12	11,6
7	11,84	11,4	11,63
8	12,04	11,4	11,7
9	12,24	11,4	11,79
10	12,48	11,75	12,04
11	12,6	12,1	12,28
12	12,74	12,1	12,64
13	12,82	12,1	13
14	13	12,38	13,26
15	13	12,7	13,5
16	13,08	13	13,83
17	13,2	13,27	14,1
18	13,2	13,37	14,1
19	13,2	13,58	14,28
20	13,26	14	14,4
21	13,3	14	14,4
22	13,3	14,18	14,4
23	13,3	14,25	14,34
24	13,3	14,3	14,3
25	13,51	14,3	14,3
26	13,75	14,3	14,32
27	13,91	14,3	14,4
28	14	14,37	14,4
29	14,21	14,4	14,48
30	14,3	14,4	14,6
31	14,3	14,4	14,6
32	14,3	14,4	14,6
33	14,3	14,4	14,6
34	14,3	14,34	14,48
35	14,18	14,2	14,2
36	13,9	13,72	14,02
37	13,34	13,2	13,8
38	13,2	12,82	13,7
39	13,2	12,94	13,84
40	13,26	13,3	14
41	13,8	13,66	14,21
42	13,96	14,06	14,3

43	14,12	14,3	14,32
44	14,3	14,3	14,5
45	14,3	14,36	14,5
46	14,4	14,46	14,5
47	14,4	14,5	14,5
48	14,4	14,5	14,5
49	14,4	14,5	14,5
50	14,4	14,5	14,5
51	14,64	14,5	14,5
52	14,65	14,52	14,5
53	14,6	14,7	14,5
54	14,6	14,7	14,5
55	14,68	14,7	14,55
56	14,7	14,7	14,6
57	14,7	14,7	14,6
58	14,7	14,63	14,6
59	14,7	14,6	14,6
60	14,7	14,6	14,6
61	14,7	14,6	14,6
62	14,7	14,6	14,6
63	14,7	14,6	14,6
64	14,7	14,6	14,6
65	14,7	14,6	14,6
66	14,7	14,6	14,6
67	14,7	14,6	14,6
68	14,7	14,6	14,6
69	14,7	14,6	14,6
70	14,7	14,6	14,6
71	14,7	14,6	14,6
72	14,7	14,6	14,6
73	14,7	14,6	14,6
74	14,7	14,6	14,6
75	14,7	14,6	14,6
76	14,7	14,6	14,6
77	14,7	14,6	14,68
78	14,7	14,65	14,7
79	14,7	14,7	14,7
80	14,7	14,7	14,7
81	14,7	14,7	14,7
82	14,7	14,7	14,7
83	14,7	14,7	14,7
84	14,7	14,7	14,7
85	14,7	14,62	14,7
86	14,7	14,6	14,14
87	14,14	14,5	13,3

88	13,33	14,1	11,62
89	11,48	13,14	9,8
90	9,4	11,65	8,09
91	8,32	9,56	7,9
92	8,4	8,28	8,2
93	8,88	8,1	9,4
94	10	9,01	10,84
95	11,36	10,08	11,7
96	12,4	11,1	12,76
97	13,06	12,27	13,35
98	13,63	13,3	13,8
99	13,9	13,76	13,94
100	13,9	14,06	14,08
101	13,9	14,3	14,2
102	13,93	14,3	14,3
103	14	14,35	14,3
104	14,09	14,4	14,3
105	14,15	14,41	14,32
106	14,23	14,5	14,4
107	14,3	14,5	14,4
108	14,46	14,5	14,4
109	14,5	14,5	14,44
110	14,55	14,5	14,5
111	14,6	14,5	14,5
112	14,6	14,5	14,5
113	14,6	14,54	14,5
114	14,6	14,7	14,5
115	14,6	14,7	14,5
116	14,6	14,7	14,68
117	14,6	14,66	14,7
118	14,6	14,6	14,58
119	14,6	14,6	14,3
120	14,6	14,6	13,34
121	14,5	14,6	11,1
122	13,6	13,94	10,54
123	12,8	13,02	10,72
124	12,48	11,9	11,32
125	12,35	11,58	12,4
126	12,8	11,86	13,03
127	13,22	12,28	13,6
128	13,82	13,06	13,92
129	14,1	13,6	14,2
130	14,1	14	14,29
131	14,28	14,14	14,3
132	14,36	14,23	14,32
133	14,4	14,5	14,41

134	14,42	14,5	14,5
135	14,5	14,5	14,5
136	14,5	14,5	14,5
137	14,5	14,5	14,45
138	14,5	14,5	14
139	14,5	14,5	13,72
140	14,5	14,42	13,78
141	14,5	14,1	13,93
142	14,5	14,1	14
143	14,5	14,1	14,27
144	14,59	14,22	14,36
145	14,6	14,41	14,44
146	14,6	14,5	14,6
147	14,6	14,5	14,6
148	14,6	14,5	14,6
149	14,68	14,5	14,6
150	14,6	14,5	14,6
151	14,54	14,59	14,6
152	14,7	14,6	14,6
153	14,7	14,6	14,6
154	14,7	14,6	14,6
155	14,7	14,6	14,6
156	14,7	14,6	14,6
157	14,7	14,6	14,6
158	14,7	14,6	14,6
159	14,7	14,6	14,62
160	14,7	14,6	14,7
161	14,7	14,6	14,7
162	14,7	14,6	14,7
163	14,7	14,6	14,7
164	14,7	14,6	14,7
165	14,7	14,6	14,7
166	14,7	14,6	14,42
167	14,42	14,6	14,26
168	14,3	14,6	14,2
169	14,21	14,6	14,2
170	14	14,36	14,22
171	14	14,35	14,36
172	14	14,4	14,55
173	14,1	14,4	14,7
174	14,24	14,7	14,7
175	14,4	14,7	14,7
176	14,56	14,7	14,55
177	14,6	14,7	14,43
178	14,6	14,7	14,71
179	14,6	14,7	14,8

180	14,6	14,7	14,8
181	14,66	14,7	14,8
182	14,7	14,7	14,8
183	14,7	14,7	14,8
184	14,7	14,7	14,8
185	14,7	14,7	14,8
186	14,7	14,7	14,8
187	14,7	14,7	14,8
188	14,7	14,7	14,8
189	14,7	14,7	14,75
190	14,7	14,7	14,7
191	14,7	14,7	14,71
192	14,7	14,7	14,8
193	14,7	14,7	14,8
194	14,7	14,7	14,8
195	14,7	14,7	14,8
196	14,7	14,7	14,8
197	14,7	14,74	14,8
198	14,7	14,8	14,8
199	14,7	14,8	14,8
200	14,7	14,8	14,8
201	14,7	14,8	14,8
202	14,7	14,8	14,8
203	14,7	14,8	14,82
204	14,7	14,8	14,9
205	14,7	14,8	14,9
206	14,7	14,8	14,74
207	14,98	14,8	14,7
208	14,98	14,8	14,7
209	14,7	14,8	14,7
210	14,7	14,8	14,7

211	14,7	14,8	14,7
212	14,7	14,8	14,7
213	14,7	14,8	14,7
214	14,7	14,8	14,7
215	14,7	14,8	14,7
216	14,7	14,8	14,7
217	14,7	14,8	14,7
218	14,7	14,8	14,7
219	14,7	14,8	14,7
220	14,7	14,8	14,7
221	14,7	14,78	14,7
222	14,7	14,7	14,7
223	14,7	14,7	14,7
224	14,7	14,7	14,7
225	14,7	14,7	14,7
226	14,7	14,7	14,7
227	14,66	14,7	14,7
228	14,5	14,77	14,79
229	14,74	14,8	14,8
230	14,72	14,8	14,8
231	14,7	14,8	14,8
232	14,7	14,8	14,8
233	14,7	14,8	14,8
234	14,7	14,8	14,8
235	14,7	14,8	14,79
236	14,7	14,8	14,7
237	14,7	14,8	13,44
1	9,8	8,48	10,32
2	10,08	8,88	10,8
3	10,52	9,3	11,19

PROMEDIO	14,04	14,06	14,01	14,04
----------	-------	-------	-------	-------

ANEXO G: Datos Del HC Combustible Extra

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
TIEMPO (S)	HC [ppm vol]	HC [ppm vol]	HC [ppm vol]
1	200,00	180,40	214,40
2	200,50	182,70	200,50
3	195,00	182,00	187,20
4	185,00	167,60	182,00
5	183,90	162,50	173,00
6	183,00	158,00	153,00
7	183,80	154,00	142,80
8	187,00	142,00	133,60
9	185,40	138,50	121,00
10	172,40	132,00	115,00
11	160,20	125,80	106,60
12	148,40	115,00	98,90
13	134,00	99,70	94,00
14	132,80	90,30	71,50
15	124,40	80,10	68,40
16	112,70	64,00	59,50
17	112,00	63,90	50,70
18	127,20	63,00	48,00
19	142,50	62,00	42,40
20	154,00	61,00	40,60
21	152,10	61,00	39,90
22	135,00	61,00	38,90
23	130,80	61,00	38,00
24	125,40	61,00	37,40
25	120,00	61,60	35,20
26	118,00	63,10	33,70
27	118,00	64,00	33,00
28	117,10	64,00	33,00
29	115,50	64,00	32,20
30	113,00	64,00	31,50
31	109,00	64,00	30,60
32	95,40	56,80	29,00
33	88,00	55,00	29,00
34	80,40	61,80	31,00
35	74,20	89,00	34,00
36	67,00	112,20	34,80
37	69,10	118,00	35,00
38	73,30	114,40	35,00
39	81,00	107,50	34,70
40	82,80	94,20	34,00
41	83,90	84,80	33,10
42	84,00	74,40	32,10
43	84,00	66,00	31,00
44	84,00	59,00	30,00
45	80,80	51,80	30,00
46	78,00	50,00	30,00
47	74,50	50,00	29,70
48	74,50	50,00	29,60
49	74,00	49,20	29,00
50	74,00	49,00	27,00
51	74,00	47,80	21,40
52	73,90	45,70	19,00
53	73,00	43,00	19,00
54	68,50	40,20	19,00
55	66,50	37,00	19,00
56	64,40	34,00	18,50
57	63,00	34,00	18,00
58	59,80	32,20	18,00
59	57,80	31,50	18,00
60	54,00	30,80	18,00
61	50,90	30,00	17,60
62	50,00	29,20	17,00
63	47,60	28,30	17,00
64	47,00	26,80	16,30
65	46,80	25,00	16,00
66	45,00	24,00	16,00
67	44,00	22,60	16,00
68	44,00	21,70	14,20
69	43,40	21,00	14,00
70	42,00	21,00	14,00
71	42,00	21,00	14,00
72	38,40	20,50	14,00
73	36,00	19,50	14,00
74	35,60	19,00	14,00
75	35,00	18,90	14,00
76	35,00	18,00	13,90
77	34,30	18,00	13,00
78	33,40	17,60	12,30
79	32,00	16,90	12,00
80	32,00	16,00	12,00
81	31,10	16,00	12,00
82	30,50	16,00	12,00
83	30,00	16,60	12,00
84	29,60	18,00	12,00
85	29,70	19,50	11,60
86	29,70	22,60	10,90

87	29,00	26,30	10,80
88	28,40	33,60	10,00
89	28,00	32,70	9,50
90	27,30	28,80	10,30
91	25,10	28,00	11,00
92	24,30	28,10	11,50
93	24,50	24,20	11,20
94	23,30	20,80	11,30
95	24,00	19,30	10,20
96	27,60	18,40	10,00
97	41,80	17,00	10,70
98	65,00	17,00	11,00
99	69,80	18,20	11,00
100	71,00	19,00	10,20
101	70,90	19,10	10,00
102	70,00	20,00	10,00
103	54,00	20,00	10,00
104	50,00	20,00	10,00
105	48,20	19,90	10,30
106	44,00	19,00	11,00
107	44,00	19,00	11,00
108	40,00	18,40	11,00
109	37,00	18,00	11,00
110	35,30	18,00	11,00
111	32,00	18,00	11,00
112	29,60	18,00	11,00
113	29,00	17,60	11,00
114	29,00	16,00	11,00
115	29,00	16,00	10,90
116	29,00	15,20	10,00
117	27,60	15,00	10,00
118	27,00	14,80	10,00
119	28,50	14,10	11,80
120	41,80	15,00	16,50
121	42,20	35,70	17,00
122	44,80	38,70	17,20
123	46,00	39,00	18,00
124	46,30	39,00	18,00
125	46,60	33,60	17,90
126	47,00	30,60	17,00
127	43,20	28,20	14,60
128	38,50	25,20	13,60
129	33,60	18,00	12,90
130	30,00	17,20	12,00
131	28,60	17,00	11,30
132	27,60	16,70	10,40

133	27,00	16,00	10,00
134	27,00	13,00	10,00
135	24,90	13,60	9,10
136	22,20	13,70	9,00
137	20,80	13,00	9,00
138	20,00	13,00	9,00
139	20,00	13,00	9,00
140	20,00	12,30	9,00
141	20,00	12,10	9,00
142	20,00	13,00	9,00
143	20,00	13,00	9,00
144	20,00	12,60	9,00
145	20,00	12,00	9,00
146	20,00	12,00	9,00
147	20,00	12,00	9,00
148	20,00	12,00	9,00
149	20,00	12,00	9,00
150	20,00	12,00	9,00
151	20,00	12,00	9,00
152	20,00	12,00	9,00
153	20,00	12,00	9,00
154	20,00	12,00	9,00
155	20,00	12,00	9,00
156	20,00	11,20	9,00
157	20,00	11,00	9,00
158	20,00	11,00	9,00
159	20,00	11,00	8,70
160	20,00	11,00	8,00
161	19,30	10,40	8,00
162	19,60	10,00	8,00
163	19,70	10,00	8,00
164	19,20	10,00	9,60
165	21,70	10,00	16,00
166	25,00	11,80	19,20
167	28,60	14,20	20,50
168	30,20	19,00	21,10
169	31,00	27,00	22,00
170	31,00	31,00	22,00
171	31,80	32,00	22,00
172	31,60	32,00	20,20
173	31,00	32,00	19,00
174	31,00	32,00	19,00
175	31,00	29,20	18,10
176	31,00	26,80	18,00
177	31,00	24,00	18,00
178	31,00	24,00	17,80

179	31,00	23,10	17,00
180	30,40	22,00	16,20
181	29,50	21,00	15,20
182	28,90	21,00	13,60
183	28,00	21,00	13,00
184	28,00	20,30	13,00
185	28,50	19,20	13,00
186	28,10	18,00	13,00
187	29,00	18,00	13,00
188	29,00	18,00	12,10
189	28,40	18,00	12,00
190	28,00	18,00	12,00
191	28,00	18,00	12,00
192	27,10	18,00	12,00
193	27,00	17,50	12,00
194	26,60	17,00	12,00
195	25,80	17,00	12,00
196	25,00	17,00	12,00
197	25,00	17,00	12,00
198	23,80	17,00	11,30
199	22,00	16,90	11,00
200	22,00	16,00	11,00
201	22,00	16,00	11,00
202	21,40	15,60	10,10
203	20,70	14,70	10,00
204	20,00	14,00	10,00
205	20,00	13,20	10,00
206	20,00	13,00	9,20
207	20,00	13,00	9,00
208	20,00	13,00	9,00

209	20,00	13,00	9,00
210	20,00	13,00	9,00
211	19,50	13,00	9,00
212	19,00	13,00	9,00
213	19,00	13,00	8,80
214	17,20	13,00	8,00
215	17,00	12,60	7,10
216	16,70	11,40	6,50
217	16,00	10,00	6,50
218	15,00	10,00	6,80
219	15,00	10,00	6,00
220	15,00	10,00	6,00
221	15,00	10,00	6,70
222	15,00	10,00	7,00
223	15,00	10,00	7,00
224	15,80	10,00	7,00
225	16,00	10,00	7,00
226	16,30	10,00	7,00
227	17,00	10,00	7,00
228	17,00	10,00	7,00
229	16,40	10,00	7,00
230	16,30	9,40	7,00
231	17,00	8,00	6,60
232	16,10	8,00	6,00
233	15,20	8,00	6,00
234	15,00	6,90	6,00
235	15,00	6,00	6,00
236	14,60	5,40	5,50
237	14,00	3,30	4,40

PROMEDIO	35,70	22,45	16,52	24,89
----------	-------	-------	-------	-------

ANEXO H: Datos del HC combustible Súper.

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Tiempo [s]	HC [ppm vol]	HC [ppm vol]	HC [ppm vol]
1	198	205	194
2	208,6	214	194
3	207	214,8	194
4	207	213,8	189,2
5	207	210	183,6
6	205,8	190,9	176,8
7	203,2	181	176
8	196	176,8	176
9	187	172,8	175,9
10	178,6	169,5	175,3
11	177	168,2	175
12	177	168	167,5
13	173,8	168	153
14	167,6	165,8	132,4
15	157,6	157	117
16	130,3	137	97,8
17	115	121,6	83,2
18	99,8	98,8	72
19	91,6	87,1	64,6
20	85	77	61
21	84,3	66,8	58,2
22	82,8	58,4	54,2
23	81,7	56	49,4
24	79,5	52,4	49
25	75,6	44	39
26	74	41,3	39
27	71,3	41	39
28	69,5	41	39
29	68	41	38,9
30	68	40,2	38
31	68	38,6	36,4
32	63,8	37,2	35,6
33	60,4	36	34,4
34	58	36	29
35	58	33,9	29
36	72,4	33	29,6
37	90,8	33	30,3
38	102	33	31
39	102	33	31,9
40	99,4	33	32
41	97,8	33	32
42	94	33	32

43	86,9	33	32
44	69	32,3	32
45	66,9	32	31,6
46	63,5	31,8	30,8
47	59,2	30	30
48	43	30	30
49	43	30	30
50	43	29,7	30
51	43	29	30
52	43	28,2	29,1
53	43	28	29
54	43	28	28,7
55	43	28	27,8
56	42,4	28	27
57	40	29,4	26,2
58	40	29,3	26
59	38,5	28,9	25,8
60	37	28	25
61	37	28	25
62	36	27,6	23,6
63	34,6	27	22,6
64	34	27	22
65	34	27	22
66	32	26,4	22
67	31,4	25,8	22
68	31	25	21,8
69	30,8	24,3	21
70	30	23,2	21
71	30	22,6	21
72	29,8	22	20,8
73	29	22	19,9
74	29	21	18,9
75	28,9	21	18
76	28	21	17,3
77	27,4	20,8	17
78	27	20	17
79	27	20	17
80	27	19,5	16,4
81	27	18,9	16
82	25,2	18	16
83	24	18	16
84	24	18	16
85	25,6	18	15,5
86	26	18	15
87	26	18	14,6

88	25,8	18	13,7
89	25,8	16,2	13
90	25	15,1	12,1
91	24,5	15,6	12
92	25,5	15	12,2
93	25,3	15	13
94	23,3	14,8	13
95	23,8	13,8	13,2
96	24	12	13
97	24	12,9	10,6
98	23,7	13	10
99	24,5	13,6	10
100	29,4	14	10
101	36	13,4	10
102	36	13	10
103	36	13	10,4
104	36	13	11,2
105	36	13	13
106	36	13,6	20,2
107	36	13,8	22,8
108	35,4	12,8	24
109	35	11	24
110	35	11	24
111	35	11	23
112	34,5	11	20,4
113	31,6	11	18
114	27,4	11	18
115	25	11	16,6
116	23,6	11	16,5
117	22,6	11	16
118	21,9	11	16
119	21	11	15,1
120	20,1	11	15
121	20	11	14
122	20	11	14
123	20	10,7	14
124	20	10	14,1
125	20,1	10	15
126	21	10	15
127	21	10,2	14,9
128	21	11	14
129	21	11	13,3
130	21	11,3	13
131	21	12	13
132	20,4	12	13
133	19	12	13

134	19	12	13,6
135	17,8	12	13,7
136	17	12	13
137	17	12	13
138	17	12	13
139	17	12	13
140	17	12	13
141	17	12	13
142	17	12	13
143	17	12	13,9
144	17	12	14
145	17,3	12,8	14
146	18,1	13	14
147	19	13	14
148	19	13	14
149	19	13	14
150	19	13	14
151	19	13	14
152	19	13	14
153	19	13	13,9
154	19	13	13
155	19	13	13
156	19	13	13
157	19	13	13,3
158	19	13	14
159	18,9	13	14
160	18	13	13,4
161	18	13	13
162	18	13	13
163	18	13	12,1
164	18	13	12
165	18	13	12,5
166	18	13	15
167	18,4	13	23
168	20	13,6	25,4
169	30	16,4	26,7
170	36,4	18,5	27
171	40,8	19,7	26,6
172	42,3	21	26
173	43	22,6	26
174	43	23	26
175	43	23	26
176	41,5	23	25,8
177	39,6	23	25
178	38	23	25
179	35,6	23	24,5

180	34	23	24
181	32,4	21,2	24
182	26,9	21	21,6
183	26	20,7	18,2
184	25,3	19,8	17
185	25	19	17
186	25	18,1	17
187	25	18	17
188	24,4	18	17
189	24	18	17
190	24	17,2	17
191	24	17	17
192	24	17	17
193	24	17	17
194	24	17	17
195	24	17	17
196	24	17	17
197	24	17	17
198	24	17	16,9
199	24	17	16
200	23,1	17	15,4
201	23	17	15
202	23	17	15
203	23	17	15
204	23	17	14,1
205	23	17	14
206	23	17	14
207	22,8	17	14
208	22	17	14
209	22	17	14
210	22	17	13,5
211	22	17	12,7
212	22	16,2	10
213	21,1	16	10
214	21	16	10
215	21	15,9	10
216	21	15	10
217	21	14	10
218	20,3	14	10
219	19,2	13,6	10
220	18,5	13	10
221	18	13	10
222	18,1	13	10
223	19	13	10
224	18,3	13	10
225	18	13	10

226	18	13	10
227	18	13	10
228	18,9	12,6	10
229	19	12	10
230	19	12	10
231	19	12	10
232	18,2	12	10
233	18	12	9,6
234	16	12	8
235	14	12	8
236	14	12	8
237	14	12	7,1
238	14	12	6,5
239	13,4	10,1	6,7
240	12,6	9	7,4
241	11	9,2	6,8
242	9,8	10	6,8
243	8,1	7,4	6
244	6,2	4,6	6,6
245	10,7	2,2	9
246	11	5,6	10
247	11	8,3	10,9
248	10,7	9	11
249	15,8	8,7	11
250	24,2	8,6	11
251	35	9	11
252	44,1	9	10,7
253	47,6	9	10
254	47	9,8	10
255	47	10	10
256	38	8,4	10
257	33,4	8	10
258	30,4	8	10
259	28	7,9	10
260	24,4	7	9,6
261	24	7	9
262	22	7	8
263	19	7	8
264	18,9	7	8
265	18	7	8
266	18	7	10,2
267	19,8	6,4	13
268	21,9	7,2	17,8
269	24	12	19,5
270	25,8	12	20
271	26,5	12	19,9

272	27	12	19
273	27	12	18,3
274	27	12	16,4
275	27	12	14
276	26	12	14
277	24,9	12	14
278	24	12	12,8
279	22,6	12	12
280	19,9	12	12
281	18,1	11,8	12
282	16	11	12
283	16	11	12
284	16	11	12
285	16	11	12
286	15,8	11	12
287	15	11	12
288	15	11	12
289	15	11,6	12
290	15,3	12,3	12
291	18	13	11,4
292	18	13	11
293	18	13	11
294	18	13	11
295	18	13	11
296	17	12,9	11
297	17	12	11,1
298	17	12	12
299	16,8	12	12
300	16,2	12	12
301	17	12	12
302	17	12	12
303	17	12	12
304	17	12	11,4
305	17	12	11
306	17	12	11
307	17	12	11
308	17	12	11
309	17	12	11
310	17	12	11
311	17	12,4	11
312	19,4	13,6	10,3
313	21	15	10
314	21	15	10,4
315	21	15	10,7
316	21	15	10
317	21	15	10

318	21	15	10
319	21	15	10
320	20,3	14,3	10
321	20	14	10
322	20	14	10
323	18,2	14	10
324	17,3	14	10
325	17	12,8	10
326	16,8	12	10
327	16	12	10
328	16	12	10
329	16	12	10
330	16	12	10
331	15,8	12,2	10
332	14	13	10
333	14	13	10
334	14	13	10
335	14	13	10
336	14	13	10
337	14	13	10
338	14	13	10
339	13,8	13	10
340	13	13	10
341	13	13	10
342	13	13	10
343	13	12,4	10
344	13	11	10
345	13	11	9,2
346	13	11	9
347	13	11	8,8
348	12,4	10,9	8,8
349	11,7	9,7	8,1
350	11	9,8	7,3
351	10,2	9,1	7,4
352	9,1	8,7	8
353	8,5	9	8,1
354	9,1	9,2	7,7
355	10	10	8
356	10,5	10,8	8
357	9,8	11	8
358	9,1	11	8,9
359	9,3	11	9
360	10	10,5	8,1
361	10,4	10,9	6
362	11,1	10,8	6,4
363	12	10	7

364	12	10	8,2
365	13,8	10	13
366	15	10	15,4
367	15	10	16
368	22,2	10	16
369	23,5	10,6	16
370	24,4	11	16
371	25	11	15,3
372	25	11	15
373	25	11	15
374	24,6	11	15
375	24	11	14,1
376	22	11	14
377	21,1	11	13,8
378	20,4	11	13
379	19,8	11	12,9
380	19	11	12
381	18,1	11	11,4
382	18	11,7	11
383	17,7	12	11,3
384	18	12,2	12
385	18	13,4	12,6
386	18	13,2	14,6
387	18,9	14	16,2
388	19	14	17,9
389	19	14	18
390	19	14	18
391	19	14	18
392	19	14	18
393	19	14	16,6
394	18,1	14	16
395	17,5	14	15,7
396	17	14	13
397	16,8	13,8	13
398	16	13	13
399	13,9	13	12,8
400	13	13	13
401	13	12,8	12,3
402	13	11	13
403	13,9	11	12,8
404	14	11	12,3
405	14	11	12
406	14	11	12
407	14	11	12
408	14	11	12
409	14	11,8	12

410	14	12	12
411	14	12	12
412	14	12	12
413	14	12	11,8
414	14	12	11
415	14	11,3	11
416	13,9	11	10
417	13	11	9
418	13	10,3	9
419	13	10	9
420	13	10	9
421	13	10	9
422	13	10	9
423	13	10	9
424	12,8	10	9
425	12	10	9
426	12	10	14,4
427	12	10,3	27
428	14,4	15,8	29,7
429	19,3	23,5	30
430	31	28	30
431	37	29,4	30
432	41	29,6	30
433	41	29	30
434	41	29	29,6
435	40,2	28,1	28,9
436	36,4	27,4	28
437	33,8	26,6	28
438	33	25	25,6
439	33	25	23,4
440	31	23,5	22
441	26,6	20,8	22
442	23	18,6	17,2
443	23	17	16
444	21,6	16,3	16
445	20,6	16	16
446	20	14,8	16,8
447	19,1	13	17
448	19	13	16,7
449	19	13	16
450	19	13	16
451	19	13	16
452	19	13	16
453	18,5	13	16
454	18	13	16
455	18	13	15,2

456	18	13	15
457	18	13	15
458	18	13	15
459	18	13	15
460	18	13	14,3
461	18	13	14
462	18	13	14
463	18	13	14
464	17,7	13	14
465	17	13	12,5
466	16,2	13	11
467	16	13	11
468	16	13	11

469	16	13	11
470	16	13	11
471	16	13	11
472	16	13	11
473	16	13	11
474	16	13	11
475	16	12,1	11
476	14,2	12	11
477	13	12	11
478	13	11,6	11
479	13	10	11
480	13	10	11

PROMEDIO	30,82	21,89	21,15	24,62
----------	-------	-------	-------	-------

ANEXO I: Datos del O2 combustible Extra.

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
TIEMPO (s)	O2 [% vol]	O2 [% vol]	O2 [% vol]
1	3,26	2,728	1,26
2	2,96	1,913	0,98
3	2,41	1,472	0,82
4	2,17	1,258	0,71
5	2,07	1,104	0,63
6	2,07	1,003	0,57
7	2,26	0,962	0,55
8	2,58	0,960	0,55
9	2,84	0,960	0,55
10	3,08	0,959	0,55
11	3,19	0,933	0,55
12	3,22	0,860	0,55
13	3,22	0,802	0,53
14	3,23	0,747	0,53
15	3,24	0,751	0,57
16	3,25	0,928	0,71
17	3,26	1,291	0,84
18	3,26	1,764	0,99
19	3,30	2,052	1,10
20	3,36	2,293	1,28
21	3,43	2,427	1,52
22	3,49	2,536	1,81
23	3,52	2,601	1,99
24	3,55	2,648	2,01
25	3,54	2,692	1,80
26	3,19	2,689	1,48
27	2,79	2,507	1,21
28	2,38	2,159	1,04
29	2,07	1,823	0,90
30	1,74	1,442	0,82
31	1,47	1,213	0,75
32	1,26	1,024	0,72
33	1,10	0,892	0,84
34	0,98	0,850	1,36
35	0,92	0,957	2,09
36	0,94	1,348	2,58
37	1,05	1,867	2,73
38	1,15	2,120	2,53
39	1,18	2,117	2,09
40	1,17	1,873	1,59
41	1,07	1,527	1,25
42	0,98	1,213	0,93

43	0,86	0,974	0,77
44	0,80	0,826	0,65
45	0,73	0,722	0,59
46	0,68	0,623	0,58
47	0,64	0,570	0,58
48	0,64	0,560	0,58
49	0,69	0,560	0,58
50	0,82	0,560	0,54
51	0,91	0,560	0,48
52	0,93	0,554	0,43
53	0,91	0,509	0,39
54	0,80	0,458	0,36
55	0,70	0,419	0,34
56	0,61	0,398	0,34
57	0,56	0,389	0,33
58	0,51	0,380	0,33
59	0,48	0,370	0,33
60	0,46	0,370	0,33
61	0,44	0,370	0,33
62	0,44	0,370	0,33
63	0,44	0,369	0,33
64	0,43	0,357	0,33
65	0,43	0,346	0,33
66	0,42	0,338	0,33
67	0,41	0,330	0,33
68	0,41	0,330	0,32
69	0,41	0,330	0,31
70	0,41	0,323	0,30
71	0,40	0,320	0,30
72	0,40	0,316	0,30
73	0,39	0,310	0,30
74	0,39	0,310	0,30
75	0,39	0,310	0,30
76	0,38	0,310	0,30
77	0,37	0,310	0,30
78	0,37	0,310	0,30
79	0,36	0,297	0,30
80	0,36	0,290	0,30
81	0,36	0,284	0,30
82	0,36	0,280	0,30
83	0,36	0,280	0,30
84	0,36	0,293	0,31
85	0,44	0,356	0,61
86	1,05	0,548	1,46
87	2,85	1,012	3,43

88	4,96	2,394	5,57
89	8,01	4,677	8,28
90	9,94	7,191	10,57
91	11,12	9,053	11,44
92	10,88	9,758	11,16
93	9,55	9,383	9,62
94	7,98	8,058	7,77
95	6,00	6,507	5,99
96	4,62	5,067	4,56
97	3,41	3,783	3,41
98	2,52	2,656	2,33
99	1,84	1,983	1,77
100	1,44	1,526	1,28
101	1,25	1,120	1,06
102	1,06	0,891	0,89
103	0,95	0,772	0,81
104	0,87	0,707	0,69
105	0,82	0,669	0,60
106	0,74	0,660	0,49
107	0,64	0,676	0,42
108	0,53	0,708	0,36
109	0,46	0,708	0,31
110	0,40	0,643	0,28
111	0,35	0,540	0,27
112	0,32	0,451	0,26
113	0,28	0,396	0,25
114	0,26	0,364	0,25
115	0,25	0,350	0,25
116	0,25	0,330	0,25
117	0,25	0,303	0,24
118	0,24	0,272	0,25
119	0,27	0,252	0,52
120	0,61	0,290	1,66
121	1,56	0,944	3,91
122	3,15	1,824	5,40
123	3,93	2,404	5,67
124	3,95	2,590	5,24
125	3,34	2,437	4,13
126	2,63	1,962	3,07
127	1,84	1,534	2,16
128	1,35	1,131	1,53
129	0,98	0,836	1,12
130	0,71	0,621	0,84
131	0,57	0,513	0,69
132	0,50	0,452	0,58
133	0,48	0,431	0,51

134	0,45	0,394	0,44
135	0,42	0,368	0,41
136	0,41	0,348	0,39
137	0,41	0,340	0,39
138	0,41	0,340	0,44
139	0,41	0,340	0,51
140	0,41	0,353	0,55
141	0,41	0,453	0,55
142	0,41	0,627	0,53
143	0,36	0,683	0,46
144	0,31	0,689	0,39
145	0,28	0,644	0,32
146	0,26	0,530	0,28
147	0,25	0,419	0,25
148	0,25	0,353	0,24
149	0,25	0,300	0,24
150	0,25	0,276	0,24
151	0,25	0,261	0,24
152	0,25	0,260	0,24
153	0,24	0,253	0,24
154	0,24	0,233	0,24
155	0,24	0,221	0,24
156	0,24	0,210	0,24
157	0,24	0,210	0,24
158	0,24	0,210	0,24
159	0,24	0,210	0,24
160	0,24	0,210	0,24
161	0,24	0,210	0,24
162	0,24	0,210	0,23
163	0,24	0,210	0,22
164	0,24	0,210	0,22
165	0,31	0,210	0,22
166	0,45	0,227	0,26
167	0,59	0,282	0,27
168	0,67	0,328	0,27
169	0,69	0,368	0,27
170	0,63	0,370	0,24
171	0,50	0,369	0,21
172	0,40	0,344	0,19
173	0,32	0,288	0,18
174	0,26	0,237	0,17
175	0,22	0,200	0,16
176	0,19	0,180	0,15
177	0,17	0,159	0,15
178	0,16	0,149	0,15
179	0,15	0,137	0,15

180	0,14	0,120	0,15
181	0,14	0,120	0,15
182	0,15	0,111	0,15
183	0,30	0,104	0,14
184	0,40	0,100	0,14
185	0,43	0,100	0,14
186	0,43	0,100	0,14
187	0,39	0,117	0,14
188	0,33	0,137	0,14
189	0,28	0,140	0,14
190	0,23	0,140	0,14
191	0,20	0,140	0,14
192	0,19	0,140	0,14
193	0,19	0,140	0,14
194	0,19	0,140	0,14
195	0,18	0,140	0,14
196	0,17	0,140	0,14
197	0,17	0,140	0,14
198	0,16	0,140	0,14
199	0,15	0,134	0,13
200	0,15	0,130	0,13
201	0,14	0,130	0,13
202	0,13	0,130	0,13
203	0,13	0,130	0,13
204	0,12	0,130	0,13
205	0,12	0,130	0,13
206	0,12	0,120	0,13
207	0,12	0,120	0,13
208	0,12	0,120	0,13

209	0,12	0,120	0,13
210	0,12	0,110	0,13
211	0,12	0,110	0,12
212	0,12	0,102	0,12
213	0,12	0,100	0,12
214	0,12	0,100	0,12
215	0,12	0,100	0,12
216	0,12	0,100	0,12
217	0,12	0,100	0,12
218	0,12	0,100	0,12
219	0,12	0,100	0,12
220	0,12	0,100	0,12
221	0,12	0,100	0,12
222	0,12	0,100	0,12
223	0,12	0,100	0,12
224	0,12	0,100	0,11
225	0,11	0,100	0,11
226	0,11	0,100	0,11
227	0,10	0,100	0,10
228	0,10	0,100	0,10
229	0,10	0,100	0,10
230	0,10	0,100	0,10
231	0,10	0,100	0,10
232	0,10	0,100	0,10
233	0,10	0,100	0,10
234	0,10	0,100	0,10
235	0,12	0,117	0,18
236	0,41	0,371	0,66
237	1,40	1,118	2,06

PROMEDIO	1,10	0,910	1,01	1,01
----------	------	-------	------	------

ANEXO J: Datos del O2 combustible Súper.

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
TIEMPO [s]	O2 [% vol]	O2 [% vol]	O2 [% vol]
1	2,878	3,607	1,842
2	2,109	2,568	1,362
3	1,550	1,887	1,119
4	1,207	1,473	0,902
5	0,989	1,169	0,793
6	0,819	0,944	0,684
7	0,719	0,803	0,619
8	0,643	0,723	0,561
9	0,592	0,640	0,519
10	0,550	0,581	0,487
11	0,523	0,538	0,463
12	0,500	0,502	0,451
13	0,480	0,479	0,446
14	0,460	0,459	0,440
15	0,460	0,450	0,440
16	0,467	0,446	0,440
17	0,613	0,440	0,440
18	0,950	0,440	0,440
19	1,262	0,440	0,440
20	1,492	0,456	0,440
21	1,651	0,476	0,440
22	1,749	0,499	0,440
23	1,844	0,500	0,442
24	1,901	0,501	0,466
25	1,920	0,531	0,507
26	1,880	0,559	0,510
27	1,730	0,570	0,510
28	1,529	0,570	0,510
29	1,297	0,570	0,510
30	1,089	0,557	0,510
31	0,933	0,550	0,510
32	0,849	0,550	0,510
33	0,772	0,550	0,510
34	0,724	0,550	0,510
35	0,720	0,553	0,514
36	0,836	0,668	0,637
37	1,263	1,212	0,944
38	1,913	1,916	1,293
39	2,238	2,382	1,421
40	2,323	2,520	1,423
41	2,113	2,374	1,317
42	1,696	1,907	1,076

43	1,369	1,566	0,921
44	1,079	1,226	0,790
45	0,921	1,008	0,700
46	0,788	0,828	0,627
47	0,719	0,718	0,570
48	0,680	0,637	0,543
49	0,654	0,592	0,540
50	0,616	0,573	0,540
51	0,570	0,559	0,540
52	0,526	0,538	0,522
53	0,476	0,501	0,477
54	0,426	0,461	0,448
55	0,398	0,428	0,414
56	0,381	0,408	0,394
57	0,380	0,393	0,388
58	0,380	0,390	0,380
59	0,380	0,390	0,380
60	0,380	0,390	0,380
61	0,380	0,390	0,380
62	0,380	0,390	0,379
63	0,373	0,390	0,364
64	0,370	0,383	0,352
65	0,366	0,378	0,350
66	0,360	0,364	0,350
67	0,354	0,360	0,350
68	0,346	0,360	0,350
69	0,337	0,360	0,350
70	0,323	0,360	0,341
71	0,320	0,357	0,326
72	0,320	0,350	0,310
73	0,320	0,336	0,290
74	0,320	0,322	0,290
75	0,320	0,313	0,290
76	0,324	0,310	0,290
77	0,330	0,310	0,290
78	0,330	0,310	0,290
79	0,330	0,310	0,290
80	0,329	0,309	0,284
81	0,310	0,300	0,280
82	0,294	0,290	0,280
83	0,290	0,290	0,280
84	0,290	0,290	0,280
85	0,290	0,290	0,280
86	0,292	0,290	0,318
87	0,373	0,290	0,558

88	0,710	0,349	1,493
89	1,852	0,697	3,017
90	3,624	1,754	5,584
91	6,012	3,547	7,789
92	7,833	5,814	8,963
93	8,609	7,720	9,071
94	8,418	8,687	8,094
95	7,451	8,518	6,704
96	6,027	7,423	5,220
97	4,769	6,016	3,950
98	3,483	4,402	2,886
99	2,603	3,280	2,246
100	1,910	2,417	1,701
101	1,489	1,842	1,367
102	1,144	1,326	1,124
103	1,004	1,039	0,986
104	0,888	0,827	0,873
105	0,792	0,700	0,769
106	0,692	0,573	0,683
107	0,620	0,526	0,614
108	0,550	0,498	0,537
109	0,477	0,476	0,473
110	0,418	0,438	0,420
111	0,380	0,399	0,383
112	0,360	0,369	0,363
113	0,360	0,342	0,360
114	0,360	0,330	0,350
115	0,360	0,330	0,350
116	0,360	0,330	0,341
117	0,357	0,330	0,326
118	0,340	0,330	0,312
119	0,328	0,330	0,310
120	0,320	0,330	0,506
121	0,320	0,320	1,872
122	0,418	0,326	3,819
123	1,082	0,718	5,128
124	2,048	1,770	5,534
125	2,843	2,944	5,192
126	3,221	4,032	4,263
127	3,070	4,211	3,288
128	2,553	3,809	2,448
129	2,000	3,104	1,773
130	1,449	2,280	1,298
131	1,118	1,694	0,953
132	0,860	1,276	0,770
133	0,724	0,943	0,620

134	0,594	0,731	0,523
135	0,523	0,579	0,460
136	0,460	0,486	0,431
137	0,419	0,413	0,430
138	0,394	0,377	0,624
139	0,390	0,360	0,942
140	0,390	0,389	1,247
141	0,404	0,610	1,390
142	0,426	0,824	1,378
143	0,430	0,936	1,231
144	0,429	0,950	0,984
145	0,404	0,878	0,801
146	0,360	0,712	0,601
147	0,314	0,590	0,498
148	0,294	0,482	0,410
149	0,270	0,400	0,364
150	0,256	0,336	0,326
151	0,249	0,298	0,312
152	0,240	0,280	0,310
153	0,240	0,280	0,310
154	0,240	0,280	0,310
155	0,240	0,280	0,310
156	0,240	0,270	0,310
157	0,240	0,270	0,304
158	0,240	0,270	0,292
159	0,240	0,270	0,286
160	0,240	0,270	0,270
161	0,240	0,270	0,252
162	0,240	0,264	0,236
163	0,240	0,260	0,229
164	0,240	0,257	0,220
165	0,240	0,250	0,220
166	0,240	0,250	0,220
167	0,243	0,250	0,229
168	0,297	0,250	0,248
169	0,378	0,250	0,250
170	0,398	0,250	0,250
171	0,400	0,249	0,250
172	0,396	0,234	0,246
173	0,353	0,218	0,237
174	0,294	0,200	0,220
175	0,256	0,190	0,208
176	0,220	0,172	0,194
177	0,197	0,170	0,180
178	0,180	0,160	0,170
179	0,172	0,154	0,160

180	0,169	0,150	0,159
181	0,160	0,150	0,150
182	0,151	0,150	0,150
183	0,150	0,150	0,150
184	0,150	0,150	0,150
185	0,150	0,150	0,150
186	0,142	0,150	0,150
187	0,140	0,150	0,150
188	0,140	0,150	0,150
189	0,140	0,150	0,150
190	0,140	0,150	0,150
191	0,140	0,150	0,150
192	0,140	0,150	0,150
193	0,140	0,150	0,150
194	0,140	0,150	0,150
195	0,140	0,150	0,150
196	0,140	0,150	0,150
197	0,140	0,150	0,150
198	0,140	0,149	0,150
199	0,140	0,140	0,140
200	0,140	0,130	0,140
201	0,140	0,130	0,140
202	0,140	0,130	0,140
203	0,140	0,120	0,139
204	0,133	0,120	0,130
205	0,130	0,118	0,130
206	0,130	0,110	0,130
207	0,130	0,110	0,130
208	0,130	0,110	0,130
209	0,130	0,110	0,130
210	0,130	0,110	0,130

211	0,130	0,110	0,130
212	0,130	0,110	0,130
213	0,121	0,110	0,130
214	0,120	0,110	0,130
215	0,114	0,110	0,130
216	0,110	0,110	0,130
217	0,110	0,110	0,130
218	0,110	0,110	0,130
219	0,110	0,110	0,130
220	0,110	0,110	0,130
221	0,110	0,110	0,130
222	0,110	0,110	0,130
223	0,110	0,110	0,130
224	0,110	0,110	0,130
225	0,110	0,110	0,130
226	0,110	0,110	0,130
227	0,110	0,110	0,130
228	0,110	0,110	0,130
229	0,110	0,110	0,130
230	0,100	0,110	0,130
231	0,100	0,110	0,130
232	0,100	0,110	0,130
233	0,100	0,110	0,130
234	0,100	0,110	0,130
235	0,100	0,110	0,130
236	0,100	0,110	0,147
237	0,103	0,110	0,336
238	0,234	0,119	1,242
239	0,689	0,250	3,111
240	2,003	0,886	5,468

PROMEDIO	0,950	0,927	1,038	0,972
----------	-------	-------	-------	-------

ANEXO K: Datos del NOx combustible Extra.

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
TIEMPO (S)	Nox [ppm vol]	Nox [ppm vol]	Nox [ppm vol]
1	118,00	16,00	19,00
2	144,20	24,50	37,50
3	280,40	83,00	61,20
4	455,40	194,90	92,30
5	680,20	335,20	116,30
6	855,50	475,60	123,30
7	924,40	543,80	159,20
8	964,30	586,20	254,10
9	1027,20	633,70	378,40
10	1151,80	731,10	468,00
11	1267,00	792,30	468,30
12	1316,60	819,20	416,60
13	1305,00	822,40	355,20
14	1238,40	762,70	286,70
15	1141,90	693,00	249,10
16	1028,10	628,70	225,70
17	921,80	568,80	210,80
18	787,60	518,50	196,00
19	633,60	482,80	188,90
20	525,30	429,50	187,10
21	452,00	393,20	210,30
22	410,50	378,40	318,80
23	414,00	396,50	460,00
24	509,90	462,60	572,30
25	693,20	610,30	671,30
26	1132,00	808,30	723,20
27	1484,20	967,90	780,50
28	1728,80	1076,60	821,20
29	1800,40	1123,40	828,40
30	1726,10	1123,30	788,60
31	1535,80	1077,20	692,10
32	1280,00	975,20	601,70
33	1036,40	844,00	497,10
34	809,60	688,70	389,10
35	633,80	551,00	335,80
36	572,70	479,50	320,60
37	636,00	467,60	320,00
38	836,30	508,40	319,40
39	1104,20	555,40	310,40
40	1322,80	615,00	302,50
41	1500,90	698,40	304,30
42	1554,30	793,40	352,90

43	1552,70	856,10	399,20
44	1491,60	874,80	456,20
45	1411,40	877,50	501,70
46	1347,20	858,10	554,20
47	1286,10	824,10	572,50
48	1230,60	811,10	560,00
49	1159,30	812,50	518,20
50	1120,10	813,40	434,10
51	1082,40	774,10	373,20
52	1061,50	696,60	328,90
53	1048,00	638,30	305,00
54	1044,20	596,90	312,60
55	1036,60	588,10	347,10
56	1009,20	587,00	375,30
57	987,00	587,00	406,70
58	961,20	587,00	432,00
59	947,60	587,00	460,20
60	937,90	594,50	477,40
61	934,00	601,90	483,40
62	921,10	595,80	458,90
63	896,30	549,20	407,20
64	863,00	506,00	384,80
65	832,40	469,20	381,00
66	805,50	453,20	381,00
67	789,00	451,30	378,00
68	793,50	453,10	366,50
69	822,90	466,00	366,50
70	834,80	465,60	408,30
71	849,60	463,10	437,70
72	858,50	463,00	449,60
73	864,00	478,00	450,00
74	841,40	487,10	440,60
75	819,70	488,00	433,90
76	805,80	488,00	433,00
77	796,70	469,50	432,80
78	799,30	430,60	425,20
79	833,80	400,00	417,60
80	863,50	392,00	422,20
81	886,80	396,20	430,10
82	895,40	408,50	410,00
83	866,10	414,70	355,70
84	782,30	394,50	300,40
85	671,10	343,60	243,50
86	539,60	286,30	192,90
87	414,00	240,70	161,20

88	329,50	193,40	136,00
89	252,60	155,60	112,80
90	211,90	128,80	93,60
91	173,20	110,00	89,30
92	163,90	106,90	89,00
93	159,50	105,30	89,00
94	157,30	104,50	89,00
95	151,60	104,00	89,00
96	142,00	101,70	88,20
97	126,90	94,80	82,80
98	116,60	84,80	72,50
99	111,60	77,70	66,70
100	114,00	68,60	98,80
101	149,90	71,30	185,90
102	211,10	122,50	335,50
103	296,90	207,90	430,90
104	423,90	265,80	477,00
105	511,70	312,00	479,30
106	547,30	408,40	448,90
107	556,80	481,50	414,40
108	582,60	519,30	365,60
109	616,60	509,50	328,00
110	625,30	456,30	280,30
111	577,00	395,70	246,20
112	494,10	339,30	218,00
113	412,00	306,00	199,30
114	387,40	265,40	196,00
115	409,60	247,80	196,00
116	458,80	228,00	196,00
117	484,50	202,90	191,00
118	467,40	171,50	162,80
119	388,40	149,10	137,40
120	321,70	124,00	117,10
121	265,60	101,60	116,90
122	245,60	93,00	177,60
123	275,20	96,20	229,60
124	307,80	122,50	255,00
125	315,80	139,40	257,00
126	314,60	153,70	255,40
127	308,30	159,20	257,70
128	298,20	164,80	275,60
129	287,30	167,80	291,50
130	277,00	170,90	295,00
131	268,10	177,60	292,50
132	256,90	184,60	271,40
133	249,70	185,00	247,40

134	231,30	180,70	214,80
135	207,50	165,00	184,60
136	193,00	155,80	165,80
137	189,00	154,00	164,00
138	197,40	165,10	181,90
139	231,70	179,60	221,20
140	265,90	183,80	267,50
141	286,70	202,30	295,00
142	292,10	257,80	300,30
143	295,00	282,10	286,50
144	293,40	287,90	262,60
145	281,30	280,20	242,70
146	274,00	259,30	239,00
147	277,90	233,90	238,50
148	311,20	226,10	238,80
149	368,50	222,00	245,60
150	414,40	222,00	259,30
151	438,20	227,40	268,40
152	456,20	241,50	290,10
153	491,80	249,00	309,60
154	521,80	243,60	335,20
155	560,50	222,20	346,60
156	591,40	209,80	349,00
157	637,60	205,30	342,60
158	689,30	212,90	324,80
159	721,80	244,10	316,50
160	713,70	266,00	315,00
161	680,00	282,40	317,00
162	653,60	309,20	324,20
163	652,50	333,00	331,00
164	703,80	385,20	352,50
165	767,50	467,70	396,50
166	814,30	593,70	434,50
167	850,90	701,40	452,40
168	879,20	761,40	463,40
169	880,60	804,60	465,00
170	822,20	811,70	464,20
171	765,70	795,60	467,60
172	716,90	752,20	478,60
173	693,50	697,00	492,20
174	679,70	642,30	494,00
175	671,50	613,40	494,00
176	669,90	589,40	500,60
177	662,40	559,80	518,60
178	644,10	524,60	542,50
179	614,80	483,60	551,80

180	590,80	437,00	564,80
181	578,90	404,80	568,90
182	597,50	376,40	569,40
183	673,20	364,40	577,20
184	711,90	372,90	593,50
185	711,40	412,20	593,70
186	679,80	458,10	550,10
187	623,90	474,60	528,50
188	572,30	476,20	545,60
189	536,60	455,30	612,40
190	521,60	431,00	643,50
191	552,90	426,60	651,20
192	649,40	465,10	632,00
193	736,50	550,50	604,20
194	772,90	628,20	581,60
195	784,20	655,90	560,60
196	797,70	641,10	534,80
197	805,00	578,30	511,20
198	785,70	511,20	494,30
199	732,20	450,90	480,80
200	672,10	419,90	476,80
201	620,50	416,40	497,70
202	580,50	442,70	552,10
203	560,30	462,30	586,50
204	559,00	462,30	601,70
205	562,70	443,70	612,10
206	564,00	438,00	636,10
207	548,20	438,00	654,20
208	531,30	448,50	655,60
209	518,70	453,00	620,30
210	515,00	441,00	553,00

211	515,00	413,00	490,80
212	513,50	383,70	447,20
213	482,50	354,20	406,60
214	426,50	325,90	369,40
215	370,40	299,30	326,10
216	336,60	284,70	299,00
217	331,00	282,60	283,00
218	331,00	297,30	282,00
219	331,00	316,90	285,10
220	331,00	324,00	288,00
221	331,00	324,40	296,10
222	342,20	321,10	307,20
223	355,80	326,30	319,40
224	369,10	368,50	329,50
225	377,80	412,20	332,00
226	382,40	430,10	324,00
227	384,00	428,90	302,60
228	390,70	401,70	286,00
229	419,60	358,90	277,80
230	466,30	319,30	275,00
231	512,00	282,40	276,90
232	509,40	254,60	286,40
233	464,30	233,90	301,60
234	396,10	226,20	306,00
235	317,50	220,10	300,40
236	259,00	199,50	271,00
237	212,50	181,20	226,70
238	173,70	147,40	180,30
239	140,00	124,90	143,80
240	118,30	105,00	119,40

PROMEDIO	458,51	332,87	310,63	367,34
----------	--------	--------	--------	--------

ANEXO L: Datos del NOx combustible Súper.

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Tiempo [s]	Nox [ppm vol]	Nox [ppm vol]	Nox [ppm vol]
1	23	3	22,5
2	23	3,4	63,5
3	26,1	9,4	109,2
4	41	20,3	163,2
5	81,5	42,7	195,7
6	129,7	82,7	220
7	161,9	116,6	230,9
8	180,3	141,5	260,5
9	188,8	160,9	307,7
10	201,8	186,5	378,6
11	221,9	228,8	438,1
12	255,2	280,9	469,7
13	270,7	336,2	475
14	277	370,9	433,7
15	276,2	376,6	381,9
16	264,8	370,5	318,8
17	259	329,5	275
18	271,8	285,3	241,2
19	300,7	253,7	203,5
20	314,1	226	178
21	318	199,9	151,9
22	328,7	179,1	133,8
23	389,2	159	144,3
24	485,1	149,5	194,1
25	679	164,1	276,5
26	869,5	213	338,1
27	1027,4	236	417,4
28	1080,9	256,2	498,5
29	1028,8	288,2	588
30	962,3	353,5	638,5
31	926,4	440,2	655,6
32	924,1	492,6	649,5
33	904,3	515,2	596,1
34	834,7	505	507,6
35	724	447,3	428,2
36	602	385,3	362,7
37	495,3	328,4	354,1
38	422,9	310	400,2
39	406,6	312	446,8
40	403,1	320,5	494,1
41	403	324,9	549,5

42	416,2	361,8	651,3
43	482,7	421,7	720,9
44	600,5	539,4	780,4
45	730,4	633,1	809,8
46	885,6	699,4	811,3
47	927,4	716,5	781,9
48	918,2	713,2	724,4
49	858,2	668,6	654
50	779,2	595,7	598,6
51	697,5	544,5	549,5
52	633,4	500,1	513,6
53	573,5	476,5	494,4
54	543,2	473,6	477,5
55	540,5	496,8	473,5
56	569,2	538,7	472,8
57	608,1	595,2	501
58	624,6	641,8	532
59	638,4	671,6	563,2
60	648,7	689	581,2
61	668,5	691	596,6
62	694	678,3	605,4
63	725,1	643,7	582
64	745,9	604,2	538,5
65	739	558,1	493,9
66	685,4	513,4	458,3
67	634,4	491,7	432,1
68	570,3	480	388,7
69	517,4	482,5	354,7
70	492	488	307,4
71	520,8	483,2	277,5
72	618,7	445,4	268,7
73	706,9	394,8	262
74	743,1	367,5	263,5
75	738,5	364	276,5
76	686,8	394,9	296,2
77	617,2	452,3	318,1
78	520	509,3	331,6
79	457	544,1	336
80	408,1	561	337,2
81	391,6	560,4	350,7
82	421	530	375,8
83	503,5	518,5	384,9
84	581	518	378,3

85	611,8	522,8	338,5
86	592,9	512,3	279,8
87	520,2	453,1	225,8
88	433,1	390,6	180,7
89	342,7	319,3	143,2
90	272,3	257,8	114,2
91	216,2	206,2	95,7
92	180,5	163,5	87,3
93	148,4	134,3	79,8
94	125,8	117,4	71,1
95	111,1	103,6	68
96	99,5	95	65,1
97	88,2	91,1	59
98	74,6	83,5	57,4
99	65,6	76,5	57
100	59,6	66,2	69,7
101	57,9	59,6	143,5
102	83	61	309,2
103	139,9	104,6	439,6
104	206,8	183,5	492,2
105	280,5	241,6	506,7
106	400,6	281	507,9
107	488	307,6	508,4
108	539,7	326,2	520,4
109	579	362,5	532,6
110	620,3	418	527,7
111	645,7	453,7	477,9
112	643,7	465,6	419
113	597,9	466,3	371,1
114	527,3	443,5	325,3
115	466,8	410	305,2
116	427,7	381,4	295,3
117	393,7	374,6	294,5
118	365,4	373,1	277
119	326,2	370,3	250
120	295,6	347,6	213,3
121	246,9	298,2	164
122	213,1	244	147,3
123	187,9	208,7	140
124	182,1	177,8	140,3
125	199,4	174,3	144,8
126	228,9	202,2	149,9
127	244,2	239,9	154,7
128	247,3	277,5	156,4
129	252,2	304	159
130	265,1	342,2	159

131	292,5	380,8	159
132	319,2	390,8	158,8
133	334,3	389	158
134	334,4	353,1	158,1
135	315,1	298,7	159
136	286,1	253,6	159
137	246,7	212,3	156,8
138	216,6	182,6	146,9
139	208,6	166	142
140	213,7	154,1	155,6
141	235,9	144,8	196,1
142	267	144,1	232,1
143	292,5	149,4	252,8
144	302,5	166,2	259,6
145	305,9	189,5	261,4
146	317,9	234,6	261,8
147	335,2	268,3	258,1
148	344,8	281,7	248,7
149	353,4	282	245,1
150	359	275,9	253,2
151	366,9	260,7	283,4
152	390,9	254,5	319
153	434,8	251	362
154	492,4	253,4	382
155	527,6	256,3	385
156	541,6	267,5	351
157	542	290,6	331,2
158	524,8	317	316,9
159	497,8	356,6	312
160	455	376,7	300,2
161	434,5	402,9	291,1
162	417,1	422,4	285
163	413	445	285,6
164	418,3	461,6	314
165	454,7	487	365,8
166	530,6	520,3	474,6
167	637,6	577,4	552
168	741,2	636,9	611,6
169	874,9	674	666,9
170	944,1	673,1	705,3
171	990,8	664,5	743
172	1006	660,2	790,1
173	1001	659	826,9
174	954,7	658,5	840
175	902,2	656,2	830,7
176	849,9	654	799,6

177	832,7	656,5	782,3
178	831	670	765,2
179	830	684	749
180	801,4	686,4	731
181	759	687,4	722
182	722,7	696,5	719,9
183	711	713,3	707,3
184	714,9	735,5	685,6
185	728,5	753,3	660,1
186	734	759,4	621,5
187	716,7	756	602,4
188	690,4	720,2	595,1
189	667	698,1	595,1
190	649,4	695	602,9
191	641,4	695,9	607,2
192	643,9	697	607
193	673,3	687	598,8
194	747,1	651,4	595
195	864,4	625,4	599,9
196	954,5	613,2	612,5
197	1002,2	606,6	619
198	1024	596,6	618,5
199	1001,8	590,2	612,2
200	926,6	576,9	605,4
201	830	567,4	602
202	711	530,2	596,9
203	631,4	501	579,4
204	572,9	461,8	568,3
205	544,7	439,9	569
206	549,1	425,9	615,7
207	591,7	419,4	650
208	677	415,8	669,8
209	741	412,6	677
210	757,5	414,6	672,8
211	731,7	452,8	664
212	667,9	505,4	658
213	606,8	561,4	660
214	559,5	592,2	665,7
215	523,9	597,8	652,8
216	485,4	587	613,8
217	409,6	496,3	519,1
218	359,2	429,1	468,3
219	330,2	387,2	427,1
220	327,6	382,5	405,1
221	347,4	427,4	394,5
222	392	509,4	397,3

223	419,3	579,1	423,1
224	437,1	634	466,3
225	451,9	656,2	525,7
226	457,6	657,9	567,8
227	458	643,5	584,8
228	454,1	601,6	590
229	438,1	559,6	582,7
230	408,9	512,2	561,6
231	393,9	476,3	544,1
232	370,7	450,6	519,9
233	358,3	442	498,2
234	345	439	455,4
235	341	443,8	416,4
236	342	450,7	368
237	343	439,1	315,8
238	329,5	400	258,9
239	291,4	342,7	218,7
240	248,2	282	176,6
PROMEDIO	413,79	356,41	369,01

ANEXO M: Tabla De Datos Convertidos De (% V). a (g/km).

GASOLINA EXTRA					Rendimiento (km/Gl)				
					57,600	59,005	60,480	59,028	
RESULTADOS DEL ANALIZADOR DE GASES									
PRUEBAS DINÁMICAS - ON BOARD					EMISIONES CONTAMINANTES EN PORCENTAJE				
Parámetros	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (EXTRA)	Parámetros	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (EXTRA)
CO [%v]	0,22	0,16	0,17	0,18	CO [%v]	0,224	0,160	0,166	0,183
CO2 [%v]	13,87	13,87	13,75	13,83	CO2 [%v]	13,867	13,872	13,750	13,830
HC [ppm]	34,10	21,42	16,05	23,86	HC [%v]	0,003	0,002	0,002	0,002
O2 [%v]	1,14	1,05	1,11	1,10	O2 [%v]	1,210	1,120	1,220	1,183
Nox [ppm]	447,00	324,15	303,53	358,23	Nox [%v]	0,045	0,032	0,030	0,036
DATOS DEL CICLO UTILIZADO					R EN FUNCIÓN DE CO2				
CICLO DE PRUEBA		CICLO 2 VECES IM - 240			Parámetros	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (EXTRA)
DISTANCIA RECORRIDA (km)		6,4			RCO	0,0161	0,0115	0,0121	0,0133
DISTANCIA RECORRIDA (m)		6400			RHC	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002
Mediciones	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (EXTRA)	RNOX	0,0032	0,0023	0,0022	0,0026
Consumo en litros	0,42	0,41	0,4	0,41					
				Total recorrido					
Distancia km	6,4	6,4	6,4	19,2	FACTORES DE EMISIÓN				
					DENSIDAD DE COMBUSTIBLE (kg/m^3)				
					Parámetros	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (EXTRA)
CÁLCULO DEL RENDIMIENTO					FCO (g/Km)	1,53	1,07	1,10	1,23
Parámetros	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (EXTRA)	FHC (g/Km)	0,03	0,02	0,02	0,02
Rendimiento (km/lt)	15,238	15,610	16,000	15,616	FNOX (g/Km)	0,33	0,23	0,21	0,26

GASOLINA SUPER					DATOS DEL CICLO UTILIZADO				
					CICLO DE PRUEBA		CICLO 2 VECES IM - 240		
RESULTADOS DEL ANALIZADOR DE GASES					DISTANCIA RECORRIDA (km)		6,4		
					DISTANCIA RECORRIDA (m)		6400		
PRUEBAS DINÁMICAS - ON BOARD					Mediciones	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (SÚPER)
CO [%v]	0,27	0,26	0,20	0,24	Consumo en litros	0,39	0,39	0,38	0,387
CO2 [%v]	13,96	13,97	13,89	13,94					Total recorrido
HC [ppm]	29,56	20,99	20,29	23,61	Distancia km	6,4	6,4	6,4	19,2
O2 [%v]	1,06	1,06	1,21	1,11					
Nox [ppm]	406,25	350,11	357,90	371,42					

CÁLCULO DEL RENDIMIENTO				
Parámetros	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (SÚPER)
Rendimiento (km/lt)	15,41	16,41	16,84	16,22
Rendimiento (km/Gl)	62,03	62,03	63,55	62,54
EMISIONES CONTAMINANTES EN PORCENTAJE				
Parámetros	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (SÚPER)
CO [%v]	0,224	0,160	0,166	0,183
CO2 [%v]	13,867	13,872	13,750	13,830
HC [%v]	0,003	0,002	0,002	0,002
O2 [%v]	1,210	1,120	1,220	1,183
Nox [%v]	0,041	0,035	0,036	0,037
R EN FUNCIÓN DE CO2				
Parámetros	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (SÚPER)
RCO	0,01613	0,01155	0,01207	0,01325
RHC	0,00021	0,00015	0,00015	0,00017
RNOX	0,00293	0,00252	0,00260	0,00269
FACTORES DE EMISIÓN				
DENSIDAD DE COMBUSTIBLE (kg/m³)				
Parámetros	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio (SÚPER)
FCO (g/Km)	1,52	1,02	1,04	1,20
FHC (g/Km)	0,03	0,02	0,02	0,02
FNOX (g/Km)	0,30	0,24	0,24	0,26

DENSIDAD DEL COMBUSTIBLE EXTRA	748
DENSIDAD DEL COMBUSTIBLE SÚPER	750

