



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO
AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MOTOR DE GASOLINA
CHEVROLET LUV 2200 UTILIZANDO BIOETANOL A PARTIR DEL
RESIDUO DE PAPA CON LA MEZCLA E10**

AUTOR:

ANDRÉS ALEJANDRO LOMAS POZO.

DIRECTOR:

ING. PAÚL HERNÁNDEZ. MSc.

IBARRA 2018

**CERTIFICADO****ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR**

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MOTOR DE GASOLINA CHEVROLET LUV 2200 UTILIZANDO BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS DE PAPA CON LA MEZCLA E10." presentado por el señor: Lomas Pozo Andrés Alejandro con número de cédula 172243693-6, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad e Ibarra, a los 10 días del mes de Julio del 2018

Atentamente:

ING. PAÚL HERNÁNDEZ .MSC

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD	172243693-6		
APELLIDOS NOMBRES	LOMAS POZO ANDRÉS ALEJANDRO		
DIRECCIÓN	EMILLANO ZAPATA E19-44 Y 2 DE AGOSTO (QUITO)		
EMAIL	aalomasp@utn.edu.ec / andresalejo-87@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO	022604335	TELÉFONO MÓVIL	0983296593

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MOTOR A GASOLINA CHEVROLET LUV 2200 UTILIZANDO BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS DE PAPA CON LA MEZCLA E10.
AUTOR	LOMAS POZO ANDRÉS ALEJANDRO
FECHA	
PROGRAMA	PRE GRADO POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR DIRECTOR	ING. PAÚL HERNÁNDEZ, MSc.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **ANDRÉS ALEJANDRO LOMAS POZO** con cédula de identidad Nro. **172243693-6**, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros. Ibarra, a los 10 días del mes de Julio del 2018.

EL AUTOR:

Firma: 

Nombres: Andrés Alejandro Lomas Pozo

Cedula: 172243693-6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **ANDRÉS ALEJANDRO LOMAS POZO**, con cedula de identidad Nro. **172243693-6**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículo 4,5 y 6 en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MOTOR DE GASOLINA CHEVROLET LUV 2200 UTILIZANDO BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS DE PAPA CON LA MEZCLA E10.”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 10 días del mes de Julio del 2018.

Firma:

Nombres: Andrés Alejandro Lomas Pozo.

Cedula: 172243693-6

ANDRÉS ALEJANDRO LOMAS POZO

DEDICATORIA

A mis padres, Isidro Lomas y Gloria Pozo por haberme dado la vida, enseñarme que las metas son alcanzables y que una caída no es una derrota sino el principio de una lucha que siempre termina en logros y éxitos. Gracias por siempre orientarme en todo lo que se y ayudarme a salir adelante a pesar de todos los inconvenientes.

A mis hermanos, David, Crithian y Giovanni porque siempre he contado con ellos en todo y ser un apoyo constante en este trayecto de mi vida.

A mis abuelitos, fueron las personas después de mis padres que más se preocupaban por mí. Me enseñaron muchas cosas para la vida y me encaminaron por el buen sendero.

ANDRÉS ALEJANDRO LOMAS POZO

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, institución que nos acogió en sus aulas para formar parte de este proceso de nuestra formación ética y profesional. Así como, a todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

Al Ing. Paul Hernández MSc. docente de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz perteneciente a la Universidad Técnica del Norte, con sus conocimientos y guía aportaron en el desarrollo y culminación del presente proyecto de grado.

A mis padres y hermanos por haber sido un pilar fundamental a lo largo de mi vida y ser el respaldo para enfrentar los desafíos que se me presenten en el futuro.

De igual manera un agradecimiento a las personas que formaron parte de este proyecto de investigación en especial a Mónica Núñez por compartir sus conocimientos que ayudaron en el desarrollo del proyecto.

ANDRÉS ALEJANDRO LOMAS POZO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Autorización de uso y publicación	II
Cesión de derechos de autor del trabajo de grado	IV
Dedicarotora	V
Agradecimiento	VI
Resumen	XV
Abstract	XVI
Introducción	XVII
Capítulo I	1
1 Problema de la investigación	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Delimitación	2
1.4.1 Temporal	2
1.4.2 Espacial	2
1.5 Objetivos	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos	3
1.6 Justificación	3
Capítulo II	5
2 Marco teórico	5
2.1 Combustibles	5
2.1.1 Combustibles fósiles	5
2.1.1.1 Gas natural	5
2.1.1.2 Diésel	5
2.1.1.3 Gasolina	6
2.1.2 Combustibles alternativos	7
2.1.2.1 Biogás	7
2.1.2.2 Biodiésel	7
2.1.2.3 Bioetanol	8
2.2 Bioetanol proveniente de lignocelulosa	9
2.2.1 Procesos de obtención	9
2.2.2 Características del bioetanol	10
2.3 Características de la gasolina	11

2.3.1 Octanaje	11
2.3.2 Destilación	11
2.3.3 Presión de vapor reíd	12
2.3.4 Corrosión a la lámina de cobre	12
2.3.5 Contenido de azufre	12
2.3.6 Contenido de gomas	12
2.3 Motor ciclo otto	13
2.3.1 Ciclos de funcionamiento del motor ciclo otto	14
2.3.2 Sistemas generales del motor ciclo otto.	15
2.3.2.1 Sistema de suministro de aire	15
2.3.2.2 Sistema de alimentación de combustible	16
2.3.2.3 Sistema de refrigeración	17
2.3.2.4 Sistema de lubricación	17
2.3.2.5 Sistema de encendido	18
2.3 Pruebas dinámicas	19
2.3.1 Pruebas de torque y potencia	19
2.3.2 Pruebas de emisiones	20
2.3.2.1 Emisiones contaminantes	20
2.3.2.2 Normativas de emisiones vehiculares	21
2.4.2.3 Huella de carbono	25
2.3.2.4 Prueba de simulación de la aceleración (asm)	25
2.3.3 Prueba de consumo	26
Capítulo III	27
3 Materiales y métodos	27
3.1 Caracterización del área de estudio	27
3.2 Materiales, equipos e insumos	27
3.2.1 Equipos	27
3.2.2 Insumos y materiales	28
3.3 Métodos	28
3.3.1 Caracterización de la mezcla e10	28
3.3.1.1 Preparación de la mezcla (e10)	28
3.3.1.2 Ensayos a la mezcla (e10)	29
3.3.2 Pruebas dinámicas	31
3.3.2.1 Procedimiento para las pruebas de torque y potencia	33
3.3.2.2 Procedimiento para las pruebas emisiones	35
3.3.2.3 Pruebas de consumo	37

Capitulo IV	40
4 Resultados y discusiones	40
4.1 Resultados de la caracterización en la mezcla (e10)	40
4.1.1 Octanaje	40
4.1.2 Destilación	40
4.1.3 Presión de vapor reíd	41
4.1.4 Corrosión a la lámina de cobre	41
4.1.5 Contenido de azufre	42
4.1.6 Contenido de gomas	42
4.2 Pruebas dinámicas	43
4.2.1 Resultados de torque y potencia	43
4.2.2 Resultados de emisiones en el ciclo asm (5015)	44
4.2.2.1 Dióxido de carbono (co2)	45
4.2.2.2 Oxígeno (o2)	46
4.2.2.3 Factor lambda (λ)	47
4.2.2.4 Monóxido de carbono (co)	47
4.2.2.5 Hidrocarburos (hc)	48
4.2.2.6 Óxido de nitrógeno (nox)	49
4.2.3 Resultados del consumo de combustible en el ciclo im240	51
Capítulo V	53
5.1 Conclusiones	53
5.2 Recomendaciones	54
Bibliografía	55
Anexos	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAG.
Figura 2. 1 Procedimiento de obtención del biodiésel	8
Figura 2. 2 Proceso de obtención del bioetanol	9
Figura 2.3 Motor Chevrolet Luv 2200	13
Figura 2. 4 Ciclos de funcionamiento del motor ciclo otto	15
Figura 2. 5 Sistema de inducción	16
Figura 2. 6 Sistema de alimentación de combustible	16
Figura 2. 7 Sistema de Refrigeración	17
Figura 2. 8 Sistema de lubricación	18
Figura 2. 9 Sistema de Encendido.	19
Figura 3. 1 Preparación de la mezcla.	29
Figura 3. 2 Equipos utilizados para las pruebas dinámicas	32
Figura 3. 3 Torque y Potencia (Gasolina Súper de 92 octanos)	34
Figura 3. 4 Torque y Potencia (Mezcla E10)	34
Figura 3. 5 Medición de las emisiones en el ciclo ASM	35
Figura 3. 6 Comprobación del consumo de combustible	38
Figura 3. 7 Resultante del consumo de combustible	38
Figura 3. 8 Consumo de combustible	39
Figura 3. 9 Rendimiento de combustible	39
Figura 4. 1 Curvas de torque con la gasolina súper y la mezcla E10	43
Figura 4. 2 Curvas de potencia con la gasolina súper y la mezcla E10	44
Figura 4. 3 Comparación del CO ₂ entre la gasolina súper y la mezcla E10	45
Figura 4. 4 Comparación del O ₂ entre la gasolina súper y la mezcla E10	46
Figura 4. 5 Comparación de (λ) entre la gasolina súper y la mezcla E10	47
Figura 4. 6 Comparación del CO entre la gasolina súper y la mezcla E10	48
Figura 4. 7 Comparación de HC entre la gasolina súper y la mezcla E10	49
Figura 4. 8 Comparación del NO _x entre la gasolina súper y la mezcla E10	50
Figura 4. 9 Consumo Total (ml)	51

ÍNDICE DE TABLAS

	PAG.
Tabla 2. 1 Características del combustible diésel	6
Tabla 2. 2 Características de la gasolina	7
Tabla 2. 3 Límites de emisiones por contaminante en la Unión Europea (g/km)	22
Tabla 2. 4 Tabla de emisiones por cilindrada	23
Tabla 2. 5 Categorización de vehículos a gasolina	24
Tabla 2. 6 Límites máximos para emisiones para automotores a gasolinas (pruebas dinámicas) (ciclos europeos)	24
Tabla 3. 1 Especificaciones técnicas del motor Chevrolet Iuv 2200cc	27
Tabla 3. 2 Resultados de la mezcla E10	29
Tabla 3. 3 Factores de emisión con gasolina súper de 92 octanos	36
Tabla 3. 4 Factores de emisión con la mezcla E10	37
Tabla 4. 1 Comparación de datos de octanaje	40
Tabla 4. 2 Comparación de datos del ensayo de destilación	41
Tabla 4. 3 Comparación de datos de presión de vapor reíd	41
Tabla 4. 4 Comparación de datos a la corrosión a la lámina de cobre	42
Tabla 4. 5 Comparación de datos al contenido de azufre	42
Tabla 4. 6 Comparación de datos al contenido de gomas	43
Tabla 4. 7 Torque y Potencia con la gasolina súper y la mezcla E10	44
Tabla 4. 8 Comparación de las emisiones contaminantes con la normativa chilena	45
Tabla 4. 9 Promedios de las pruebas en el ciclo simulado ASM 5015.	50
Tabla 4. 10 Consumo total de combustible	52
Tabla 4. 11 Rendimiento total	52

ÍNDICE DE ANEXOS

	PAG.
A I. 1 Componentes del sistema de aire	58
A I. 2 Componentes del sistema de alimentación (continuación...)	59
A I. 3 Componentes del sistema de alimentación	60
A I. 4 Componentes del sistema de refrigeración	61
A I. 5 Componentes del sistema de lubricación	62
A I. 6 Componentes del sistema de encendido electrónico	63
A II. 1 Caracterización de la mezcla E10	64
A III. 1 Certificado de las pruebas de torque, potencia, emisiones y consumo	65
A III. 2 Pruebas de torque y potencia con gasolina súper	66
A III. 3 Prueba de emisión de gases en el ciclo ASM con gasolina súper	67
A III. 4 Pruebas de consumo con gasolina súper	68
A III. 5 Pruebas de torque y potencia con la mezcla E10	69
A III. 6 Pruebas de emisiones el ciclo ASM con la mezcla E10	70
A III. 7 Pruebas de consumo con la mezcla E10	71

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BRA.- Biomasa residual agrícola.

MEP.- Motor de encendido provocado.

GEI.- Gas de efecto invernadero.

CO.- Monóxido de carbono.

CO2.- Dióxido de carbono.

HC.- Hidrocarburos.

NOx.- Óxidos de nitrógeno.

PMS.- Punto muerto superior.

PMI.- Punto muerto inferior.

E10.- Mezcla con el 10% de alcohol etílico y 90% gasolina.

ECM.- Modulo de control electrónico.

CKP.- Sensor de posición del cigüeñal.

IAC.- Válvula de control de aire para en ralentí.

MAP.- Sensor de presión de aire.

MAF.- Sensor de flujo de aire.

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se analizó el comportamiento del motor a gasolina Chevrolet Luv 2200, utilizando la mezcla E10 a partir de la biomasa residual de la papa, el cual es una alternativa al uso de gasolina convencional comúnmente utilizado. Cabe destacar que su uso contribuye con la reducción de emisiones de gases nocivos para el medio ambiente y para los seres vivos. En esta investigación se realizó la caracterización de la mezcla E10 y se estudió el funcionamiento del motor durante la combustión con los dos combustibles tratados. Las pruebas se las realizó en el dinamómetro de rodillos para obtener los datos de: torque, potencia, emisiones de gases (ciclos ASM 5015) y consumo de combustible (ciclo IM240). Cada prueba tiene tres repeticiones para favorecer la confiabilidad de la investigación. Para dar inicio a los ensayos se realizó la preparación de la mezcla E10 la cual consta de 90% de gasolina súper y 10% del alcohol etílico en estudio, esta mezcla fue aplicada al vehículo para luego simular sobre el dinamómetro un recorrido específico de acuerdo a cada tipo de prueba. Con la mezcla E10 se obtuvo como resultado en el caso del torque un incremento del 1,8 % al igual que la potencia con un 4,3 %. En las pruebas de emisiones de gases contaminantes en el ciclo ASM (5015) dieron como resultado un valor de: CO 7,3 %, HC un 58,333 % y NOx 14 %. Dichos valores demuestran una diferencia en cuanto a la reducción de emisiones de gases con la mezcla E10. Además existe un incremento en el consumo de combustible al utilizarse la mezcla E10, con un valor de 3,41 %. Por esta razón se evidencia que al mezclar 10% de alcohol etílico a la gasolina de 92 octanos, desde el punto de vista ambiental es favorable por la reducción de las emisiones contaminantes, del mismo modo existe un mejor desempeño mecánico del motor, sin embargo hay un mayor rendimiento de 1,15 km/gal de combustible con la gasolina de 92 octanos.

ABSTRACT

In this degree work, the performance of the Chevrolet Luv 2200 petrol engine was analyzed by using the E10 mixture from potato residual biomass, which is another option to the use of conventional gasoline. It is important to emphasize that the use of this fuel contributes to reduce the harmful gases emissions for the environment and living beings. In this research, the characterization of the E10 mixture was carried out and the engine operation during the combustion with the two treated fuels was studied. The tests were performed on the roller dynamometer to obtain the data of: torque, power, gas emissions (ASM 5015 cycles) and fuel consumption (IM240 cycle). Each test has three repetitions in order to work out well the reliability of the research. To start with the tests the E10 mixture was prepared, which consists of 90% “super” gasoline and 10% of the ethyl alcohol under study, this mixture was put in the vehicle, to then simulate on the dynamometer a specific route according to each type of test. With the E10 mixture, the result was an increase of 1.8% in the torque, as well as a 4.3% increase in power. In the tests of polluting gases emissions in the ASM (5015) cycle resulted in a value of: CO 7.3%, HC 58.333% and NO_x 14%. These values show a difference in the reduction of gas emissions regarding the E10 mixture. In addition there is an increase in fuel consumption when the E10 mixture is used, with a value of 3.41%. For this reason it is evident that when mixing 10% ethyl alcohol with 92 octane gasoline, from the environmental point of view it is favorable for the reduction of polluting emissions, in the same way there is a better mechanical performance of the engine, however there is a greater performance of 1.15 km / gal of fuel with the 92 octane gasoline.

INTRODUCCIÓN

Actualmente con los problemas medio ambientales y en la búsqueda de una alternativa al uso de los combustibles derivados del petróleo, se estudia nuevas fuentes de energía alternativa para mitigar la emisión de gases contaminantes y promover la utilización de combustibles renovables. El etanol es un componente viable para la reformulación de combustible, de esta forma se logra cumplir con regulaciones ambientales que cada día son más exigentes.

La presente investigación busca una alternativa al problema referente a la dependencia del petróleo y sus derivados, la información presentada en este documento está respaldada con fuentes bibliográficas. Los datos obtenidos corresponden al funcionamiento del motor ciclo Otto, eficiencia energética, desempeño mecánico, emisiones contaminantes, entre otras pruebas realizadas al motor durante su funcionamiento con la utilización de la mezcla E10 como combustible.

En el desarrollo de las pruebas se conocen los parámetros de funcionamiento del motor con la mezcla E10 y la gasolina súper de 92 octanos, especificando los procedimientos, materiales o equipos utilizados. Cada prueba se divide en las siguientes etapas como: preparación de la mezcla y su caracterización, pruebas dinámicas de torque, potencia, emisiones de gases y consumo entre estos dos combustibles. Consecuentemente se analizan los datos obtenidos durante el estudio y se realiza la respectiva comparación.

Se ejecutó un análisis de los resultados adquiridos durante las pruebas del desempeño mecánico del motor, la emisión de gases en el ciclo 5015 y el consumo de combustible en el ciclo IM240. Estos valores permitió determinar cuáles son las ventajas y desventajas del uso del Etanol en la mezcla E10, tanto mecánicas, rendimiento del combustible en el motor ciclo Otto y ambientales.

Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones que se obtiene mediante el análisis del comportamiento del motor, así mismo se muestran los anexos y bibliografía que dan veracidad a la investigación.

CAPÍTULO I

1 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El mundo afronta el desgaste progresivo de sus recursos energéticos, principalmente en los combustibles no renovables, los cuales son utilizados por los automotores produciéndose la emanación de una gran cantidad de gases contaminantes que son liberados a la atmosfera. Esto se ha vuelto una problemática para los gobiernos, quienes ven como una alternativa eficaz la utilización de recursos energéticos renovables (Sanchez Óscar, 2005, pág. 671).

La utilización de la biomasa residual agrícola (BRA) como remplazo de los recurso fósiles ha incentivado el estudio del biocombustible (bioetanol, biodiesel), como una fuente alternativa de energía renovable, para los vehículos a gasolina y diésel (Kusmiyati, 2014, pág. 200).

En América latina la producción, abastecimiento y consumo de este combustible alternativo está dirigida hacia el sector automotriz, donde su consumo se lidera por Brasil con el 21, 57 %, mientras que Ecuador participa con un 0,92 %. En el caso del bioetanol (según datos de la CEPAL), Brasil fabrica 8,9 billones de litros de bioetanol, mientras que Colombia produce 0.11 billones (Gómez, 2016, pág. 122) .

El objetivo principal del estudios de los carburantes con los combustibles reformulados es comparar sus propiedades fisicoquímicas y los beneficios ambientales que tiene en respecto a las emisiones de gases (Castillo Hernandez, 2012, pág. 295).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el uso masivo de los combustibles fósiles en los motores de combustión interna ha dado evidencias de efectos negativos a nivel mundial debido a la acumulación de gases de efectos invernadero (GEI) en la atmosfera.

Las normativas establecidas para los vehículos con motor de chispa provocada, regulan la calidad de combustible y el control de emisiones de gases contaminantes CO, HC, y NO_x. Así mismo el cumplimiento de estas normativas permite mitigar y controlar la cantidad de emisiones producidas por los motores a gasolina que benefician al medio ambiente.

En el Ecuador se ha realizado estudios de emisiones de gases vehiculares en diferentes ciudades específicamente en Ibarra, el tráfico vehicular es el responsable del 96.6%, de óxidos de nitrógeno (NO_x), 93.3% del monóxido de carbono (CO) y el 87.7% de dióxido de carbono (CO₂) emitidos al ambiente (MAE, 2014, pág. 77).

Por esta razón se ha visto en la necesidad de buscar nuevas fuentes de energía renovable y sustentable que mitiguen la contaminación del medio ambiente.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué resultados se obtendrán de la utilización del bioetanol a partir de residuos de papa con la mezclas E10 aplicando en el motor a gasolina de la Chevrolet luv 2200 cc?

1.4 DELIMITACIÓN

1.4.1 TEMPORAL

Este proyecto se llevó a cabo desde el mes de julio 2017 hasta el mes de mayo 2018.

1.4.2 ESPACIAL

Este proyecto se desarrolló en los talleres de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica de Norte, en el laboratorio del Centro de Transferencia de Tecnología en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) y en el laboratorio de Petróleos de la Escuela Politécnica Nacional en la ciudad de Ibarra y Quito respectivamente.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el comportamiento del motor a gasolina Chevrolet Luv 2200, utilizando bioetanol a partir del residuo de papa con la mezcla E10, se medirá torque, potencia, emisiones y consumo.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la mezcla E10.
- Analizar el comportamiento del motor con la mezcla E10.
- Evaluar resultados.

1.6 JUSTIFICACIÓN

La contaminación ambiental es uno de los problemas más importantes en la actualidad, uno de los principales responsables es la industria automotriz debido al uso de los hidrocarburos fósiles. Su empleo provoca efectos adversos como el aumento de la temperatura ambiental, contaminación por gases, entre otros.

Con el fin de combatir dichos efectos se fomenta el uso de energías alternativas, uno de los combustibles alternativos más usados es la mezcla de alcohol etílico con la gasolina convencional, dando como resultado un descenso en el uso de combustibles fósiles y la disminución de la contaminación.

En base a lo anteriormente mencionado la presente investigación se busca determinar la eficiencia del motor con el uso de la mezcla (E10) que consiste en un 90% de gasolina súper con un 10% de etanol anhidro (a partir del residuo de papa). Las pruebas realizadas del funcionamiento de la mezcla en el motor son: torque, potencia, consumo y emisiones. Así también se realizan pruebas en cuanto a características de la mezcla (E10), los cuales

son: octanaje, destilación, presión de vapor reíd, corrosión de la lámina de cobre, contenido de azufre, contenido de gomas, como indica en la normativa INEN 935-2016. Ambos resultados se comparan con el combustible convencional (gasolina súper de 92 octanos), evidenciándose sus diferencias.

Este proyecto está encaminado a el aprovechamiento de la biomasa residual agrícola para la obtención de biocombustibles alternativos, lo cual se apega al objetivo 5.7 de los lineamientos del sector estratégico, “Garantizar el suministro energético con calidad, oportunidad, continuidad y seguridad, con una matriz energética diversificada, eficiente, sostenible y soberana como eje de transformación productiva y social” (Plan Nacional del Desarrollo Toda una Vida, 2013, pág. 82).

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 COMBUSTIBLES

Los combustibles son capaces de generar energía de su forma potencial (energía química) a una forma utilizable sea energía mecánica o térmica. La gasolina, el diésel, el gas natural, la madera y el carbón, son unos de los combustibles más utilizados a nivel mundial.

2.1.1 COMBUSTIBLES FÓSILES

Los combustibles fósiles proceden de la biomasa de millones de años que pasó por varios procesos de cambio hasta llegar a tener una gran cantidad de energía como son: Gas Natural, Petróleo, Carbón que hoy en día es aprovechada por los seres humanos para diferentes propósitos.

2.1.1.1 Gas Natural

El gas natural es un hidrocarburo que se compone de una combinación de gases livianos, principalmente metano 82,3% y en menor cantidad, de propano 3.72% butano 0,46 % etano 10,3 %. Este combustible es el más limpio en comparación a los demás, debido a que proviene de la acumulación de materia orgánica entre los sedimentos, así mismo aparece en yacimientos o junto al petróleo (Darío, 2018, pág. 6).

2.1.1.2 Diésel

El combustible diésel se compone de diferentes tipos hidrocarburos que hierve aproximadamente entre 180 y 360 grados de temperatura y se obtiene por destilación del petróleo, también se lo puede obtener por “craqueo” o hidrogenación de aceites. El diésel servirá de combustible en los motores y la inflamación de la mezcla no lo realiza por medio de chispa eléctrica, sino lo realiza por medio de la compresión en la mezcla aire- diésel en

la cámara de combustión, su capacidad de inflación se lo mide en número de cetanos (Arias-Paz, 2006, pág. 197).

Tabla 2. 1 Características del combustible diésel

El combustible diésel se estudia:	Descripción
Densidad	Experimenta notables oscilaciones y eso hace variar la cantidad necesaria para las cantidades de aire para su combustión, la carbonilla tiende a aumentar cuando el combustible tiene mayor viscosidad y la inyección no es precisa.
Viscosidad	No puede ser muy baja para no averiar las bombas inyectoras.
Punto de inflamación	No debe ser inferior a 55° para asegurar el transporte y almacenamiento.
La coquización	Importante para salvar precisión de los inyectores
Facilidad de encendido	Cuando mayor es el número de cetanos más fácil es el encendido.
Aditivos	Para mejorar la fluidez y retrasar el envejecimiento.

(Arias-Paz, 2006, pág. 197)

2.1.1.3 Gasolina

La gasolina es un líquido incoloro que se añade ligeramente un color para la identificación de su octanaje, es inflamable y de gran potencial calorífico. La composición de la gasolina, como la del petróleo en bruto es básicamente de hidrogeno y carbono en diferentes composiciones químicas. Sin embargo para que se produzca una combustión completa de la mezcla aire-combustible es necesario que este dentro de la relación estequiométrica (Por un kilogramo de combustible se dispone de 14.7 kilogramos de aire) (Arias-Paz, 2006, pág. 195).

Tabla 2. 2 Características de la gasolina

Características	Descripción
Color	Por razones comerciales se impone un color uno para gasolina ordinaria y el otro para supercarburante.
Densidad	Para la gasolina ordinaria se establece < 0,765kg/l y para el supercarburante <0.770kg/l.
Índice de octano	Capacidad de un hidrocarburo para resistir la detonación y que se desarrollara más adelante.

(Arias-Paz, 2006, pág. 195)

2.1.2 COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS

La preocupación general del consumo de combustibles fósiles, la contaminación ambiental y la alta participación en el transporte, se ha convertido en las razones que están estimulando a la investigación sobre combustibles alternativos para motores especialmente aquellos derivados de la biomasa.

2.1.2.1 Biogás

El biogás es un gas que se forma de modo natural, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos en ausencia de oxígeno. La producción de biogás por descomposición anaerobia es un modo considerado útil para el tratamiento de residuos biodegradables ya que produce combustible. En la obtención de biogás se produce por la digestión anaeróbica (sin oxígeno) de residuos orgánicos e inorgánicos que se mezclan con el agua y se deposita en un recipiente sellado llamado biodigestor a temperatura entre los 20°C y 30°C se descompone gracias a las bacterias anaerobias (Mora, 2017, pág. 10).

2.1.2.2 Biodiésel

El biodiésel es un biocombustible líquido producido a partir de aceites vegetales y grasas de animales, en las propiedades del biodiesel es la densidad y los números de cetanos, al igual que el diésel proveniente del petróleo, este biocombustible se puede realizar mezclas

superiores o casi puras en el motor de ciclo diésel sin modificación única (Alirio Benavides, 2006, pág. 3).

Sus beneficios son:

- Procede de un recurso renovable.
- reducción de la dependencia del diésel proveniente del petróleo.
- Es amigable al medio ambiente.
- Aporta lubricación en el motor
- Aumenta la eficiencia y vida útil del motor.



Figura 2. 1 Procedimiento de obtención del biodiésel

(La producción de energía, s.f., pág. 3).

2.1.2.3 Bioetanol

(Salinas & Gasca, 2009, pág. 3) Sostienen que en el año 1908 Henry Ford hizo el primer diseño del automóvil modelo T, esperaba utilizar el etanol como combustible. A principios de los años veinte utilizó el 25% de etanol en la gasolina pero por los elevados precios del maíz, junto a los altos costos de almacenamiento y las dificultades en el transporte hicieron abandonar el proyecto. En la década de los 70 como consecuencia de la crisis del petróleo comienza a mezclar la gasolina con el etanol y se presentaban como una alternativa a la alza del precio del petróleo. El etanol es el biocombustibles más conocido a nivel mundial,

normalmente el etanol se mezcla con la gasolina para poder elaborar un combustible más limpio para el uso de los automotores.

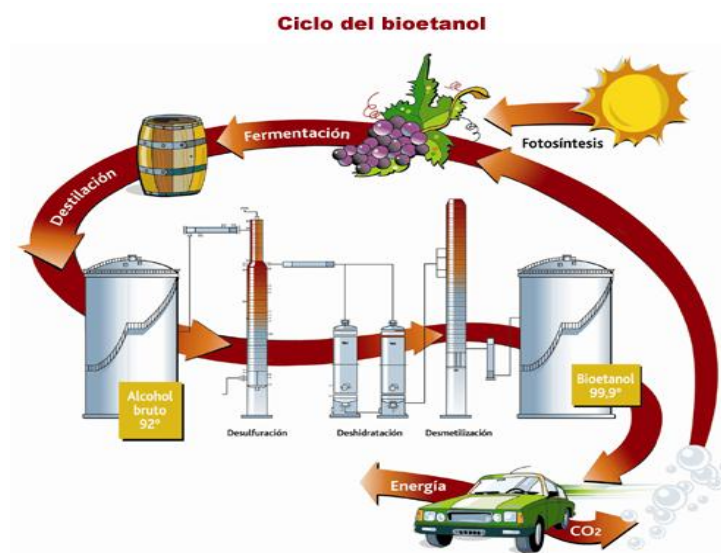


Figura 2. 2 Proceso de obtención del bioetanol

(El bioetanol en Brasil, 2011, pág. 5).

2.2 BIOETANOL PROVENIENTE DE LIGNOCELULOSA

Según (Salvador, 2010, pág. 2) Concluye que existen diferentes fuentes de biomasa lignocelulósica como son: residuos de la industria maderera, papelera, residuos agrícolas y todo material vegetal donde se obtiene el alcohol etílico el cual se usa como una fuente adicional de energía entre ellas; calor, electricidad y en un porcentaje que va del 5 al 20%, como un aditivo en la gasolina.

2.2.1 PROCESOS DE OBTENCIÓN

El etanol a partir de biomasa lignocelulósica, también llamado bioetanol de segunda generación, se obtiene mediante las siguientes etapas: reducción de tamaño (de ser necesario), pretratamiento, hidrólisis de celulosa y hemicelulosa, fermentación, destilación (Gerardo Benito, 2014, pág. 13).

- Pretratamiento

El pretratamiento es una etapa importante en el proceso de obtención del bioetanol debido a la compleja estructura de la biomasa lignocelulósica. Las propiedades físico-químicas y la conducta de cada materia prima es diferente por lo que es indispensable aplicar el pretratamiento conveniente para el tipo de biomasa (Gerardo Benito, 2014, pág. 18).

- Hidrolisis Enzimática

(Gerardo Benito, 2014, pág. 28) Deduce que el proceso de la hidrolisis enzimática se toma en cuenta varios factores como; la temperatura, el PH (grado de acidez), pretratamiento de la materia prima y propiedades de las enzimas ya que existen en diferentes tipos, tomando en cuenta estos aspectos será más efectivo el proceso enzimático ya ayudan a mejorar la eficiencia y la recuperación de azúcares manométricos en la etapa de la hidrolisis.

- Fermentación

La etapa de la fermentación consiste en transformar los azúcares liberados en la etapa de hidrolisis enzimática, en etanol y dióxido de carbono por medio de microorganismos adecuados, que son las levaduras y se utilizan para la fermentación ya que los azúcares son el alimento de las mismas.

- Destilación

La destilación consiste en calentar el mosto o líquido fermentado, hasta que los elementos volátiles pasen a la fase de vapor, a continuación enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. El principal objetivo de la destilación es separar los componentes volátiles en forma pura (Luis Cholta, 2010, pág. 21).

2.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL BIOETANOL

La mezcla etanol- gasolina puede ser usado como combustible para los motores de encendido provocado (MEP) con las mezclas más frecuentes están la, E5 (95% de gasolina y el 5% de

alcohol etílico), E15 (85% de gasolina y el 15% de alcohol etílico) y E20 (80% de gasolina y el 20% de alcohol etílico), sin la necesidad de realizar ninguna modificación del motor. En la actualidad las diferentes instituciones continúan investigando las porciones óptimas etanol-gasolina y la viabilidad de su empleo en los automotores (Cabezas & Moyano, 2016, pág. 23).

2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA GASOLINA

Las características de la gasolina van relacionadas con los MEP, el carburante debe contar con algunas propiedades para no ser detonado en una forma prematura.

2.3.1 OCTANAJE

El octanaje es una de medida que tiene el combustible como; calidad y la capacidad auto-detonante para evitar las detonaciones prematuras que posee el mismo tras ser sometido a determinadas condiciones de presión y temperatura. El bajo valor de este indicador en un combustible se vería reflejado en cascabeleos, explosiones prematuras y problemas de funcionamiento del motor ciclo otto. En el Ecuador se encuentran dos tipos de gasolinas, el de 87 octanos (extras) y el de 92 octanos (súper).

2.3.2 DESTILACIÓN

Esta propiedad se relaciona con la composición de la gasolina, su volatilidad y su presión de vapor. Por lo tanto se considera que a un 10% de destilación, con una temperatura de ebullición inferior a 70°C, se asegura la presencia de componentes volátiles para un fácil arranque en frío. A un 50% de destilación, con una temperatura de ebullición inferior a 140°C, se asegura una volatilidad correcta y una máxima potencia durante la aceleración del motor. A un 90% y 225°C, se evitan tanto depósitos en el motor como dilución del aceite y se proporciona un buen rendimiento del combustible (Cabezas & Moyano, 2016, pág. 21).

2.3.3 PRESIÓN DE VAPOR REÍD

La prueba determina la presión de vapor reíd de los combustibles como la gasolina, diésel, entre otros que se encuentran almacenados en taques, comprueba si el hidrocarburo líquido almacenado se vaporiza o no a una temperatura de 38.8°C (100°F). La prueba es importante porque debe asegurar un fácil arranque en frío del motor, la presión no debe ser tan alta para que no pueda contribuir con el sello de vapor en los conductos internos de alimentación del motor, y no exista perdidas de funcionamiento (Cabezas & Moyano, 2016, pág. 21).

2.3.4 CORROSIÓN A LA LÁMINA DE COBRE

La prueba de corrosión con la lámina de cobre está elaborada para determinar el grado de corrosividad para los productos derivados del petróleo como la gasolina, diésel, lubricante entre otros. Con le realización de esta prueba se verifica el grado de degradación que el carburante emite en el motor y se procederá a la verificación si se encuentra dentro de la norma establecida.

2.3.5 CONTENIDO DE AZUFRE

Es la cantidad presente en el producto, si la cantidad de azufre sobrepasa la norma establecida la gasolina puede tener efectos corrosivos sobre la superficie metálicas del motor y el tubo de escape. También se relaciona directamente con efectos nocivos para el medio ambiente como factor importante en la producción de lluvia acida (Cabezas & Moyano, 2016, pág. 21).

2.3.6 CONTENIDO DE GOMAS

Son residuos que se forman durante el almacenamiento de combustibles y que se hacen evidentes cuando los componentes volátiles de ciertos tipos de combustibles son evaporados bajo determinantes condiciones de prueba (Cabezas & Moyano, 2016, pág. 22).

2.3 MOTOR CICLO OTTO

El desarrollo del motor empieza desde el año de 1859, se le otorga al francés Josph Etienne Leinoir quien construyo un motor de un solo tiempo y un solo pistón. Esto fue mejorando hasta desarrollarse el motor de 4 tiempos por Nicolauss August Otto en 1876, quien lo perfecciono y lo llevo a la práctica de la construcción del mismo. Por otra parte el motor ciclo otto o es una maquina capaz de transformar la energía térmica de un combustible en energía mecánica, representado en trabajo, en el cual es aplicado a la cadena cinemática del vehículo consiguiendo su movimiento (López, 2017, pág. 4)

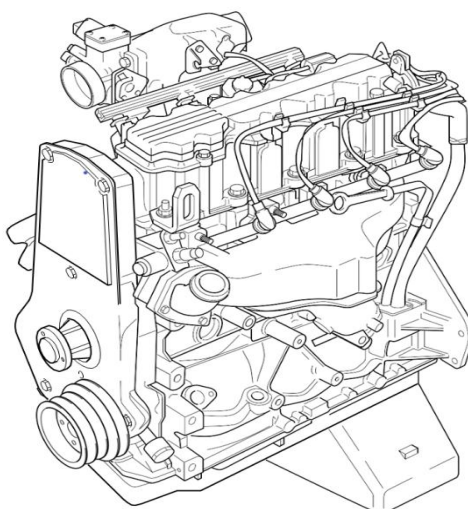


Figura 2.3 Motor Chevrolet Luv 2200

(Luv (Isuzo), 2001)

- Cilindrada

La cilindrada de un motor es la suma del volumen útil de todos los cilindros de un motor donde se desplaza el pistón desde el punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI) en el cilindro (H.Kindler, pág. 109).

- Relación de compresión

La relación de compresión de un motor de ciclo otto es la cantidad de veces que se a comprimido la mezcla aire combustible en el interior de la cámara de combustión con el objetivo de elevar la potencia (H.Kindler, pág. 112).

- Relación carrera diámetro

La carrera es el desplazamiento que tiene el pistón desde el punto muerto superior (PMS) hacia el punto muerto inferior (PMI). El desplazamiento que existe entre estos dos puntos se le denomina carrera.

2.3.1 CICLOS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR CICLO OTTO

El ciclo de trabajo de un motor de cuatro tiempos comprende de cuatro carreras del pistón. Donde en cada carrera existe un movimiento desde el PMS al PMI o viceversa, por parte del pistón.

- **Fase de admisión.**- El pistón se encuentra en el PMS y la válvula de admisión se abre para el llenado del cilindro, posteriormente el pistón desciende hacia el PMI y la válvula de admisión se cierra. La presión existe en este proceso es Isóbara (presión constante) cuando el cigüeñal a girado 180° .

- **Fase de compresión.**- El pistón realiza un ascenso desde el PMI hacia el PMS, comprimiendo el fluido de admisión debido a que las válvulas de admisión y escape se encuentran cerradas. La compresión adiabática (no existe transferencia de calor) e isentrópica, en esta fase el cigüeñal ha girado otros 180° y por la tanto ha dado una vuelta de 360° .

- **Fase de combustión y expansión.**- El pistón se encuentra en el PMS se da el salto de chispa de la bujía, inflamándose la mezcla y produciendo una combustión instantánea y sin movimiento del pistón. Por lo tanto no existe un cambio en el volumen y la transformación de la fase de combustión es isocora (no existe cambio de volumen en el cilindro). Por otro lado, la presión varía debido al aumento considerable de la temperatura de la mezcla y del fluido. Tras la combustión los gases quemados se expanden empujando el pistón desde el PMS hasta el PMI. Durante la expansión un aumento de volumen y un descenso de la presión. Finalmente el cigüeñal ha girado 540° (Calleja, 2015, pág. 19).

- **Fase de escape.**- El pistón se encuentra en el PMI y la válvula de escape se abre para que los gases residuales que se encuentran a presión y salgan del cilindro al medio ambiente esta parte de la fase del escape se llama isocora (no existe cambio de volumen en el cilindro). Además en la siguiente fase da lugar la carrera ascendente del pistón y la válvula de escape permanece abierta hasta que este llegue al PMS.

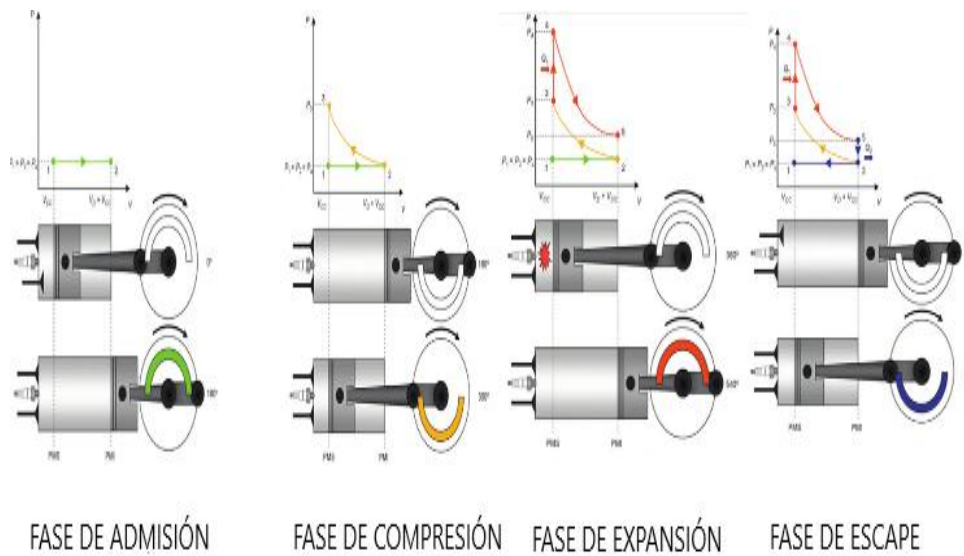


Figura 2. 4 Ciclos de funcionamiento del motor ciclo otto

(Calleja, 2015, pág. 21).

2.3.2 SISTEMAS GENERALES DEL MOTOR CICLO OTTO.

El motor consta de varios sistemas que le ayudan para su correcto funcionamiento y lo podemos clasificar en:

2.3.2.1 Sistema de suministro de aire

El sistema de inducción de aire es el encargado de filtrar los contaminantes del aire exterior y dirige el progreso del aire a medida que se introduce en el motor. El filtro de aire evita que la suciedad y los residuos ingresen al motor.

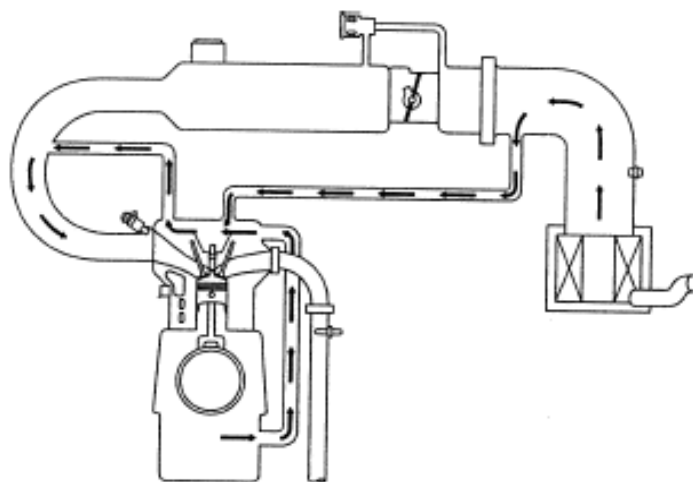


Figura 2. 5 Sistema de inducción

(Luv (Isuzu), 2001, pág. 462)

2.3.2.2 Sistema de alimentación de combustible

La partes que componen el sistema de alimentación de combustible son: bomba, filtro, cañerías, riel de inyectores, regulador de presión, ECM, sensor CKP, Válvula IAC, relé de combustible. El sistema de dosificación se inicia con el combustible en el tanque donde se encuentra la bomba eléctrica de combustible que proporciona el carburante por las cañerías y filtro a una presión por encima de la necesaria de los inyectores. El regulador de presión mantiene a una presión constante a los inyectores y el combustible no utilizado retornara por la línea de retorno hacia el tanque (Luv (Isuzu), 2001, pág. 464).

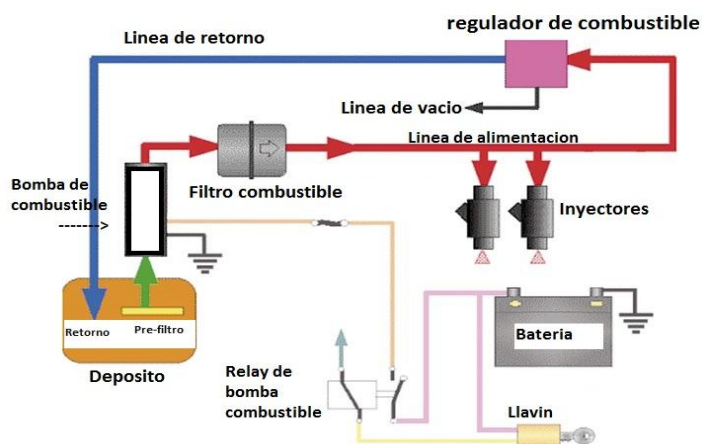


Figura 2. 6 Sistema de alimentación de combustible

(Mecánica Basica, pág. 2)

2.3.2.3 Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración consiste en un circuito de agua que es el encargado de mantener a la temperatura normal de trabajo del motor, donde se encuentra en contacto directo con las paredes, camisas y cámaras de combustión que absorbe el calor en exceso y es transportado a un depósito refrigerante donde el líquido se enfría y vuelve al circuito para volver con el ciclo de refrigeración (Luv (Isuzo), 2001, pág. 113).

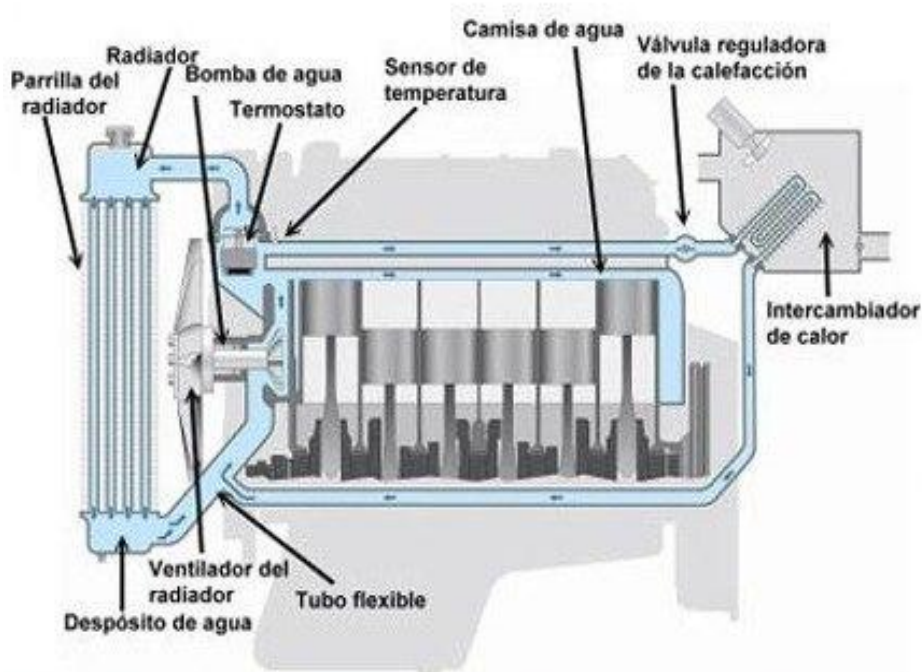


Figura 2. 7 Sistema de Refrigeración

(Todo Mecánica, pág. 2)

2.3.2.4 Sistema de lubricación

En el sistema de lubricación cuenta con una bomba de aceite de engranajes que es accionada por el cigüeñal que extrae el aceite del cárter a través de los conductos de aspiración, del mismo modo pasa el aceite a presión a través del filtro que se dirige por los conductos de lubricación hacia el bloque de cilindros donde se suministran de aceite los émbolos, cilindro, cojinetes del cigüeñal y desde los conductos del cabezote se lubrica los cojinetes del árbol de levas y los empujadores hidráulicos (Luv (Isuzo), 2001, pág. 498).

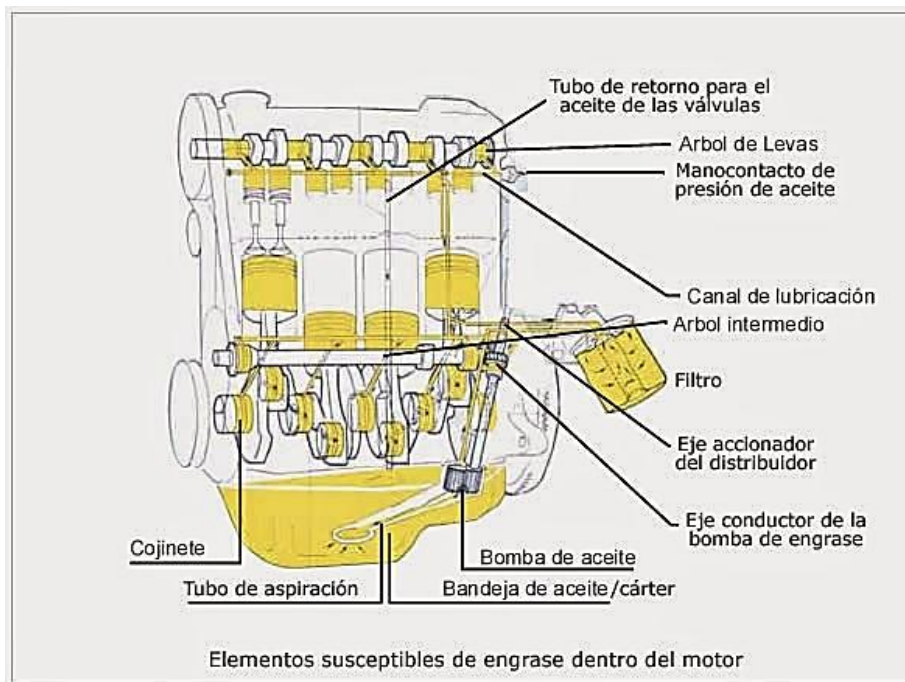


Figura 2. 8 Sistema de lubricación

(Jimenez, 2015, pág. 3)

2.3.2.5 Sistema de encendido

El sistema de encendido electrónico controla el salto de la chispa para encender la mezcla aire combustible que se encuentra comprimido en el momento correcto. El sistema proporciona un rendimiento óptimo del motor, economía de combustible, control en las emisiones del escape, la ECM controla el avance de la chispa en el sistema de encendido y tiene las siguientes ventajas con respecto al distribuidor mecánico (Luv (Isuzu), 2001, pág. 467).

- No haya partes móviles.
- Menor mantenimiento.
- Eliminación de los ajustes de sincronización mecánicos.
- Aumento disponible de ignición al tiempo de saturación de la bobina.

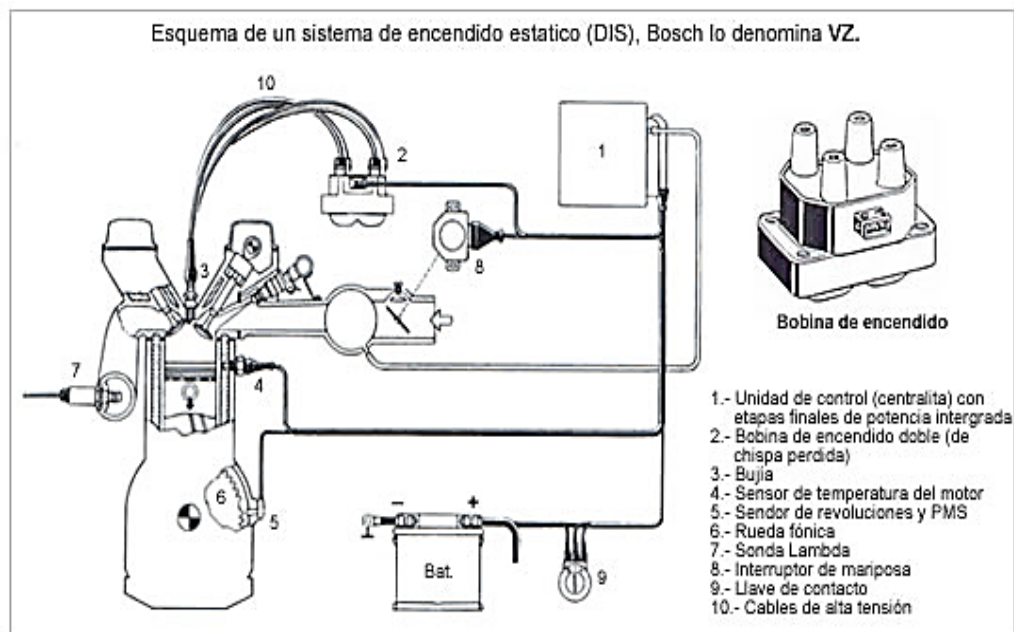


Figura 2. 9 Sistema de Encendido.

(Aficionados a la Mecánica , pág. 2)

2.3 PRUEBAS DINÁMICAS

Las pruebas dinámicas consisten en simular las condiciones de velocidad, aceleración y carga del vehículo para evaluar el rendimiento del mismo.

2.3.1 PRUEBAS DE TORQUE Y POTENCIA

Las pruebas se lo realizan en el dinamómetro para obtener el torque y la potencia que consiste en una carrera a todo gas para los motores encendido por chispa a plena carga al motor. Las mediciones de la prueba se lo realizara a partir de los 500 RPM desde los más bajo a lo más alto recomendadas por el fabricante, las velocidades de funcionamiento incluirán los pico de potencia y el par motor máximo (SAE J1349, 2004, pág. 14).

Según (SAE J1349, 2004, pág. 15) afirma que no debe tomarse encuesta las mediciones del par y la velocidad que se han mantenido estables del 1 % y a una temperatura controlada que se ha mantenido estable dentro del ± 2 °C durante un minuto por lo menos, las mediciones registradas serán el promedio de lecturas en el lapso de un minuto. Alternativamente se

puede tomar datos estabilizando el par y la velocidad y luego adquiriendo una velocidad de 10 Hz por lo menos 10 segundos. Si se utiliza este procedimiento las pruebas se repetirán al menos tres veces, los resultados se considera validos si la respetabilidad en la tres mediciones está al 1 % de la media.

2.3.2 PRUEBAS DE EMISIONES

2.3.2.1 Emisiones Contaminantes

Las emisiones de los gases contaminantes son producidas por los motores que combustionan combustibles para generar energía, dando como resultado gases como el CO₂, el cual causa el efecto invernadero en el planeta. También encontramos NOX, CO y HC que causan efectos negativos en la salud humana y al medio ambiente.

- Monóxido de carbono (CO)

(Urbina, 2016, pág. 11) Deduce que el monóxido de carbono es producido por la falta de oxígeno durante la combustión, en el automotor. La presencia de CO en el tubo de escape indica la presencia de la mezcla rica, además la exposición a concentraciones mayores de 0,3 % de CO durante un periodo largo puede resultar mortal.

- Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono es producido por la combustión completa, este tipo de gas no resulta ser perjudicial para los seres. Cabe destacar que el CO₂ ayuda a las plantas para cumplir con su función de fotosíntesis, gracias la cual produce oxígeno puro para el planeta.

- Hidrocarburos (HC)

El exceso de gasolina en la mezcla provoca la aparición de partículas de hidrocarburos sin quemar debido a la falta de oxígeno, produciéndose una combustión incompleta y dando lugar a la emisión de partículas de combustible (Urbina, 2016, pág. 11).

- Óxidos de Nitrógeno (NOx)

Los óxidos de nitrógeno son el resultado de las temperaturas altas que se producen en el motor y es uno de los principales gases que afecta al planeta debido a la destrucción de la capa de ozono. También la combinación de los hidrocarburos que están presentes en el smog, la humedad del aire y los óxidos de nitrógeno provoca la lluvia ácida que posteriormente caerá a la tierra. Para la comprobación de este parámetro se necesita el uso de un dinamómetro de chasis, el cual simula los diferentes regímenes de carga y velocidad.

2.3.2.2 Normativas de emisiones vehiculares

Las normativas para las emisiones vehiculares, establecen límites para que los automotores puedan emitir gases contaminantes durante el proceso de la combustión, los gases que comprenden son: CO, CO₂, HC, NO_x.

En diferentes países de mundo se establecieron normas de control para la emisión de estos gases, a continuación se encuentra algunos ejemplos.

- Norma Europea.
- Norma Chilena (DTC149).
- Norma Ecuatoriana INEN (2204:2002).

-Norma Europea

La norma Europea nos dice los límites permitidos para las emisiones de gases contaminantes dentro de los países miembros, Las normas se establecieron a través de la directiva 70/220/CEE fue publicado por la unión Europea desde 1992 con la norma Euro 1 hasta la presente fecha Euro 6 del 2014 (Miranda D. , 2016, pág. 28).

Los parámetros de norma euro 3, entro en vigencia en el año 2000 a través de la directiva 98/69/CE del parlamento europeo y del consejo con la finalidad de reducir las emisiones que modifica a la directiva anterior. En los vehículos de turismos se logró reducir las emisiones del NO_x con el 40%, HC con el 40% y el CO el 30% (Miranda D. , 2016, pág. 28).

Tabla 2. 3 Límites de emisiones por contaminante en la Unión Europea (g/km)

Límites de emisiones por contaminante en la Unión Europea (g/Km)							
Gasolina							
Tipo	Fecha	Categoría del Vehículo	CO	HC	HC + NOx	NOx	PM (ppm)
Euro I	Julio de 1992	M1	2,72(3,16)	-	0,97(1,13)	-	-
Euro I	Julio de 1992	N1	6,9	-	1,7		
Euro II	Enero de 1996	M1	2,2	-	0,5	-	-
Euro II	Enero de 1996	N1	5	-	0,8		
Euro III	Enero del 2000	M1	2,30	0,20	-	0,15	-
Euro III	Enero del 2000	N1	5,22	0,29	-	0,21	
Euro IV	Enero del 2005	M1	1,0	0,10	-	0,08	-
Euro IV	Enero del 2005	N1	2,27	0,16	-	0,11	
Euro V	Septiembre del 2009	M1	1,0	0,10	-	0,06	0,005
Euro V	Septiembre del 2009	N1	2,27	0,16	-	0,082	0,005
Euro VI	Septiembre del 2014	M1	1,0	0,10	-	0,06	0,005
Euro VI	Septiembre del 2014	N1			-	-	-

(Miranda, 2016, pág. 28)

Las normas se aplican en los vehículos livianos, camiones trenes y tractores, excepto barcos y aviones, para la aplicación de las normas de los automotores livianos se clasificaron:

- M1: para vehículos de transporte de pasajeros de máximo de 8 pasajeros.
- N2: Para vehículos de transporte de carga que no exceda las 3,5 toneladas de peso máximo.

-Normativa chilena

LA normativa chilena (DTO 149) establece la siguiente norma para el control de emisión de gases NO, HC, CO, para los automotores de chispa provocada en la siguiente norma tiene el objetivo de protección ambiental y cumplir los límites de emisión de NO, HC y CO para el control del NOx en vehículos en uso (Chile, 2007, pág. 2).

La emisión de los gases contaminante salientes del tubo de escape no podrán exceder las concentraciones máximas permisibles, según a la inercia equivalente del vehículo en las siguientes tablas para el modo 5015 y 2525 (Chile, 2007, pág. 3).

Tabla 2. 4 Tabla de emisiones por cilindrada

			Cilindrada de motor cc		
			<= 1000	1001 a 2000	2000=>
Automóvil y Station Wagon o similares, con sello verde o sello amarillo.	Modo 5015	HC (ppm)	179	153	117
		CO (%)	1,01	0,86	0,66
		NO (ppm)	1455	1222	907
	Modo 2525	HC (ppm)	173	147	113
		CO (%)	0,98	0,83	0,63
		NO (ppm)	1314	1104	821
Furgón, camioneta, todo terreno, Jeep o similares con revisión técnica A o B. Vehículo año 1999 y posteriores con sello verde.	Modo 5015	HC (ppm)	179	153	117
		CO (%)	1,01	0,86	0,66
		NO (ppm)	1455	1222	907
	Modo 2525	HC (ppm)	173	147	113
		CO (%)	0,98	0,83	0,64
		NO (ppm)	1314	1104	821
Furgón, camioneta, todo terreno, Jeep o similares con revisión técnica A o B. i) Vehículo año 1998 y anteriores con sello verde. ii) vehículos con sello amarillo	Modo 5015	HC (ppm)	233	197	150
		CO (%)	1,77	1,50	1,13
		NO (ppm)	3267	2887	2123
	Modo 2525	HC (ppm)	226	191	145
		CO (%)	2,18	1,84	1,38
		NO (ppm)	3204	2678	1970

(Chile, 2007, pág. 12).

-Normativa Ecuatoriana

Según la normativa INEN (2204: 2002) nos dice sobre los límites permitidos por fuentes móviles de gasolina, aplica a los vehículos (MEP), que regula las emisiones de los mismos. La normativa no aplica para combustibles que sean diferentes a la gasolina y la misma clasifica categoría a los automotores en (INEN, 2002, pág. 4):

Tabla 2. 5 Categorización de vehículos a gasolina

Categorización de los vehículos a Gasolina.	
M	Vehículos destinados para transporte y que tengan por lo menos cuatro ruedas.
M1	Vehículo automotor destinado para el transporte de hasta 8 personas más el conductor.
N	Vehículo automotor destinado para el transporte de carga que tenga por lo menos cuatro ruedas.
N1	Vehículo automotor destinado para el transporte de carga con una masa máxima no superior a 3.5 toneladas. Esta categoría se divide entre clases de acuerdo al peso.

(INEN, 2002, pág. 6).

Los límites máximos de emisiones para los vehículos a gasolina ciclo ECE 15 + EUDC (pruebas dinámicas) aplicando que son ciclos europeos (INEN, 2002, pág. 8). Los límites de emisiones son los siguientes máximos son:

Tabla 2. 6 Límites máximos para emisiones para automotores a gasolinas (pruebas dinámicas) (ciclos europeos)

Categoría	Peso bruto del vehículo Kg	Peso de referencia (kg)	CO (g/km)	HC + NOx (g/km)	Ciclos de prueba	Evaporativas ensayo SHED
M1(1)	=< 3500		2,72	0,97	ECE 15 + EUDC	2
M1(2), N1		< 1250	2,72	0,97		2
		>1250<1700	5,17	1,4		2
		>1700	6,22	1,7		2

(INEN, 2002, pág. 5)

2.4.2.3 Huella de carbono

(Heloisa Schnieder, 2009, pág. 7) Concluye que la huella de carbono es una medición del impacto de los gases de invernadero que son desarrolladas por las actividades que se realiza directa o indirectamente por un individuo, organización, evento o producto, por consiguiente indica a la cantidad de producción de dióxido de carbono que se lo realiza a partir de la quema de combustibles fósiles para el transporte, calefacción, energía que se lo expresa en kilos o toneladas de CO₂.

2.3.2.4 Prueba de simulación de la aceleración (ASM)

Las pruebas en los ciclos de simulación (ASM) es una inspección de emisiones de gases vehiculares, en el cual se aplica una carga o resistencia según el ciclo de prueba.

-ASM 5015

El tiempo del ciclo empezara cuando el vehículo se encuentre a una velocidad de 24 km/h durante 5 segundos continuos, el dinamómetro que aplicara una potencia correcta para una velocidad de operación de la misma, el vehículo deberá mantenerse dentro de esa tolerancia y la potencia de deberá tener un margen de error de \pm el 5% a la potencia aplica de la velocidad, el dinamómetro seleccionara de manera automática el valor de la potencia según los datos del vehículo .Si la velocidad de la potencia asignada en el dinamómetro se desvía por más de 5 segundos se deber repetir la prueba (Miranda, 2016, pág. 54).

-ASM 2525

El tiempo del ciclo empezara cuando el vehículo se encuentre a una velocidad de 40 km/h durante 5 segundos continuos, el dinamómetro que aplicara una potencia correcta para una velocidad de operación de 40 Km/h, el vehículo deberá mantenerse dentro de esa tolerancia y la potencia deberá tener un margen de error de \pm el 5% a la potencia aplicada a la velocidad, el dinamómetro seleccionara de manera automática la potencia descrita según los datos del vehículo, si la velocidad de la potencia asignada en el dinamómetro se desvía por más de 5 segundos se deber repetir la prueba (Miranda, 2016, pág. 56).

2.3.3 PRUEBA DE CONSUMO

(Recalde, 2015, pág. 35) Establece que el consumo de combustible se realiza en el ciclo IM240, el cual es un sistema de inspección y mantenimiento del vehículo, el fundamento del ciclo se basa en la detección de problemas mecánicos de los automotores en marcha y conocer la cantidad de emisiones contaminantes a la atmosfera. Del mismo modo para llevarse a cabo la prueba se utiliza el dinamómetro de chasis, en el cual se aplicaron distintas velocidades que van desde los 30 Km/h a un máximo de 91 Km/h. El trazado de la velocidad vs tiempo ejecutado por el vehículo simula un corto recorrido urbano de 3.2 Km, iniciándose el ciclo con un relantí de 11 segundos.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en los talleres de Mecánica Automotriz de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte, laboratorios de Petróleos de la Escuela Politécnica Nacional y en el Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV).

3.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

3.2.1 EQUIPOS

- Consola de Mando Maha.
- Dinamómetro de Chasis LPS 3000
- .- Analizador de gases.
- Tanque de presión de Combustible.
- Chevrolet Luv (2200 cc) año 2001.

Tabla 3. 1 Especificaciones técnicas del motor Chevrolet luv 2200cc

Ficha técnica Chevrolet Luv 2200	Motor C22EN
Cilindrada del Motor.	2.200cc.
Numero de cilindros.	4 en línea.
Numero de válvulas.	8
Potencia Máxima.	111 hp a 4800 rpm.
Torque Máximo.	125 lbft a 3800.
Relación de compresión	9.2 a 1
Disposición del árbol de levas.	Árbol de levas en cabeza (OHC).
Sistema de Inyección.	MPFI

(Luv (Isuzo), 2001)

3.2.2 INSUMOS Y MATERIALES

- Alcohol etílico de 96.3 °
- Gasolina súper de 92 octanos.
- Materiales de laboratorio.

3.3 MÉTODOS

En la presente investigación se utilizó la mezcla E10 (10% de alcohol etílico y 90% de gasolina de 92 octanos), del cual se caracterizó las propiedades físico-químicas como son; octanaje, ensayo de destilación, presión de vapor reíd, corrosión a la lámina de cobre, contenido de azufre, contenido de gomas. De igual manera con la ayuda del dinamómetro de chasis se realizaron las pruebas de; torque, potencia, emisiones y consumo.

En cuanto a las pruebas de emisiones, existen diferentes normativas para ser medidos, en esta investigación se optó por utilizar la normativa chilena, debido al uso del ciclo ASM 5015. La metodología utilizada para la misma comprende en la medición de la carga al motor mediante un dinamómetro de chasis, aplicando una resistencia a la rodadura del vehículo con lo cual se obtendrá la medición de los gases CO, HC y NOx.

3.3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MEZCLA E10

La caracterización de la mezcla (E10) se realizó en el laboratorio de petróleos de la Escuela Politécnica Nacional (EPN).

3.3.1.1 Preparación de la mezcla (E10)

En la obtención de la mezcla se midió 900 ml de gasolina de 92 octanos y 100 ml de etanol etílico para depositarlo en un recipiente hermético, a continuación se agito el recipiente permitiendo una mezcla homogénea.



Figura 3. 1 Preparación de la mezcla.

3.3.1.2 Ensayos a la mezcla (E10)

Los ensayos y métodos utilizados por la EPN para el análisis de mezcla son:

Tabla 3. 2 Resultados de la mezcla E10

Ensayo		Norma – Método	Unidad	Resultados
Numero de Octanos (Ron)		NTE INEN 2102	-----	96.4
Ensayo de Destilación	Temperatura al 10%		°C	55
	Temperatura al 50%	ASTM D86-15	°C	101
	Temperatura al 90%		°C	171
	Punto final		°C	211
	Residuo		%	1.0
Presión de vapor reíd.		ASTM D323-15A	KPa	48.3
Corrosión a la lámina de cobre.		ASTM D130-12	-----	1 A
Contenido de azufre.		ASTM D4294-16	%	0.030
Contenido de gomas.		ASTM D318-12	mg/100mL	0.2

- Números de Octanos

Para la medición del octanaje se toma como referencias a los combustibles patrones que son formados por la mezcla del isooctano que posee un RON y MON de 100 y del heptano que posee un ROM y MON de 0. En la medición de octanaje se lo realiza en un motor de laboratorio que tiene la posibilidad de variar la relación de compresión de su cámara, de tal manera que sube la compresión hasta que se produzca la auto-inflamación del combustible incógnita, para posteriormente comparar con la mezcla del isooctano y heptano hasta que se produzca la auto-inflamación y se determina cual es el octanaje de la gasolina incógnita (NTE INENE 2102, 1998, pág. 2).

- Destilación

Este ensayo consiste en evaporizar los productos derivados del petróleo por medio de la aplicación de calor bajo determinadas condiciones de pruebas y su posterior condensación de en una cámara específica que se apega al método ASTM D86-15.

- Presión de vapor reíd

El método ocupado para determinar la presión de vapor reíd para la mezcla es ASTM D323-15^a, es comúnmente utilizado para determinar la presión que ejercen los vapores de una sustancia líquida en particular, cuando se libera de esta fase líquida al estar encerrados en un recipiente hermético a una temperatura de 37.8°C. Dicha presión es una medida de la tendencia de una sustancia a evaporarse.

- Corrosión a la lámina de cobre

Este ensayo se lo realiza dentro de la norma ASTM D130-12, es comúnmente utilizado para productos derivados del petróleo y consta de sumergir una lámina pulida de cobre en el producto a ensayar durante un tiempo y una temperatura determinada. Después de ese periodo se extrae la lámina y se compara de una forma visual contra una serie de láminas patrones y de esta manera se califica con números y letras.

- Contenido de azufre

El método para la comprobación del contenido de azufre ASTM D4294-16 se basa en la combustión de la muestra y posterior detección de SO₂ producido mediante detección infrarrojo. La muestra es colocada en un horno combustión en una atmosfera rica en oxígeno y una determinada temperatura. Las condiciones de temperatura y el flujo constante de oxígeno en el horno causan la combustión de la muestra (El azufre contenido en ellas es liberado y oxidado posteriormente a SO₂). Los gases producidos son conducidos hasta la parte final del tubo de combustión, zona de mayor temperatura donde permanecerá el tiempo necesario para permitir que la oxidación del azufre sea llevada a cabo de forma eficiente. El flujo de gases producido de la combustión de la muestra pasan a través de dos tubos de cloruro cálcico que elimina la humedad de la muestra a través de un regulador que fija el flujo de gases, para posteriormente a través de la celda de detección infrarroja que mide la concentración de SO₂ (Fernández, Fernández, Escudero, & Pérez, 2009, pág. 57).

- Contenido de gomas

El método ocupado para definir el contenido de gomas en el método ASTM D381-12, ensayo usado para determinar las propiedades derivadas del petróleo a las reacciones durante su almacenamiento, determina la resistencia a la tendencia de formar gomas, sedimentos y otros productos causados por la oxidación.

3.3.2 PRUEBAS DINÁMICAS

Para garantizar resultados favorables en la investigación se realizó un mantenimiento preventivo al automotor como:

- Revisión de los fluidos y correas del motor.
- Revisión los indicadores y controles del tablero.
- Inspección del disco de embrague.
- Inspección del labrado y presión de los neumáticos.
- Verificación del sistema de frenos

La inspección del estado del vehículo es un requerimiento para la realización de las pruebas en el laboratorio (CCICEV).

A continuación se preparó la medida de los combustibles pedido por el laboratorio para la realización de las pruebas, así mismo se prepararon los equipos a utilizarse que son:

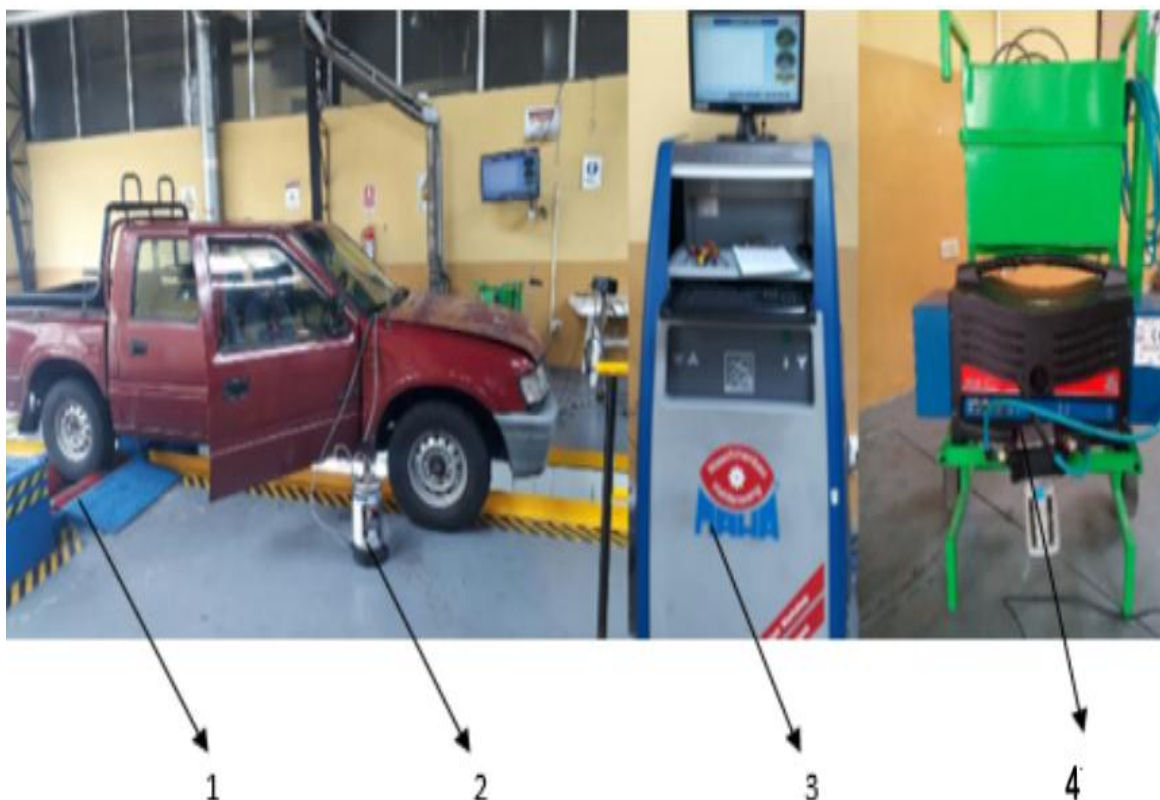


Figura 3. 2 Equipos utilizados para las pruebas dinámicas

1.- Dinamómetro de chasis.- Es el encargado de simular los ciclos de conducción en carretera para las pruebas como; torque, potencia, emisiones de gases y consumo de combustible.

2.- Tanque de presión de combustible.- Es el encargado de proporcionar la presión necesaria al sistema de alimentación.

3.- Consola de mando maha.- Consta con un software LPS 3000 que es la encargada de recibir las mediciones de diferentes parámetros técnicos del automotor.

4.- Medidor de gases es el encargado de obtener la información de la emisión de los gases del vehículo como; CO, CO₂, HC, O₂ y NO_x.

3.3.2.1 Procedimiento para las pruebas de torque y potencia

Para efectuar las pruebas de torque y potencia se realiza con la norma SAE J1349 que proporciona un método para obtener mediciones repetibles del rendimiento del motor. De igual manera para la realización de las pruebas primero se lo ubica al vehículo en el dinamómetro de chasis que esta calibrado con la norma SAE J1349, será el encargado de realizar una carga al motor mediante los rodillos para que exista una resistencia a la rodadura y a los elementos de transmisión, del mismo modo se mide 5 litros de gasolina súper y 5 litros de la mezcla E10, para posteriormente desconectar las mangueras de entrada y retorno de combustible y se conecta el tanque de presión en el sistema de alimentación del automotor. Para la realización de las pruebas se aplicaron tres repeticiones donde se obtiene información para su procesamiento y desarrollo las gráficas. Los equipos utilizados son:

- Dinamómetro de chasis.
- Fajas de sujeción.
- Ventilador.
- Cajas de interfaz.

- Resultados de torque y potencia

Realizadas las pruebas en el automotor con los dos combustibles, se procede a la tabulación de los datos emitidos por el dinamómetro de chasis, para el desarrollo de las curvas características de torque y potencia.

De acuerdo con la figura 3.3 se observa la prueba realizada con la gasolina súper. En el que se observa el torque máximo de 131,2 (lbf.ft) a los 2400 rpm y la potencia máxima de 100.2 (Hp) a los 4800 rpm con el carburante de 92 octanos.

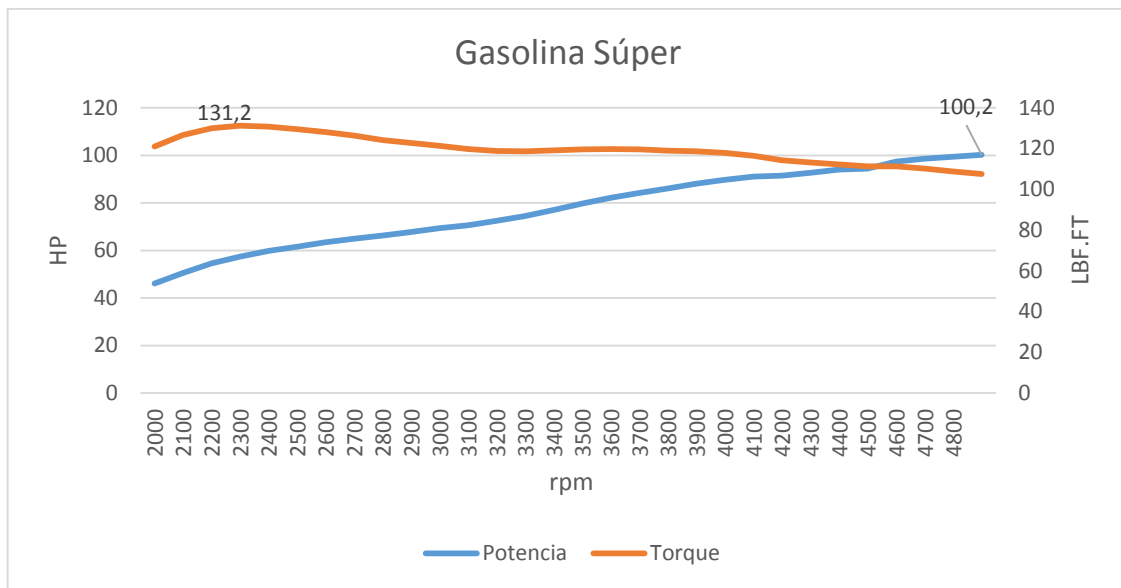


Figura 3. 3 Torque y Potencia (Gasolina Súper de 92 octanos)

Así mismo en la figura 3.3 se observa la prueba realizada con la mezcla E10. En el que se observa un torque máximo de 133,3 (lbf.ft) a las 2400 rpm y la potencia máxima es de 104,8 (Hp) en las 4800 rpm.

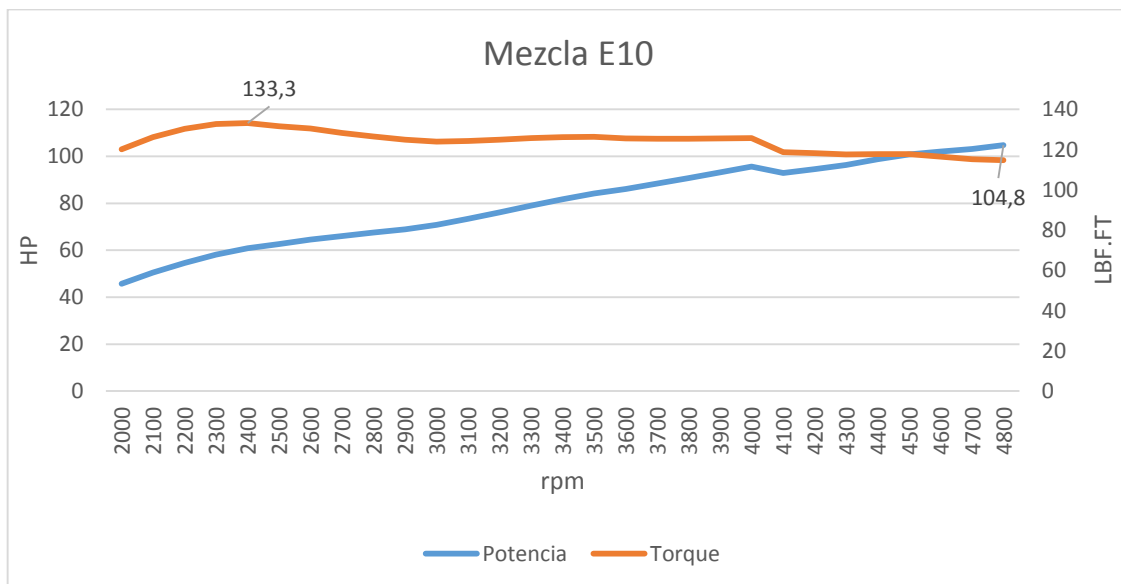


Figura 3. 4 Torque y Potencia (Mezcla E10)

Las pruebas realizadas en ambos combustibles tiene el objetivo de saber cuál es la capacidad de entrega del motor en su grado de revoluciones que es analizado mediante las pruebas de torque y potencia.

3.3.2.2 Procedimiento para las pruebas emisiones

Prueba estática.- Consiste en colocar una sonda al tubo de escape del automotor mientras se encuentra encendido, sin que el vehículo se encuentre en movimiento, se acelera el motor a diferentes revoluciones con lo cual se obtiene los resultados mediante un escaner.

Prueba dinámica.- se realiza mediante un escáner donde al vehículo se coloca en los rodillos del dinamómetro de chasis simulando un ciclo de manejo, realizando mediciones de los gases con carga hacia el motor.

En las pruebas de emisiones dinámicas permite evaluar los gases contaminantes del automotor bajo las condiciones del 50% de carga a 24 km/h o 15 mph (ciclo ASM 5015). De tal manera que se procedió a medir 5 litros de la mezcla E10 y la misma medida a la gasolina de 92 octanos, para posteriormente depositar en tanque de presión de combustible para la realización de pruebas en el ciclo, también se conecta el analizador de gases en el tubo de escape del automotor mediante la sonda y los datos a obtener son: CO, CO₂, HC, O₂ y los NO_x. La consola de mando procesa las mediciones de la emisión de los gases.



Figura 3. 5 Medición de las emisiones en el ciclo ASM

- Resultados de las pruebas de emisiones

Realizadas las pruebas de emisiones dinámicas en el automotor con los dos combustibles, se procede a la tabulación de los datos emitidos por el dinamómetro de chasis, para posteriormente realizar la comparación de los gases entre estos dos carburantes.

Tabla 3. 3 Factores de emisión con gasolina súper de 92 octanos

	Modo 5015			
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
CO (%V)	0,32	0,3	0,33	0,317
CO2 (%V)	15,6	15,66	15,6	15,62
HC (ppm)	74	60	63	65,667
O2 (%V)	0,7	0,5	0,54	0,58
NOx (ppm)	242	246	259	249
λ (Lambda)	1,019	1,012	1,012	1,014

En la tabla 3.3 se presentan los datos de los gases emitidos por el motor donde se aprecia las repeticiones realizadas en el modo ASM 5015 para la gasolina súper de 92 octanos. De la misma manera tenemos los promedios que fueron de: CO de 0,317 (% v), CO2 de 15,62 (% v), HC de 65,666 (ppm), O2 de 0,58 (%v), NOx de 249 (ppm) y λ (lambda) de 1, 014 para posteriormente realizar la comparación de los datos con la mezcla E10 y la normativa chilena.

Tabla 3. 4 Factores de emisión con la mezcla E10

	Modo 5015			
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
CO (%V)	0,27	0,31	0,3	0,293
CO2 (%V)	15,37	15,3	15,3	15,323
HC (ppm)	33	27	22	27,333
O2 (%V)	0,42	0,48	0,45	0,45
NOx (ppm)	215	216	205	212
λ (Lambda)	1,01	1,012	1,011	1,011

En la tabla 3.4 se muestra los datos de los gases emitidos por el motor donde se aprecia las repeticiones realizadas en el modo ASM 5015 para la mezcla E10, del mismo modo tenemos los promedios que fueron de: CO de 0,293 (% v), CO2 de 15,323 (% v), HC de 27,333 (ppm), O2 de 0,45 (%v), NOx de 212 (ppm) y λ (lambda) de 1, 011, con la intención de realizar la comparación de los datos con la gasolina súper de 92 octano y la normativa chilena.

3.3.2.3 Pruebas de consumo

Con el fin de conocer el consumo entre estos dos combustibles se procede con la medición de 5 litros de gasolina de 92 octanos y la mezcla E10 por separado en el vaso Erlenmeyer, la muestra fue suministrada al tanque de presión para proseguir con la prueba en los 2 ciclos IM240. Tras la realización de la prueba se procedió a depositar el sobrante de la prueba en el vaso Erlenmeyer.



Figura 3. 6 Comprobación del consumo de combustible

Con la ayuda de una probeta con 1000 ml se completó los 5 litros iniciales, siendo así el agregado de probeta el correspondiente al consumo durante el ciclo IM240.



Figura 3. 7 Resultante del consumo de combustible

- Resultados del consumo de combustible

La figura 3.8 muestra el consumo de los dos combustibles en la pruebas de 2ciclos IM240 con tres repeticiones cada uno, con la finalidad de realizar su respectiva tabulación y comparación de los mismos.

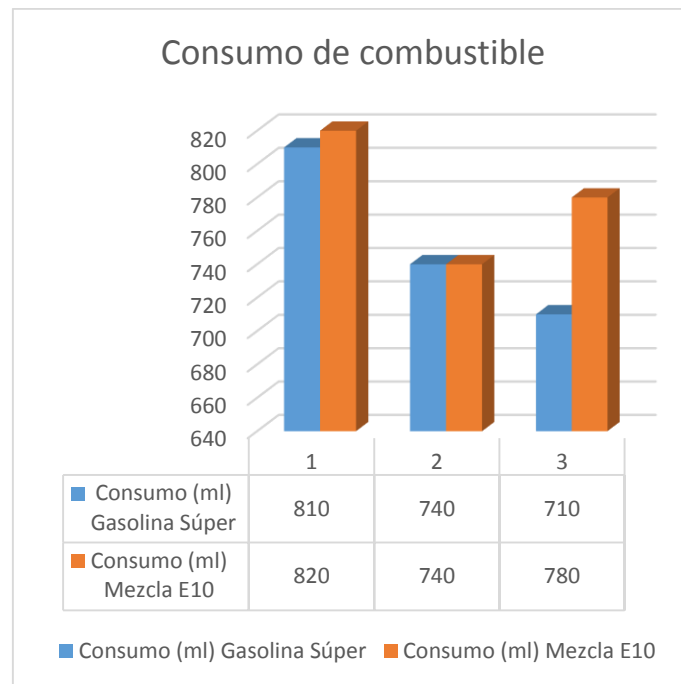


Figura 3. 8 Consumo de combustible

En la figura 3.9 se muestran también los datos sobre el rendimiento de los dos combustibles en la pruebas de los 2 ciclos IM240 con tres repeticiones cada uno, con la finalidad de realizar su respectiva tabulación y comparación de los mismos.

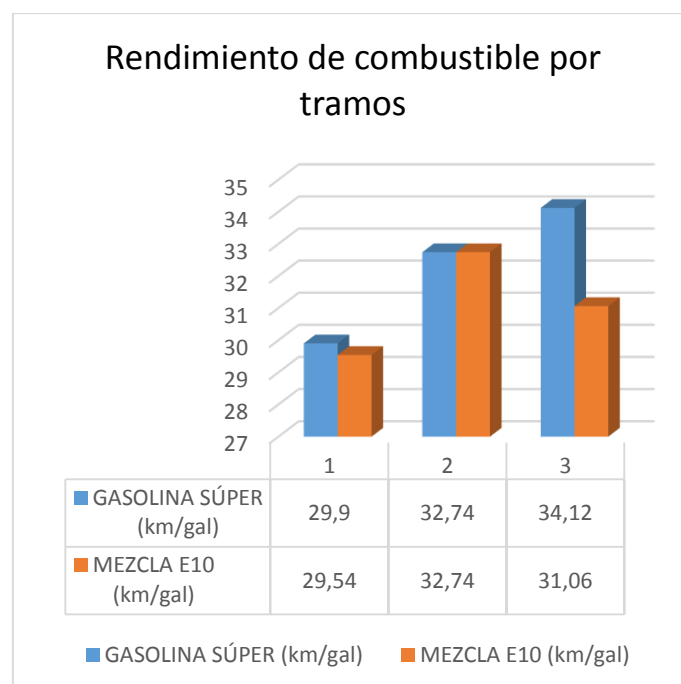


Figura 3. 9 Rendimiento de combustible

Capítulo IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN EN LA MEZCLA (E10)

Se procede a la comparación de los resultados del análisis físico-químico de la mezcla E10, con la normativa INEN-935 para la gasolina de 92 octanos.

4.1.1 OCTANAJE

En la tabla 4.1 se observa que la mezcla E10 tiene una mayor capacidad antidetonante que la gasolina, se puede observar que es de 96.4 octanos con respecto a la gasolina súper que es de 92 octanos. Así mismo se evidencia mejoras en la potencia y combustión del motor.

Tabla 4. 1 Comparación de datos de octanaje

Gasolina súper (Normativa INEN-935)		Mezcla E10
Mínimo	Máximo	
92	-	96.4

4.1.2 DESTILACIÓN

En la tabla 4.2 se observa las características físico-químicas referentes a la destilación con la mezcla E10 a razón de la gasolina súper de 92 octanos establecidos por la normativa INEN-935 en el cual se detalla a continuación:

La temperatura de destilación en la mezcla E10 al 10% es de 55°C a razón de la gasolina de 92 octanos es 70°C, se encuentra dentro del rango de la normativa y de esta manera se confirma la facilidad de encendido del motor a bajas temperaturas.

La temperatura destilación en la mezcla E10 al 50% es de 101°C, a razón de la temperatura de la gasolina súper de 92 octanos tiene un mínimo de 77°C y un máximo de 121°C por lo

referente se encuentra dentro del rango de la normativa y se comprueba la capacidad de alcanzar temperaturas de funcionamiento del motor.

La temperatura de destilación en la mezcla E10 al 90% es de 171°C a razón de la temperatura de la gasolina súper que es de 190°C como máximo se encuentra dentro de los valores de la normativa y se evidencia que el combustible se adapta a la temperatura de trabajo del motor.

Tabla 4. 2 Comparación de datos del ensayo de destilación

Ensayo de destilación	Gasolina súper (Normativa INEN-935)		Mezcla E10
	Mínimo	Máximo	
Temperatura al 10 %	-	70	55
Temperatura al 50 %	77	121	101
Temperatura al 90 %	-	190	171

4.1.3 PRESIÓN DE VAPOR REÍD

En la tabla 4.3 la presión del vapor reíd es de 60KPa según la normativa a razón de la mezcla E10 que es de 48.3KPa, de esta forma se encuentra dentro de los valores establecidos por la norma, por consiguiente no existirá perdidas de funcionamiento .

Tabla 4. 3 Comparación de datos de presión de vapor reíd

Gasolina súper (Normativa INEN-935)		Mezcla E10
Mínimo	Máximo	
-	60	48.3

4.1.4 CORROSIÓN A LA LÁMINA DE COBRE

En la tabla 4.4 el ensayo realizado a la corrosión de la lámina de cobre se puede observar que la mezcla E10 tiene una corrosión 1A y se encuentra dentro de la clasificación 1 como indica la normativa INEN-935.

(Torres, Molina , Pinto, & Rueda, 2002) Afirma que la mezclas formulada con 10% de volumen de etanol reportan una corrosión en la lámina de cobre 1A, es decir la mezcla no presentara efecto corrosivo sobre las líneas de transporte y tanque de almacenamiento.

Tabla 4. 4 Comparación de datos a la corrosión a la lámina de cobre

Gasolina súper (Normativa INEN-935)		Mezcla E10
Mínimo	Máximo	
-	1	1A

4.1.5 CONTENIDO DE AZUFRE

En la tabla 4.5 los datos obtenidos de la cantidad de azufre en la mezcla E10 son del 0.030% a razón de la gasolina súper que es de 0.065%, se evidencia que hay una reducción del 53%, entre los dos carburantes, de esta manera se comprueba que los efectos corrosivos se reducen sobre las partes metálicas y emisiones hacia el medio ambiente.

Tabla 4. 5 Comparación de datos al contenido de azufre

Gasolina súper (Normativa INEN-935)		Mezcla E10
Mínimo	Máximo	
-	0.065	0.030

4.1.6 CONTENIDO DE GOMAS

En la tabla 4.6 los resultados obtenidos en la cantidad de gomas en la mezcla E10 son de 0.2 mg/ml a razón de la gasolina súper que es de 4.0 mg/ml como máximo, se evidencia que existe una reducción del 3.8 mg/ml, entre los dos combustibles reflejando que habrá menos presencia de residuos y sedimentos de combustible en el sistema de alimentación después de su evaporación.

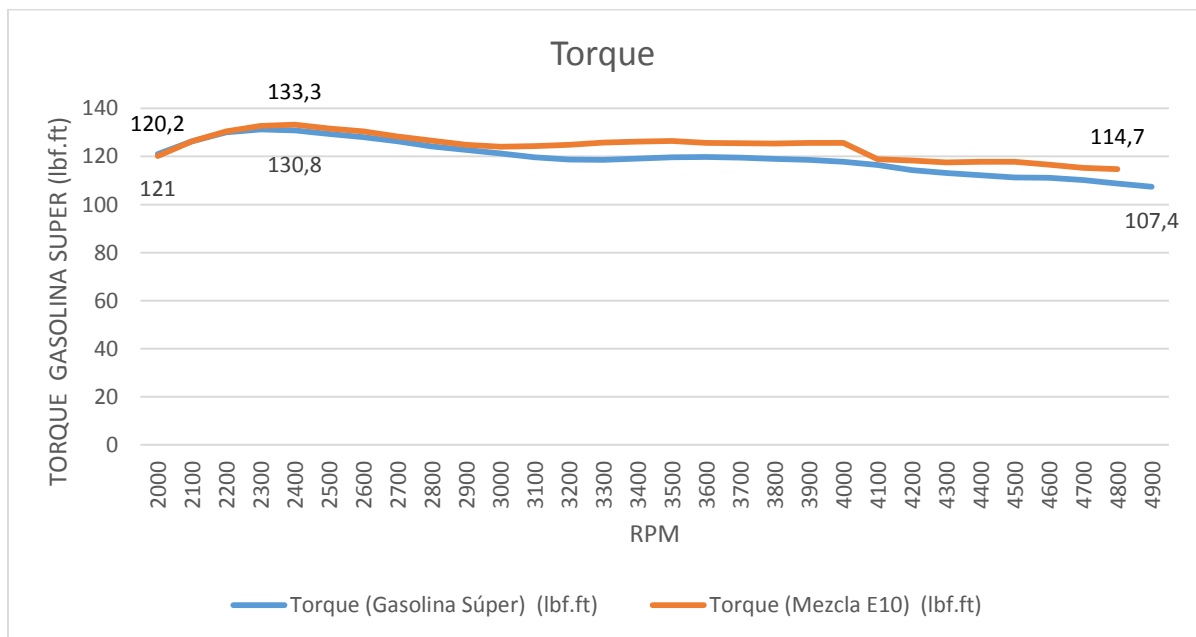
Tabla 4. 6 Comparación de datos al contenido de gomas

Gasolina súper (Normativa INEN-935)		Mezcla E10
Mínimo	Máximo	
-	4	0.2

4.2 PRUEBAS DINÁMICAS

4.2.1 RESULTADOS DE TORQUE Y POTENCIA

A fin de proceder con el análisis de las curvas características de torque y potencia obtenidas en el dinamómetro de chasis con la mezcla E10 y la gasolina súper de 92 octanos, se desarrolla el análisis comparativo entre los dos combustibles.

**Figura 4. 1** Curvas de torque con la gasolina súper y la mezcla E10

Los resultados en la fig. 4.1 permiten observar que a partir de los 2000 rpm hasta 2200 rpm, no existe una variación significativa del torque en los dos combustibles. Por el contrario a 2300 rpm hasta 4800 rpm se aprecia un incremento en la mezcla E10 del 1.8% frente a la gasolina súper de 92 octanos.

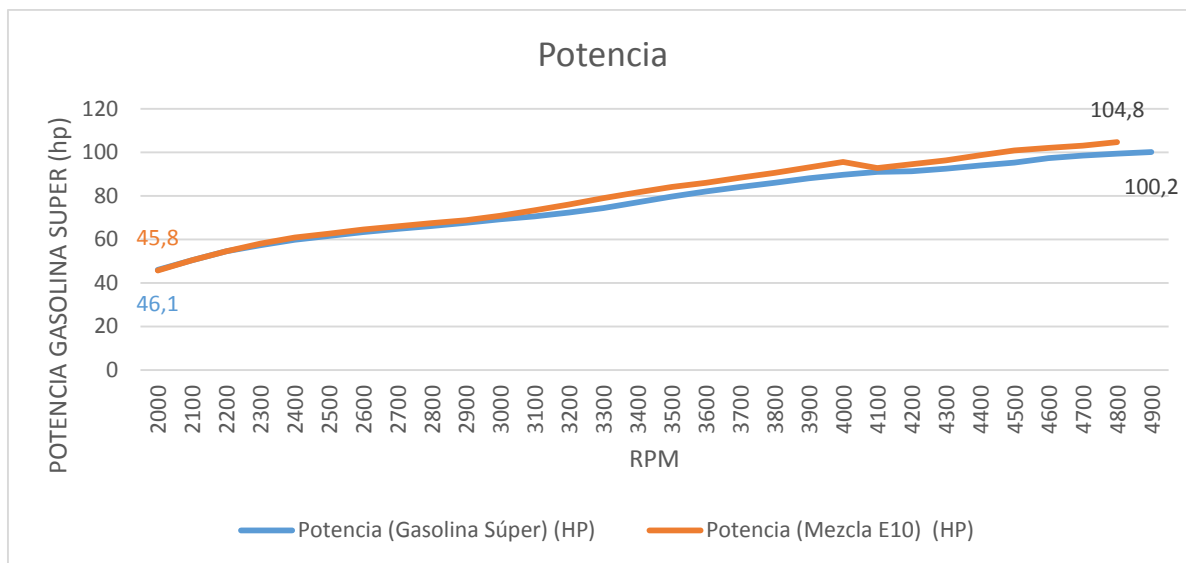


Figura 4. 2 Curvas de potencia con la gasolina súper y la mezcla E10

En la fig. 4.2 se indica las curvas de potencia generada por la gasolina súper de 92 octanos y la mezcla E10; desde las 2000 rpm hasta 2800 rpm no se aprecia una variación significativa en los dos combustibles. Mientras que desde las 3000 rpm hasta las 4800 rpm presenta un incremento en la mezcla E10 del 4.3 % en la potencia a razón del carburante de 92 octanos.

Tabla 4. 7 Torque y Potencia con la gasolina súper y la mezcla E10

	Gasolina Súper	Mezcla E10	RPM
Torque máximo (Lbf.ft)	130,8	133,3	2400
Potencia máxima (Hp)	100,2	104,8	4800

En la tabla 4.7 observamos los resultados de torque y potencia donde se evidencia que existe un mejor rendimiento al esfuerzo de torsión máximo a los 2400 rpm, mientras tanto existe una potencia máxima a los 4800 rpm en la mezcla E10.

4.2.2 RESULTADOS DE EMISIONES EN EL CICLO ASM (5015)

Los promedios obtenidos de varias repeticiones en las pruebas de ciclo simulado ASM con la gasolina súper y la mezcla E10, se puede observar las diferencias en las emisiones de CO₂,

O₂, lambda (λ) entre los dos carburantes, así mismo podemos comparar las emisiones de los gases contaminantes: CO, HC, NO_x, con la normativa chilena como se detalla en la tabla 4.8.

Tabla 4. 8 Comparación de las emisiones contaminantes con la normativa chilena

Ciclo ASM 5015			
Emisiones contaminantes	CO (%v)	HC (ppm)	NO _x (ppm)
Gasolina 92 octanos	0,317	65,667	249
Mezcla E10	0,293	27,333	212
Normativa Chilena	0,66	117	907

4.2.2.1 Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono es un gas no toxico a bajos niveles de emisión que resulta del proceso de la combustión del motor, también este gas es un indicativo de la eficiencia de la inflamación de la mezcla del aire combustible.

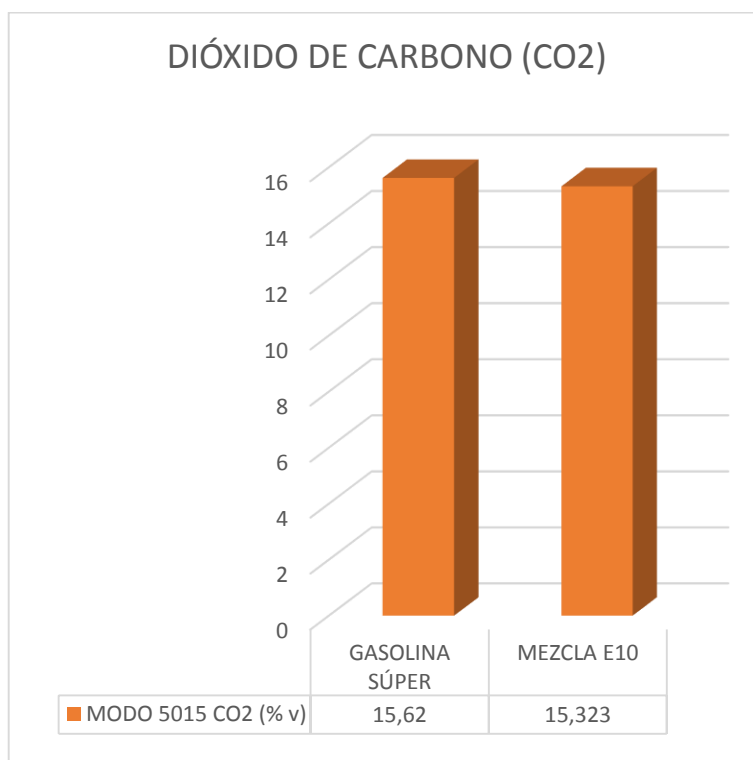


Figura 4. 3 Comparación del CO₂ entre la gasolina súper y la mezcla E10

En la figura 4.3 se observa que en el ciclo ASM 5015, el dióxido de carbono existe menor emisión de este gas en la mezcla E10 con 1,9 % a razón de la gasolina súper. Por lo tanto indica que existe una combustión más completa en el motor.

4.2.2.2 Oxígeno (O₂)

El oxígeno es un gas importante en el proceso de combustión del motor en una mezcla estequiométrica y el combustible tendría que ser totalmente quemado para que exista una mínima presencia de este gas, en cambio en una combustión incompleta el restante de O₂ es emitido por el tubo de escape.

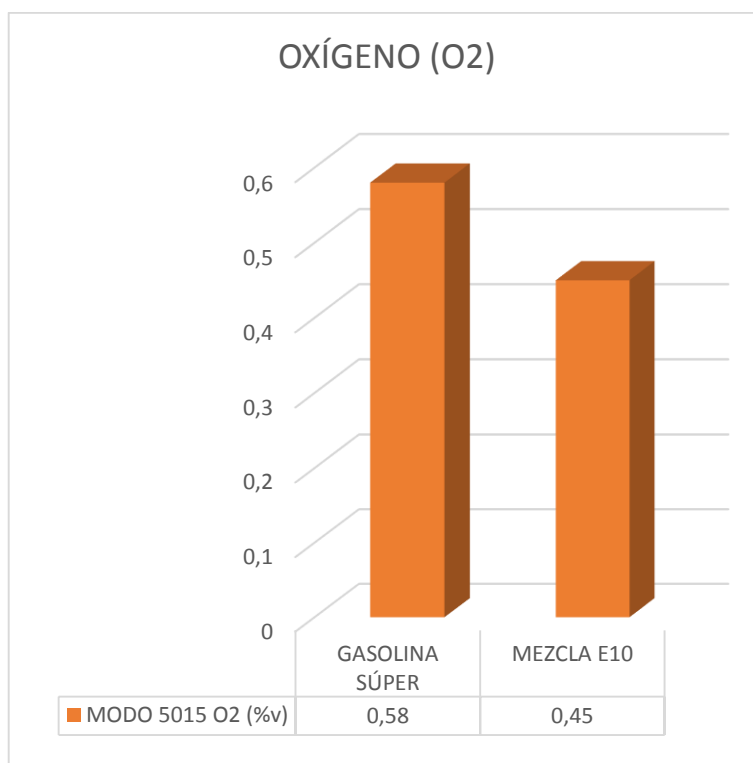


Figura 4. 4 Comparación del O₂ entre la gasolina súper y la mezcla E10

Para la emisión del oxígeno en la figura 4,4 en el ciclo ASM 5015 hay una diferencia del 12,72% en comparación de la gasolina súper. Por consiguiente hay una disminución de este gas en la mezcla E10 que permite el mejoramiento de la combustión y a la reducción de emisiones de otros gases.

4.2.2.3 Factor lambda (λ)

La relación lambda hace referencia al peso del aire/combustible que existe en ese momento en el motor, del mismo modo cuando lambda es inferior a 1 significa que en la mezcla existe mayor presencia de combustible y se denomina mezcla rica, en cambio cuando lambda es mayor a 1 indica una mayor presencia de oxígeno y se menciona que es una mezcla pobre.

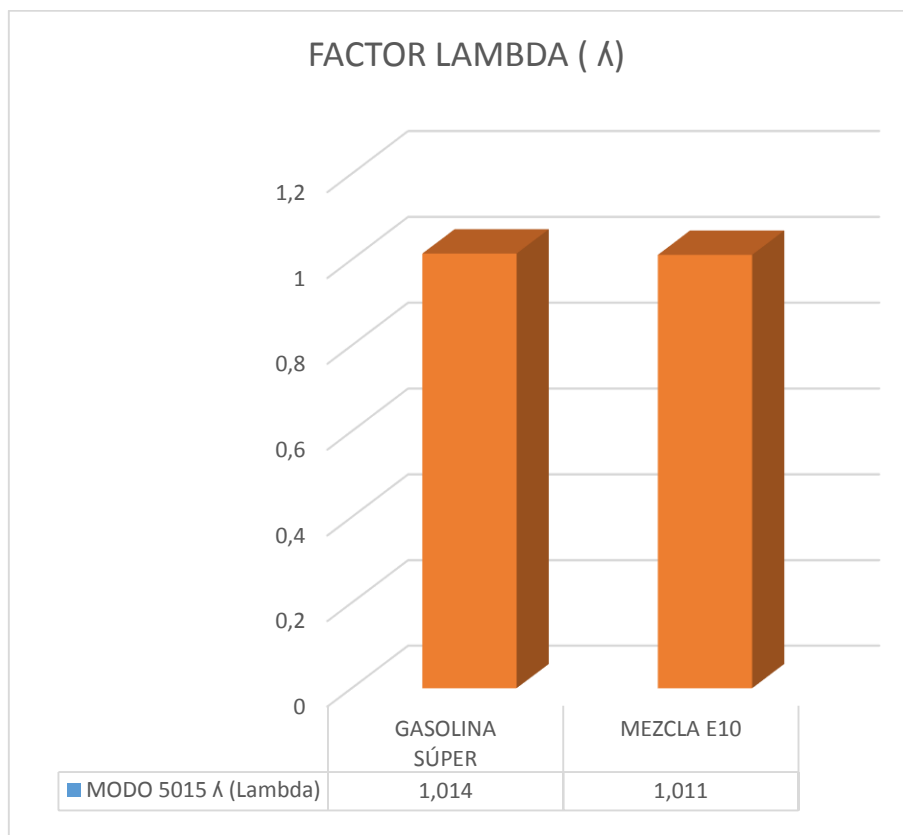


Figura 4. 5 Comparación de (λ) entre la gasolina súper y la mezcla E10

El factor lambda nos indica una combustión completa y podemos observar en la figura 4.5 que en la prueba del ciclo ASM 5015 existe una diferencia menor del 0,0033 con relación a la mezcla E10, donde se puede determinar que el factor lambda del combustible reformulado se acerca a la mezcla ideal estequiométrica que es igual a 1.

4.2.2.4 Monóxido de carbono (CO)

El resultado del monóxido de carbono deriva del proceso de inflamación de la mezcla aire combustible en el motor, este gas se forma por una combustión incompleta que es tóxico e

incolores, en lo cual existe la normativa chilena para los valores emitidos de CO. En las pruebas dinámicas en el modo ASM 5015, se toma en cuenta la cilindrada del vehículo (Chile, 2007, pág. 12).

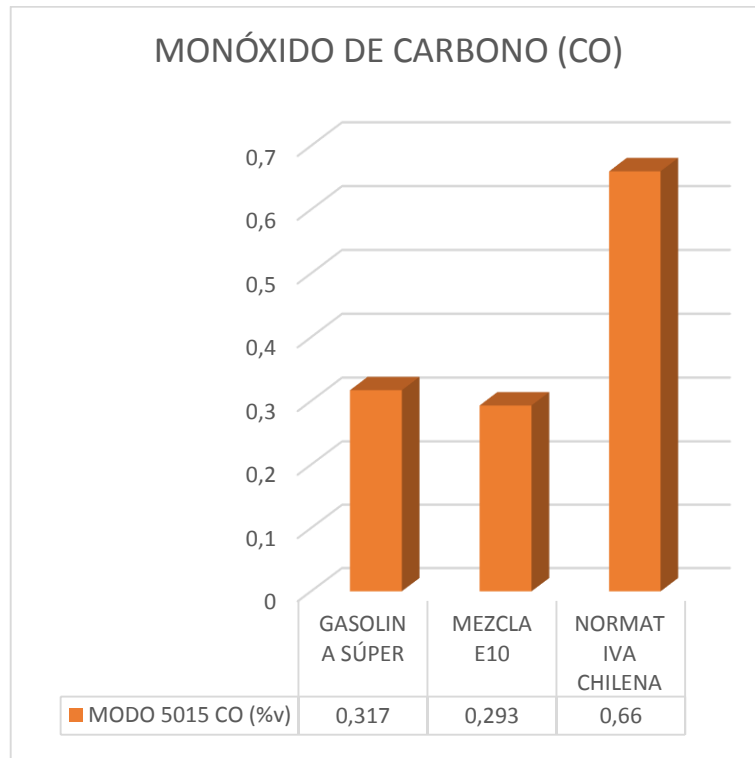


Figura 4. 6 Comparación del CO entre la gasolina súper y la mezcla E10

En la figura 4.6 se observa que el monóxido de carbono para el ciclo ASM 5015 existe una diferencia del 7,3 % menor con respecto a la gasolina súper. El porcentaje de relación con la norma chilena es de 52 % para el carburante de 92 y 55 % con respecto a la mezcla E10. De esa manera se evidencia una mayor presencia de oxígeno en la mezcla E10 indicando que hay una menor presencia de este gas.

4.2.2.5 Hidrocarburos (HC)

Los hidrocarburos son partículas de combustible no quemados por la falta de oxígeno durante el proceso de la combustión, este gas nocivo y cancerígeno para los seres humanos, por lo tanto existe la normativa chilena para los valores emitidos de HC. En las pruebas dinámicas en el modo ASM 5015 se toma en cuenta la cilindrada del vehículo.

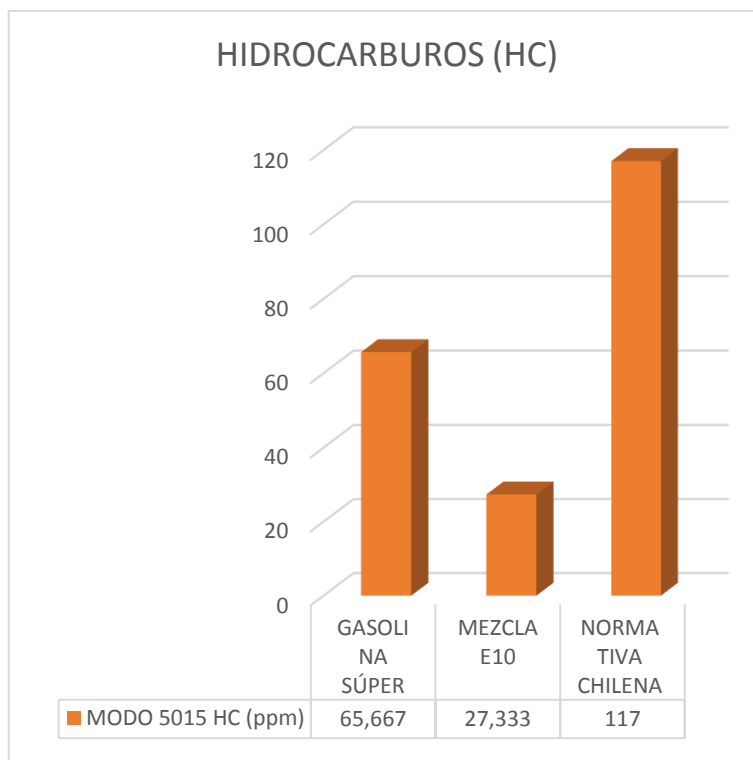


Figura 4. 7 Comparación de HC entre la gasolina súper y la mezcla E10

En la figura 4.7 del ciclo ASM 5015 para los hidrocarburos (HC) se evidencia que la mezcla E10 hay una diferencia del 58.333 % a comparación de la gasolina súper, sin embargo con la norma chilena se evidencia una diferencia del 43,8% para el carburante de 92 octanos y el 76,6% con la mezcla E10. Debido a que existe una mayor presencia de oxígeno ayudando a que la combustión sea más eficiente, reduciendo la presencia de partículas de combustible sin quemar.

4.2.2.6 Óxido de nitrógeno (NOx)

Los óxidos de nitrógeno (NOx) son la combinación del monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). Los NOx se producen al existir una excesiva temperatura en el proceso de la combustión del motor, por esta razón la normativa chilena establece un límite para los valores emitidos de NOx hacia la atmósfera. En las pruebas dinámicas del modo ASM 5015 se toma en cuenta la cilindrada del vehículo.

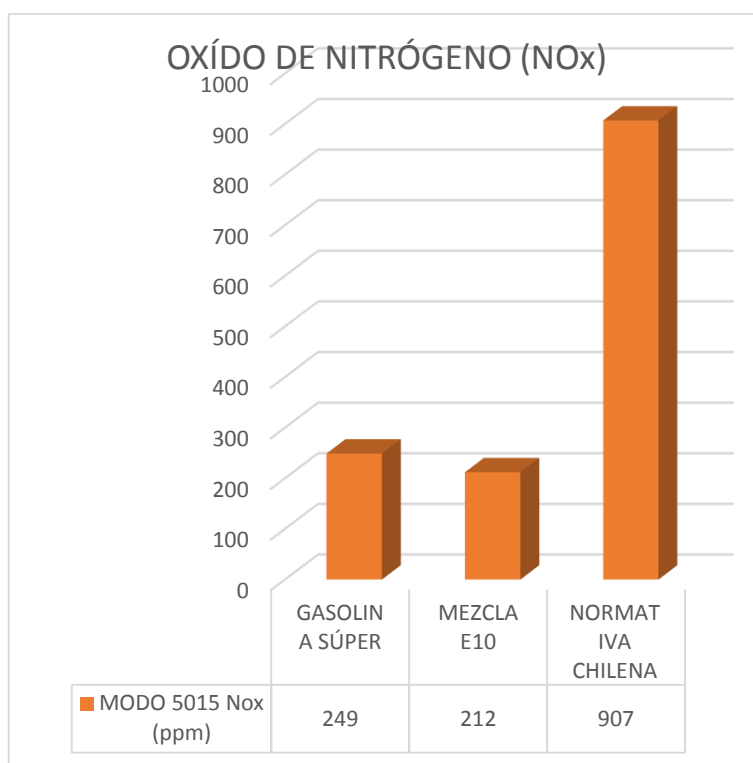


Figura 4. 8 Comparación del NOx entre la gasolina súper y la mezcla E10

En la figura 4.8 para la emisión de los NOx podemos evidenciar que existe una diferencia de menor emisiones con el 14 % en la mezcla E10 frente a la gasolina súper. Mientras que en la normativa chilena se verifica una diferencia del 72,5% para la gasolina de 92 octanos y el 76,6% para la mezcla E10, en lo que respecta a este carburante tiene mejor comportamiento con la temperatura del motor evidenciando una reducción de la emisión de este gas.

Tabla 4. 9 Promedios de las pruebas en el ciclo simulado ASM 5015.

	Gasolina Súper	Mezcla E10
CO (% v)	0,317	0,293
CO2 (% v)	15,62	15,323
HC (ppm)	65,667	27,333
O2 (%v)	0,58	0,45
Nox (ppm)	249	212
Factor Lambda (λ)	1,014	1,011

En la tabla 4.8 se observa el promedio de los valores durante el ciclo de simulación ASM con los dos tipos de combustible.

(García , Cendales , & Eslava, 2016) Concluye que con la mezcla (E10) existe un mejoramiento en la combustión que conduce a una reducción en las emisiones de los gases, sin afectar el desempeño del motor.

4.2.3 RESULTADOS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN EL CICLO IM240

Para la determinación del consumo de combustible se recopila los datos de cada prueba realizada para comparar si existe o no un incremento de consumo entre la gasolina súper de 92 octanos y la mezcla E10. Por esta razón se presenta los siguientes datos.

En la fig. 4.9 se puede observar que al mezclar el alcohol etílico en un 10% al combustible base, tiene una aumento en el consumo del 3.41% a comparación con la gasolina súper.

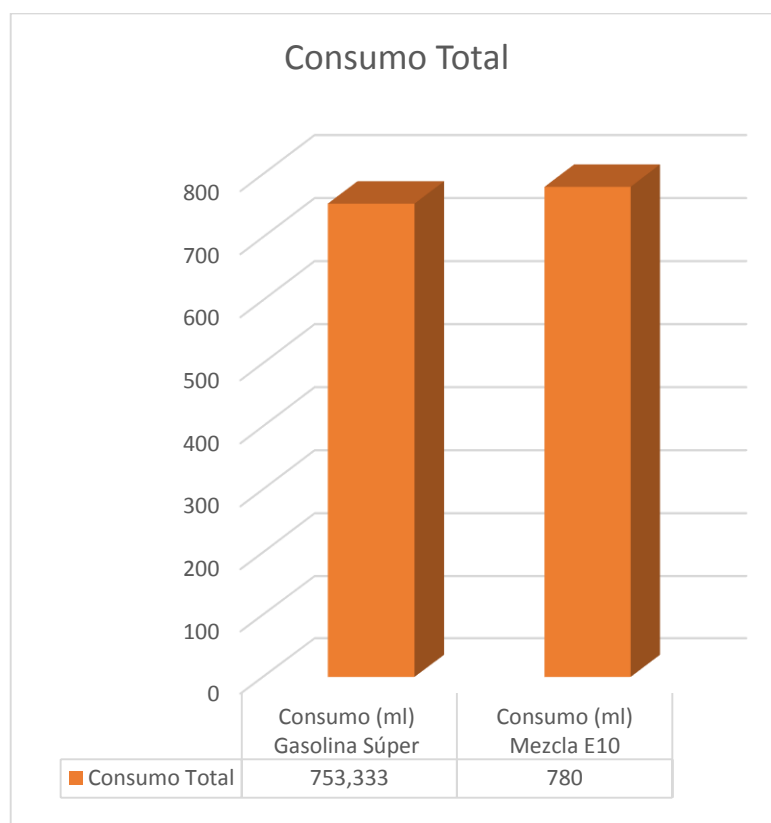


Figura 4. 9 Consumo Total (ml).

En la tabla 4.10 se evidencia el consumo de los 2 combustibles realizados en 2 ciclos IM240, existe una diferencia 26.67 ml de mayor consumo en la mezcla E10.

Tabla 4. 10 Consumo total de combustible

Consumo (ml)		Distancia (km)
Gasolina Súper	753,33	6.4
Mezcla E10	780	6.4

Como se puede visualizar en la tabla 4.11 se puede determinar que existe un mejor rendimiento en la gasolina súper de 1.15 km/gal con respecto a la mezcla E10.

Tabla 4. 11 Rendimiento total

Rendimiento Km/gal	
Gasolina Súper	32,26
Mezcla E10	31,11

Capítulo V

5.1 CONCLUSIONES

- La adición del 10% de etanol etílico en la gasolina de 92 octanos permitió un aumento de 4,5% en el octanaje. Además se evidenció una reducción de la cantidad de azufre del 53%. Así mismo en el contenido de gomas presentó una disminución del 95%.
- La mezcla E10 es un aditivo para la gasolina de 92 octanos haciendo que el motor obtenga un aumento de torque y potencia de 1,8 % y 4,3 % respectivamente mejorando su desempeño.
- Por otra parte las emisiones de gases de escape con la mezcla E10 como combustible alternativo mediante la ejecución del ciclo ASM 5015 se observa una reducción de monóxido de carbono (CO) de 7,3 %, hidrocarburos (HC) 58,333 %, óxidos de nitrógeno (NOx) de 14 % y dióxido de carbono (CO₂) del 1,9 %.
- En cuanto al consumo de combustible la mezcla E10 presenta un incremento de 3,41% frente a la gasolina de 92 octanos. En cambio el carburante de 92 octanos presentó un rendimiento de 1, 15 km/gal con respecto a la mezcla E10 durante los 2 ciclos IM 240.

5.2 RECOMENDACIONES

- En futuros estudios se sugiere realizar diferentes mezclas como: E5, E15 y E20, con la finalidad de obtener la mezcla ideal para su utilización en el motor ciclo otto.
- Se recomienda la realización de mayor cantidad de pruebas con diferentes automotores para realizar comparaciones y tener un mejor conocimiento sobre el comportamiento en la mezcla E10.
- Utilizar equipos de medición que se encuentren totalmente calibrados, para no tener resultados erróneos durante el proceso de pruebas.

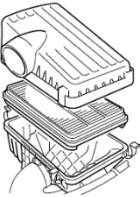
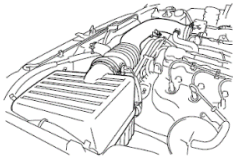
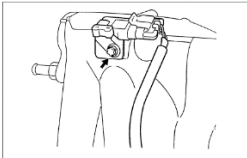
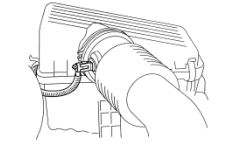
Bibliografía

1. Arias-Paz, M. (2006). Manual de Automovil. Madrir: CIE Dossat 2000.
2. Cabezas , W., & Moyano, M. (2016). Análisis de torque, potencias, consumo de combustible y emisiones contaminantes a diferentes concentraciones de gasolina/etanol en un banco de pruebas motor corsa 1.6 LT. de la C.I.A. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5637>
3. Calleja, D. G. (2015). Motores temicos y sus sistemas auxillares. Madrid-España: Ediciones Paraninfo, SA.
4. Castillo Hernandez, M. D. (2012). Análisis de las propiedades fisicoquímicas de gasolina y diesel mexicano reformulados con Etanol. Ingeniería Investigación y tecnología, 295.
5. Chile, N. d. (24 de Abril de 2007). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=260350#0>
6. Darío, R. (16 de Enero de 2018). Estudio del comportamiento del motor a gasolina utilizando bioetanol a partir de despojos de maíz en la provincia de Imbabura - Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7822>
7. El bioetanol en Brasil. (30 de 04 de 2011). Obtenido de <http://lhv2gformacioncritica.blogspot.com/2011/04/el-bioetanol-en-brasil.html>
8. Elizer Melo, Y. S. (2012). Evaluación de un motor de encendido por chispa trabajando con mezclaz etanol-gasolina. Ingeniería Energética, 3.
9. Fernández, C., Fernández, L., Escudero, P., & Pérez, J. (2009). Evolución del Contenido de Azufre en la Gasolina Comercializada en Galicia (España) como Consecuencia de la Aplicación del Real Decreto 1700/2003. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642009000100007
10. García , A., Cendales , E., & Eslava, A. (2016 de Enero de 2016). Motores de combustion interna (mci operado con mezclas de etanol gasolina : revision. Obtenido de www.scielo.org.co/pdf/cein/v26n1/v26n1a05.pdf
11. Gerardo Benito, M. G. (2014). Repositorio Documental Universidad de Valladolid. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/4556>

12. Gómez, J. M. (2016). Análisis de la variación de la eficiencia en la producción de biocombustibles en América Latina. Estudios gerenciales, 122.
13. H. Kindler, H. K. (s.f.). Matemática aplicada para la técnica del automóvil GTZ. Cuenca: EDIBOSCO.
14. Heloisa Schnieder, J. S. (2009). Cepal. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/41010-financiamiento-cambio-climatico-america-latina-caribe-2015>
15. Hernández, P. (2008). ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE GASOLINA Y DIESEL MEXICANOS CON ETANOL AL 10% Y 15% EN VOLUMEN. Obtenido de <https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/568935>
16. INEN, N. (2002). Normativa técnica ecuatoriana. Obtenido de <http://www.normalizacion.gob.ec/>
17. Jimenez, J. (27 de 05 de 2015). Obtenido de <http://javierjimenezmedima.blogspot.com/2015/05/>
18. Kusmiyati, h. S. (2014). Fuel Grade Bioethanol Production from Iles-iles Tuber. Science Direct, 200.
19. La producción de energía. (s.f.). Obtenido de <https://laproduccionenergetica.wikispaces.com/Los+biocombustibles>
20. López, R. y. (06 de febrero de 2017). Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de Desarrollo de un sistema de alimentación de combustible GEET para un motor ciclo OTTO, y pruebas de torque, potencia, consumo de combustible y emisiones contaminantes: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6715>
21. Luis Cholta, O. M. (2010). Repositorio Institucional de la ESPOCH. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/289>
22. Luv (Isuzu). (2001). Obtenido de <https://www.capacitacionautomotriz.com/manuales-descargables/>
23. MAE. (2014). Inventario preliminar de las emisiones contaminantes del aire, de los cantones Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Coloradores, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/>
24. Mecánica Básica. (s.f.). Obtenido de <https://mecanicabasicacr.com/inyeccion/medir-o-comprobar-presion-de-combustible.html>

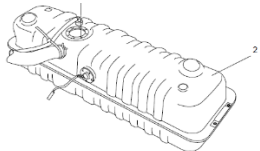
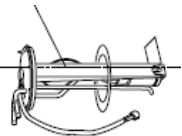
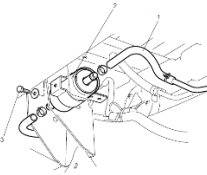
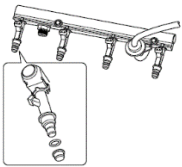
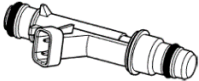
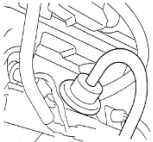
25. Miranda. (13 de julio de 2016). Metodología de pruebas y su aplicación, para el diagnóstico de convertidores catalíticos, mediante ciclo ASM, en vehículos con motores de encendido provocado. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16499>
26. Mora, A. (2017). Produccion de bioetanol a partir de despojos de maiz en la Provincia de Imbabura-Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/784>
27. NTE INENE 2102. (1998). Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.2102.1998>
28. Plan Nacional del Desarrollo Toda una Vida. (2013). Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. Obtenido de <http://www.planificacion.gob.ec/>
29. Recalde, M. (02 de Abril de 2015). Análisis de emisiones en vehículos a gasolina utilizando pruebas estacionaria y dinámica mediante ciclo IM-240. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11925>
30. SAE J1349. (2004). Obtenido de www.mie.uth.gr/ekp.../SAE_DYNAMOMETPHSH_MEK.pdf
31. Salinas, E., & Gasca, V. (Octubre de 2009). Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/325/32512739009/>
32. Salvador, A. R. (2010). APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES A RTUR. Obtenido de www.rac.es/ficheros/doc/00979.pdf
33. Sanchez Óscar, C. C. (2005). Producción biotecnológica de alcohol carburante I: Obtencion a partir de diferentes materias primas. *Interciencia*, 671.
34. Torres, J., Molina , D., Pinto, C., & Rueda, F. (13 de Noviembre de 2002). Estudio de la mezcla de gasolina con10% de etanol abhidro. Evaluación de propiedades fisicoquímicas. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-53832002000100007
35. Urbina, A. (03 de 2016). Repositorio Digital/ Facultada de Ing. Mecánica. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15097>

ANEXOS

Componentes del sistema de inducción de aire	Descripción
	<p>El filtro de aire es el encargado de impedir el paso de impurezas que ingresa el motor</p>
	<p>El colector de admisión su función es de canalizar el aire hacia el múltiple de admisión.</p>
	<p>El sensor MAP es el encargado de medir la presión del aire que ingresa al múltiple de admisión ubicado en el mismo.</p>
	<p>El sensor MAF es el encargado de medir el flujo de aire que ingresa hacia el motor está ubicado antes del colector de admisión y después del filtro de aire.</p>

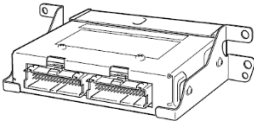
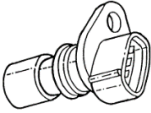
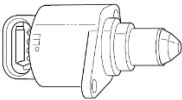
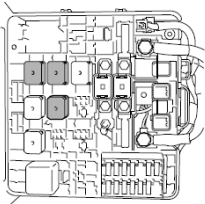
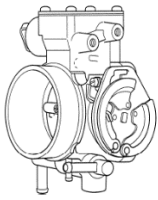
A I. 1 Componentes del sistema de aire

(Luv (Isuzu), 2001, pág. 463)

Componentes del sistema de inducción de aire	Descripción
	<p>El tanque de combustible es un contenedor seguro que evita que se derrame o se evapore y pueda generar daños por fuego o contaminación al ambiente.</p>
	<p>La bomba de combustible es el encargado de suministrar la presión necesaria para el correcto funcionamiento del motor.</p>
	<p>El filtro de combustible es el encargado de detener cualquier tipo de impureza del combustible.</p>
	<p>El riel de inyectores suministra el combustible hacia los inyectores del motor.</p>
	<p>El inyector entrega el combustible a baja presión de pulverización cónica en la apertura de la válvula de admisión.</p>
	<p>El regulador de presión mantiene la presión de combustible disponible para el inyector.</p>

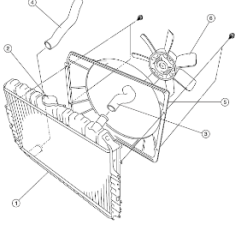
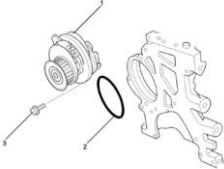
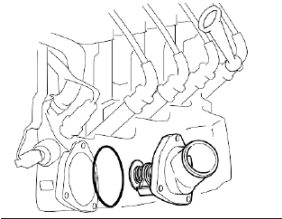
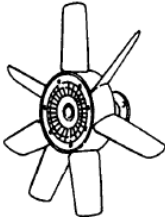
A I. 2 Componentes del sistema de alimentación (continuación...)

(Luv (Isuzu), 2001, pág. 467)

	<p>La ECM es el módulo de control electrónico encargada de recibir y transmitir las señales hacia todos los sensores controla los sistemas que afectan al motor.</p>
	<p>El sensor ckp verifica cuando el motor se encuentra en tiempo de admisión de combustible</p>
	<p>La válvula de control de aire (IAC) controla la entrada de aire en marcha mínima.</p>
	<p>El relé de combustible es un dispositivo electromagnético que es estimulado por una corriente débil para abrir o cerrar un circuito y permite el accionamiento de la bomba de combustible.</p>
	<p>El cuerpo de aceleración es el dispositivo que controla la entrada de aire hacia el múltiple de admisión a través de la mariposa que abre y cierra según al pisar el acelerador.</p>

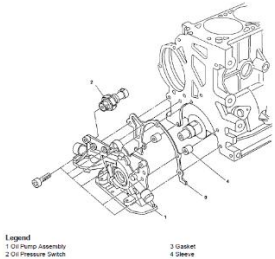
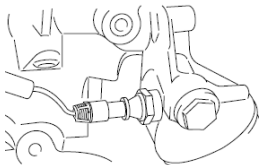
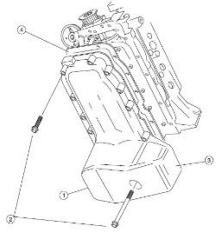
A I. 3 Componentes del sistema de alimentación

(Luv (Isuzu), 2001, pág. 467)

Componentes del sistema de refrigeración	Descripción
	<p>EL Radiador es el encargado de disipar el calor a través del refrigerante que circula en el motor.</p>
	<p>La bomba de agua es el encargado de hacer circular el fluido refrigerante a través de los conductos del bloque del motor.</p>
	<p>El termostato es el encargado de mantener a una temperatura normal de funcionamiento del motor.</p>
	<p>El ventilador ayuda con la disipación de calor que se encuentra en el radiador.</p>

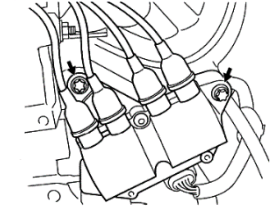
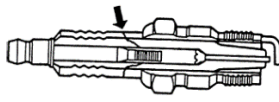
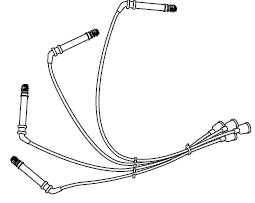
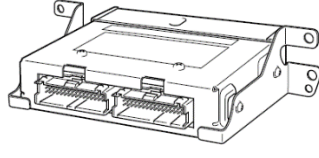
A I. 4 Componentes del sistema de refrigeración

(Luv (Isuzu), 2001, pág. 116)

Sistema de lubricación	Descripción
 <p>Legend 1 Oil Pump Assembly 2 Oil Pressure Switch 3 Gasket 4 Gasket</p>	<p>La bomba de engranajes es una bomba hidráulica que genera el caudal necesario para bombear aceite de lubricación y es accionada por el cigüeñal.</p>
	<p>El filtro de aceite es el encargado de detener las impurezas que se encuentra en el aceite.</p>
	<p>El deposito del cumple la función de acumular el aceite lubricante del motor.</p>


A I. 5 Componentes del sistema de lubricación

(Luv (Isuzo), 2001, pág. 503)

Sistema de encendido electrónico.	Descripción
	<p>La bobina de encendido es un dispositivo de inducción electromagnética su función es elevar e voltaje a bordo.</p>
	<p>La bujía es la encargada de transmitir la chispa a la cámara de combustión.</p>
	<p>Los cables de bujía son los encargados de llevar la intensidad de corriente necesaria a la bujía, procurando que no se produzcan pérdidas.</p>
	<p>La ECM es el módulo de control electrónico encargada de recibir y transmitir las señales hacia todos los sensores controla los sistemas que afectan al motor</p>

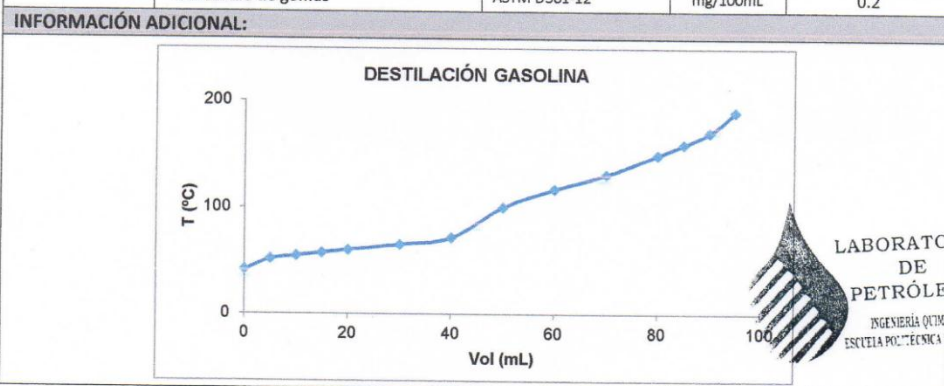
A I. 6 Componentes del sistema de encendido electrónico

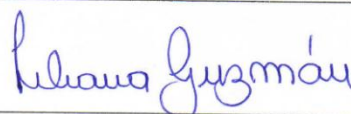
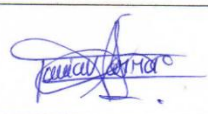
(Luv (Isuzo), 2001, pág. 470)

	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA LABORATORIO DE PETRÓLEOS	Página 1 de 1
		HI01

REPORTE DE ANÁLISIS Nº. ALPEP 056-017 ORDEN DE TRABAJO 5469			
INFORMACIÓN GENERAL:			
CLIENTE	ANDRÉS LOMAS (TESIS UTN)		
MUESTRA	GASOLINA	NÚMERO DE MUESTRAS	1
FECHA RECEPCIÓN	13-12-2017	FECHA DE ENTREGA INFORME	21-12-2017

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:					
IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO LABORATORIO	TIPO MUESTRA	TIPO ENVASE	CAPACIDAD	
BIOETANOL A PARTIR DE PAPA	LPM151-DIC	Gasolina	Vidrio	1 L	
RESULTADOS OBTENIDOS:					
MUESTRA	ENSAYO	NORMA MÉTODO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	
LPM151-DIC	*Número de octano (RON)	NTE INEN 2102	---	96.4	
	*Ensayo de destilación:	Temperatura del 10%	ASTM D86-15	°C	55
		Temperatura del 50%		°C	101
		Temperatura del 90%		°C	171
		Punto final		°C	211
		Residuo		%	1.0
	*Presión de vapor Reid	ASTM D323-15a	kPa	48.3	
	*Corrosión a la lámina de cobre	ASTM D130-12	---	1A	
	*Contenido de azufre	ASTM D4294-16	%	0.030	
	*Contenido de gomas	ASTM D381-12	mg/100mL	0.2	



 Ing. Liliانا Guzmán Jefa del Laboratorio de Petróleos	 Ing. Tania Parra Especialista de Laboratorio de Petróleos
---	--

- *Los parámetros se encuentran dentro del Sistema de Gestión ISO 17025, pero no están acreditados
- Queda prohibido la reproducción de forma parcial o total del presente informe sin autorización del Laboratorio
- El muestreo es responsabilidad del cliente, la Escuela Politécnica Nacional no responde por posibles variaciones ocasionadas por la toma de muestra.

Ladrón de Guevara E11-253-Edif. Eléctrica Química - 5to piso
022976-300 Ext. 4329/4317/4328
lab.petroleos_ing.quimica@epn.edu.ec

A II. 1 Caracterización de la mezcla E10

Quito, 22 de enero de 2018
CCICEV-CER-TESES18 - 006

CERTIFICADO

El Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares – CCICEV, mediante solicitud de ensayos 025 por parte del Sr. LOMAS POZO ANDRÉS ALEJANDRO certifica que el vehículo detallado a continuación fue evaluado en los ensayos de:

- ENSAYO DE TORQUE Y POTENCIA
- CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LABORATORIO (CICLO 2 IM240)
- ASM 2525 y 5015 (EMISIONES CONTAMINANTES DINÁMICAS - CICLO SIMULADO)

*RTV: Revisión Técnica Vehicular			
DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO			
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LBTFR30H10113758
Modelo:	LUV	Kilometraje:	303311
MOTOR (Datos del fabricante)**			
Posición de motor	DELANTERA LONGITUDINAL	No. Motor	C22NE25044539
No. de cilindros y disposición	4 EN LINEA	Versión	LUV C/D 4X2 T/M INY
Máxima Potencia (kw/rpm)	111 HP A 4800 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	125 LBF a 3800 RPM
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO
Cilindrada [cm ³]	2200	Transmisión (manual/automática)	MANUAL
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA SUPER / MEZCLA ETANOL E10	Categoría-Subcategoría-Clase	CAMIONETA
Tipo	N_1	Año modelo vehículo	2001
Tonelaje	0,75	País de origen	ECUADOR

**Opcional en RTV

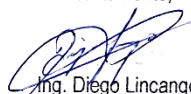
Fecha de ejecución del ensayo: 16 y 17 de enero de 2018

Los informes técnicos de resultados de evaluación de los ensayos han sido remitidos al solicitante, pudiendo este utilizarlos dentro de su investigación.

El CCICEV no se hace responsable por el mal uso de la documentación entregada y que motivo de esto ocasiona repercusiones en el ámbito en que se dé uso.




Es todo cuanto se puede indicar en honor a la verdad.

Atentamente,







Ing. Diego Lincango


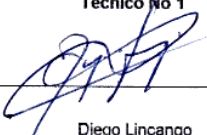
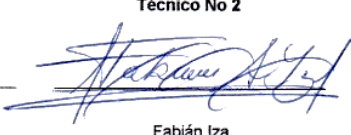
RESPONSABLE TÉCNICO DE LA UNIDAD DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 CCICEV

CCICEV		Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYO DE TORQUE Y POTENCIA						
CODIGO: CCICEV-LI-ETP	Revisión 0	N°	18-025-C1			
	Página 1 / 1	FECHA:	16 de enero de 2018			
TÉCNICOS RESPONSABLES	Diego Lincango		Fabián Iza			
OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN					
Evaluación Inicial <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>				
Reevaluación <input type="checkbox"/>	Evaluación RTV* 4 ^a rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>				
No. Visita <input type="text"/>	Otros <input type="checkbox"/>					
*RTV: Revisión Técnica Vehicular						
DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO						
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LBTFR30H10113758			
Modelo:	LUV	Kilometraje:	303311			
MOTOR (Datos del fabricante)**						
Posición de motor	DELANTERA LONGITUDINAL	No. Motor	C22NE25044539			
No. de cilindros y disposición	4 EN LINEA	Versión	LUV C/D 4X2 T/M INY			
Maxima Potencia (kw/rpm)	111 HP A 4800 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	125 LBF a 3800 RPM			
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Neumáticos	125 LBF a 3800 RPM			
Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO					
Cilindrada [cm3]	2200	Transmisión (manual/automatica)	MANUAL			
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA SUPER	Categoría-Subcategoría-Clase	CAMIONETA			
Tipo	N_1	Año modelo vehículo	2001			
Tonelaje	0,75	País de origen	ECUADOR			
**Opcional en RTV						
Hora de inicio	8:00	Hora final	11:00			
RESULTADOS DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS - TORQUE Y POTENCIA						
Parámetros	POTENCIA			TORQUE		
	kw	hp	rpm	Nm	lbf.ft	rpm
PRUEBA 1	73,2	98,16	4885	176,12	129,9	2320
PRUEBA 2	74,8	100,31	4875	176,12	129,9	2345
PRUEBA 3	74,7	100,17	4905	177,88	131,2	2320
Norma de Corrección						
OBSERVACIONES: <u>El combustible fue proporcionado por el solicitante</u>						
Técnico No 1		Técnico No 2		Firma Responsable de Unidad:		
Firma Responsables: 						
Nombres: Diego Lincango		Fabián Iza		Nombre: Ing. Diego Lincango		
Formato de registro primario para ensayo de torque y potencia						

A III. 2 Pruebas de torque y potencia con gasolina súper

		Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares				
REGISTRO DE DATOS DE PRUEBAS DE EMISIONES DE GASES DINAMICOS ASM						
CODIGO: CCICEV-LI-GASM	Revisión 0	N°	18-025-C1			
	Página 1 / 1	FECHA:	16 de enero de 2018			
TÉCNICOS RESPONSABLES	Diego Lincango	Fabián Iza				
OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN					
Evaluación Inicial <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>				
Reevaluación <input type="checkbox"/>	Evaluación RTV* 4 _a rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>				
No. Visita <input type="text"/>	Otros <input type="checkbox"/>					
*RTV: Revisión Técnica Vehicular						
DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO						
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LBTFR30H10113758			
Modelo:	LUV	Kilometraje:	303311			
MOTOR (Datos del fabricante)**						
Posición de motor	DELANTERA LONGITUDINAL	No. Motor	C22NE25044539			
No. de cilindros y disposición	4 EN LINEA	Versión	LUV C/D 4X2 T/M INY			
Maxima Potencia (kw/rpm)	111 HP A 4800 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	125 LBF a 3800 RPM			
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO			
Cilindrada [cm3]	2200	Transmisión (manual/automatica)	MANUAL			
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA SUPER	Categoría-Subcategoría-Clase	CAMIONETA			
Tipo	N_1	Año modelo vehículo	2001			
Tonelaje	0,75	Pais de origen	ECUADOR			
**Opcional en RTV						
Hora de inicio	11:30	Hora final	13:00			
RESULTADOS DEL ANALIZADOR DE GASES						
PRUEBAS DINÁMICAS - CICLO ASM (ACCELERATION SIMULATION MODE)						
Parámetros	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
	Modo 2525	Modo 5015	Modo 2525	Modo 5015	Modo 2525	Modo 5015
CO [%v]	0,31	0,32	0,3	0,3	0,32	0,33
CO ₂ [%v]	15,74	15,6	15,69	15,66	15,7	15,6
HC [ppm]	104	74	86	60	77	63
O ₂ [%v]	0,56	0,7	0,62	0,5	0,47	0,54
NOx [ppm]	303	242	268	246	266	259
λ [Lambda]	1,012	1,019	1,016	1,012	1,009	1,012
OBSERVACIONES: El combustible fue proporcionado por el solicitante						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>Técnico No 1</p> <p>Firma Responsables: </p> <p>Nombres: Diego Lincango</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Técnico No 2</p> <p>Firma Responsable de Unidad: </p> <p>Nombres: Fabián Iza</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Firma Responsable de Unidad: </p> <p>Nombre: Ing. Diego Lincango</p> </div> </div>						
Formato de registro primario para prueba de emisiones dinámicas ASM						


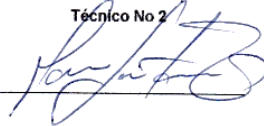

A III. 3 Prueba de emisión de gases en el ciclo ASM con gasolina súper

		Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares																													
REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LABORATORIO																															
CODIGO: CCICEV-LI-CCL	Revisión 0	N°	18-025-C1																												
	Página 1 / 1	FECHA:	16 de enero de 2018																												
TÉCNICOS RESPONSABLES	Diego Lincango	Fabián Iza																													
OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN																														
Evaluación Inicial <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>																													
Reevaluación <input type="checkbox"/>	Evaluación RTV* 4 ^{ta} rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>																													
No. Visita <input type="text"/>	Otros <input type="checkbox"/>																														
*RTV: Revisión Técnica Vehicular																															
DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO																															
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LBTFR30H10113758																												
Modelo:	LUV	Kilometraje:	303311																												
MOTOR (Datos del fabricante)**																															
Posición de motor	DELANTERA LONGITUDINAL	No. Motor	C22NE25044539																												
No. de cilindros y disposición	4 EN LINEA	Versión	LUV C/D 4X2 T/M INY																												
Maxima Potencia (kw/rpm)	111 HP A 4800 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	125 LBF a 3800 RPM																												
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO																												
Cilindrada [cm3]	2200	Transmisión (manual/automatica)	MANUAL																												
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA SUPER	Categoría-Subcategoría-Clase	CAMIONETA																												
Tipo	N_1	Año modelo vehículo	2001																												
Tonelaje	0,75	País de origen	ECUADOR																												
**Opcional en RTV																															
<table border="1"> <tr> <td>Hora de inicio</td> <td>15:00</td> <td>Hora final</td> <td>16:30</td> <td>Código equipo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altitud inicial</td> <td></td> <td>Altitud final</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Hora de inicio	15:00	Hora final	16:30	Código equipo		Altitud inicial		Altitud final				RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA																		
Hora de inicio	15:00	Hora final	16:30	Código equipo																											
Altitud inicial		Altitud final																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TRAMOS</th> <th>CICLO</th> <th>INICIO [L]</th> <th>FINAL [L]</th> <th>DISTANCIA [km]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2 IM240</td> <td>5</td> <td>4,19</td> <td>6,4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2 IM240</td> <td>5</td> <td>4,26</td> <td>6,4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2 IM240</td> <td>5</td> <td>4,29</td> <td>6,4</td> </tr> </tbody> </table>	TRAMOS	CICLO	INICIO [L]	FINAL [L]	DISTANCIA [km]	1	2 IM240	5	4,19	6,4	2	2 IM240	5	4,26	6,4	3	2 IM240	5	4,29	6,4	<table border="1"> <tr> <td>Rendimiento Tramo 1 [km/gal]</td> <td>29,91</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Tramo 2 [km/gal]</td> <td>32,74</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Tramo 3 [km/gal]</td> <td>34,12</td> </tr> </table>		Rendimiento Tramo 1 [km/gal]	29,91	Rendimiento Tramo 2 [km/gal]	32,74	Rendimiento Tramo 3 [km/gal]	34,12	<table border="1"> <tr> <td>Rendimiento total [km/gal]</td> <td>32,26</td> </tr> </table>	Rendimiento total [km/gal]	32,26
TRAMOS	CICLO	INICIO [L]	FINAL [L]	DISTANCIA [km]																											
1	2 IM240	5	4,19	6,4																											
2	2 IM240	5	4,26	6,4																											
3	2 IM240	5	4,29	6,4																											
Rendimiento Tramo 1 [km/gal]	29,91																														
Rendimiento Tramo 2 [km/gal]	32,74																														
Rendimiento Tramo 3 [km/gal]	34,12																														
Rendimiento total [km/gal]	32,26																														
OBSERVACIONES: <u>El combustible fue proporcionado por el solicitante</u>																															
Técnico No 1 Firma Responsables:  Nombres: Diego Lincango		Técnico No 2 Firma Responsable de Unidad:  Nombres: Fabián Iza		Nombre: Ing. Diego Lincango																											
Formato de registro primario para pruebas de consumo de combustible en laboratorio																															


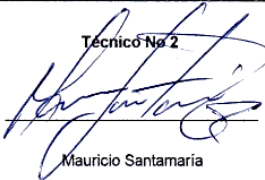

A III. 4 Pruebas de consumo con gasolina súper

CCICEV		Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYO DE TORQUE Y POTENCIA						
CODIGO: CCICEV-LI-ETP	Revisión 0	Nº	18-025-C2			
	Página 1 / 1	FECHA:	17 de enero de 2018			
TÉCNICOS RESPONSABLES	Diego Lincango		Mauricio Santamaría			
OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN					
Evaluación Inicial <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>				
Reevaluación <input type="checkbox"/>	Evaluación RTV* ⁴ rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>				
No. Visita <input type="text"/>	Otros <input type="checkbox"/>					
*RTV: Revisión Técnica Vehicular						
DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO						
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LBTFR30H10113758			
Modelo:	LUV	Kilometraje:	303461			
MOTOR (Datos del fabricante)**						
Posición de motor	DELANTERA LONGITUDINAL	No. Motor	C22NE25044539			
No. de cilindros y disposición	4 EN LINEA	Versión	LUV C/D 4X2 T/M INY			
Maxima Potencia (kw/rpm)	111 HP A 4800 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	125 LBF a 3800 RPM			
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Neumáticos	125 LBF a 3800 RPM			
Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO					
Cilindrada [cm3]	2200	Transmisión (manual/automatica)	MANUAL			
Combustible / Fuente de energía	MEZCLA ETANOL E10	Categoría-Subcategoría-Clase	CAMIONETA			
Tipo	N_1	Año modelo vehículo	2001			
Tonelaje	0,75	País de origen	ECUADOR			
**Opcional en RTV						
Hora de inicio	8:30	Hora final	11:30	Código equipo		
RESULTADOS DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS - TORQUE Y POTENCIA						
Parámetros	POTENCIA			TORQUE		
	kw	hp	rpm	Nm	lbf.ft	rpm
PRUEBA 1	79	105,94	4915	170,70	125,9	2375
PRUEBA 2	77,8	104,33	4845	177,21	130,7	2326
PRUEBA 3	78,6	105,40	4860	181,00	133,5	2375
Norma de Corrección						
OBSERVACIONES: <u>Combustible proporcionado por el solicitante</u>						
Técnico No 1		Técnico No 2		Firma Responsable de Unidad:		
Firma Responsables:		Firma Responsables:		Nombre :		
Nombres: Diego Lincango		Nombres: Mauricio Santamaría		Nombre : Ing. Diego Lincango		
Formato de registro primario para ensayo de torque y potencia						

A III. 5 Pruebas de torque y potencia con la mezcla E10

CCICEV		Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares				
REGISTRO DE DATOS DE PRUEBAS DE EMISIONES DE GASES DINAMICOS ASM						
CODIGO: CCICEV-LI-GASM	Revisión 0	N°	18-025-C2			
	Página 1 / 1	FECHA:	17 de enero de 2018			
TÉCNICOS RESPONSABLES	Diego Lincango	Mauricio Santamaría				
OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN					
Evaluación Inicial <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>				
Reevaluación <input type="checkbox"/>	Evaluación RTV*4 ^a rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>				
No. Visita <input type="text"/>	Otros <input type="checkbox"/>					
*RTV: Revisión Técnica Vehicular						
DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO						
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LBTFR30H10113758			
Modelo:	LUV	Kilometraje:	303461			
MOTOR (Datos del fabricante)**						
Posición de motor	DELANTERA LONGITUDINAL	No. Motor	C22NE25044539			
No. de cilindros y disposición	4 EN LINEA	Versión	LUV C/D 4X2 T/M INY			
Maxima Potencia (kw/rpm)	111 HP A 4800 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	125 LBF a 3800 RPM			
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO			
Cilindrada [cm3]	2200	Transmisión (manual/automatica)	MANUAL			
Combustible / Fuente de energía	MEZCLA ETANOL E10	Categoría-Subcategoría-Clase	CAMIONETA			
Tipo	N_1	Año modelo vehículo	2001			
Tonelaje	0,75	País de origen	ECUADOR			
**Opcional en RTV						
Hora de inicio	11:30	Hora final	13:00			
		Código equipo				
RESULTADOS DEL ANALIZADOR DE GASES						
Parámetros	PRUEBAS DINÁMICAS - CICLO ASM (ACCELERATION SIMULATION MODE)					
	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
	Modo 2525	Modo 5015	Modo 2525	Modo 5015	Modo 2525	Modo 5015
CO [%v]	0,27	0,27	0,26	0,31	0,31	0,3
CO ₂ [%v]	15,5	15,37	15,4	15,3	15,4	15,3
HC [ppm]	69	33	44	27	56	22
O ₂ [%v]	0,46	0,42	0,41	0,48	0,43	0,45
NOx [ppm]	269	215	229	216	240	205
λ [Lambda]	1,01	1,01	1,01	1,012	1,009	1,011
OBSERVACIONES: <u>Combustible proporcionado por el solicitante</u>						
Firma Responsables:		Firma Responsable de Unidad:				
 Nombres: Diego Lincango		 Nombres: Mauricio Santamaría		 Nombre: Ing. Diego Lincango		
Formato de registro primario para prueba de emisiones dinámicas ASM						

A III. 6 Pruebas de emisiones el ciclo ASM con la mezcla E10

CCICEV		Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares		
REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LABORATORIO				
CODIGO: CCICEV-LI-CCL	Revisión 0	Nº	18-025-C2	
	Página 1 / 1	FECHA:	17 de enero de 2018	
TÉCNICOS RESPONSABLES	Diego Lincango	Mauricio Santamaría		
OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN			
Evaluación Inicial <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>		
Reevaluación <input type="checkbox"/>	Evaluación RTV*4 _{ta} rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>		
No. Visita <input type="text"/>	Otros <input type="checkbox"/>			
*RTV: Revisión Técnica Vehicular				
DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO				
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LBTFR30H10113758	
Modelo:	LUV	Kilometraje:	303461	
MOTOR (Datos del fabricante)**				
Posición de motor	DELANTERA LONGITUDINAL	No. Motor	C22NE25044539	
No. de cilindros y disposición	4 EN LINEA	Versión	LUV C/D 4X2 T/M INY	
Maxima Potencia (kw/rpm)	111 HP A 4800 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	125 LBF a 3800 RPM	
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO	
Cilindrada [cm ³]	2200	Transmisión (manual/automatica)	MANUAL	
Combustible / Fuente de energía	MEZCLA ETANOL E10	Categoría-Subcategoría-Clase	CAMIONETA	
Tipo	N_1	Año modelo vehículo	2001	
Tonelaje	0,75	País de origen	ECUADOR	
**Opcional en RTV				
Hora de inicio	14:00	Hora final	16:00	Código equipo
Altitud inicial	Altitud final			
RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA				
TRAMOS	CICLO	INICIO [L]	FINAL [L]	DISTANCIA [km]
1	2 IM240	5	4,18	6,4
2	2 IM240	5	4,26	6,4
3	2 IM240	5	4,22	6,4
Rendimiento Tramo 1 [km/gal]		29,54		
Rendimiento Tramo 2 [km/gal]		32,74		
Rendimiento Tramo 3 [km/gal]		31,06		
Rendimiento total [km/gal]				31,11
OBSERVACIONES: <u>Combustible proporcionado por el solicitante</u>				
Técnico No 1		Técnico No 2		
Firma Responsables:			Firma Responsable de Unidad:	
Nombres:	Diego Lincango	Mauricio Santamaría	Nombre:	Ing. Diego Lincango
Formato de registro primario para pruebas de consumo de combustible en laboratorio				

A III. 7 Pruebas de consumo con la mezcla E10