



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

**Tema: “Mediciones del rendimiento y emisiones en el motor TOYOTA 2TR,
previo y posterior a su reparación”**

Autor: Caiza Caiza, Brayan alexander

Director: Ing. Ramos Jinez, Alex Javier

Latacunga, 2023



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANTECEDENTES

La emisión de gases contaminantes por parte de los motores de combustión interna es una de las fuentes de contaminación más grandes en el mundo, llegando al punto en que muchas metrópolis han emitido ordenanzas y/o leyes de restricción para la circulación vehicular. El consumo de combustibles fósiles tiene gran impacto en la contaminación. Existen proyectos investigativos realizados en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, mismos que se han enfocado en el análisis de emisión de gases contaminantes, teniendo reparaciones del motor de por medio, además, analizando el sistema de control electrónico de combustible.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mediante este proyecto se plantea la medición y análisis de la emisión de gases contaminantes del motor, antes y después de la reparación del mismo. Para ello, mediante el equipo analizador de gases se realizará la medición de los gases a la salida del motor, con las condiciones actuales de funcionamiento, aun montado en la camioneta; estos datos serán analizados y comparados con los valores característicos del motor de acuerdo al fabricante, es decir su ficha técnica



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

JUSTIFICACIÓN

La medición de gases antes de la reparación nos va a arrojar datos que están por fuera del rango permitido, debido a que el motor ya presenta fallas en cuanto a pérdida de torque y potencia, consumo de aceite y emisión de humo negro por el tubo de escape. Luego de la reparación se pretende que estos valores ya estén dentro de un rango permitido o indicado por el fabricante, porque se corregirían problemas de compresión, consumo de aceite y mejor combustión.

Además, con el desarrollo de este proyecto se puede esclarecer los rangos de variación y corrección de emisiones de gases que se obtiene al reparar un motor. El análisis nos ayudará a determinar la factibilidad de la reparación y brindar información sobre recomendaciones para reparaciones de motores de acuerdo a síntomas del motor y mediciones de gases.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivo general

- Realizar mediciones de rendimiento y emisiones de gases contaminantes en el motor Toyota 2TR, previo y posterior a su reparación.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivos específicos

- Realizar mediciones de consumo de combustible, compresión, emisiones de gases y rendimiento del motor previa a su reparación.
- Realizar mediciones de consumo de combustible, compresión, emisiones de gases y rendimiento del motor posterior a su reparación y afinamiento.
- Elaborar un análisis comparativo de las mediciones realizadas antes y después de la reparación y determinar la eficacia de los trabajos realizados en el motor.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Alcance

Mediante los valores y análisis que se obtengan con el desarrollo del proyecto, se entregará información relevante para propietarios de vehículos con este tipo de motor. Así los propietarios de vehículos tendrán en cuenta el período de vida útil adecuado del motor.

Además, se pretende contribuir al cuidado del medio ambiente y bienestar de los usuarios viales, ya que este análisis pretende incentivar la reparación de motores en un período de vida útil indicado por el fabricante y no circular con motores que emiten grandes cantidades de gases contaminantes.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Motor de combustión interna a gasolina

Un motor de combustión interna, tiene la función de producir trabajo mecánico a partir de la energía química de un combustible, en este caso particular la gasolina. El motor que funciona con gasolina también es conocido como motor de ciclo Otto, El ciclo mecánico de un motor Otto de cuatro tiempos, se completa con cuatro carreras del pistón y dos vueltas del cigüeñal y una del eje de levas



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica



El Toyota 2TR-FE es un motor de gasolina de aspiración natural de cuatro cilindros y cuatro tiempos de 2,7 litros (2693 cm^3 , 164,34 pulgadas cúbicas) de la gama Toyota TR. Los motores 2TR-FE se fabrican en las plantas de Kamigo y Toyota Motor Manufacturing Indonesia. Los motores Toyota 2TR-FE utilizan un sistema de inyección de combustible multipunto, VVT-i (sincronización variable de válvulas con inteligencia) o VVT-i, dual desde 2015 y DIS (sistema de encendido directo) sin distribuidor, con bobina de encendido independiente para cada bujía.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Fundamentación Teórica

Tipos de emisiones contaminantes

Las emisiones que generan los motores de combustión interna a gasolina son las mismas en todas sus versiones o modelos, sin importar el fabricante, lo que si varía es el porcentaje o incidencia de contaminación, debido a los avances tecnológicos, que implica la implementación de sistemas de gestión electrónica para sistemas de alimentación de combustible para disminuir el impacto ambiental automotriz.

- **Monóxido de carbono.**
- **Óxidos de nitrógeno**
- **Hidrocarburos**



Emisiones características del motor Toyota 2TR.

El motor Toyota 2TR que viene incorporado a la camioneta Hilux 2.7, para el presente proyecto en particular, tiene más de 10 años de vida útil, su año de fabricación es 2011 y el kilometraje actual de dicha camioneta supera los 550.000 kilómetros. Las emisiones que predominan en este motor corresponden al porcentaje en volumen del monóxido de carbono (% vol CO) a régimen de ralentí.

Además, como todo motor a gasolina, el Toyota 2TR, emite gases como hidrocarburos no combustionados (HC), óxido de nitrógeno (NOx), partículas de agua (H₂O), nitrógeno (N₂).



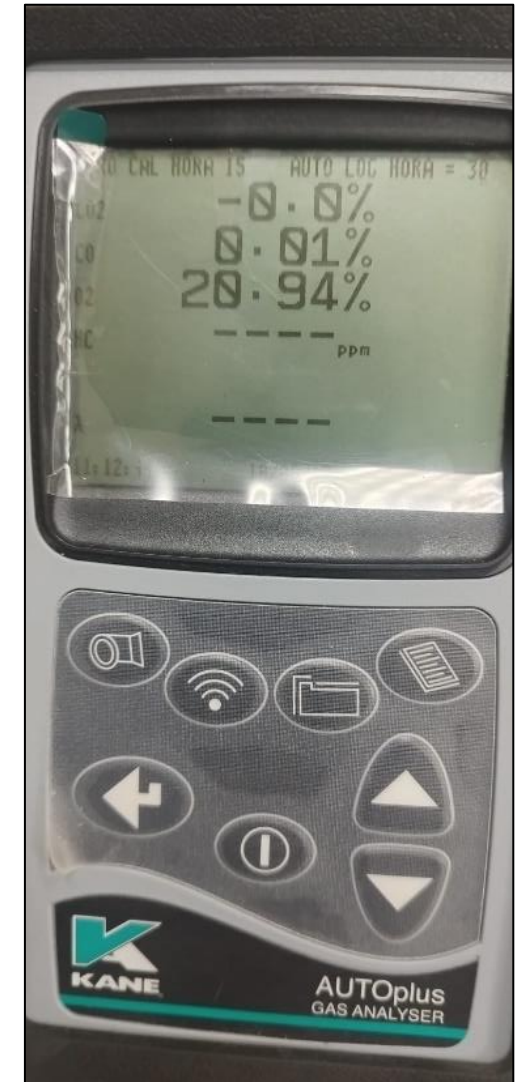
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Analizador de gases de escape.

El equipo con el que trabajamos es un “Analizador de Gases Portátil Kane Auto Plus 4-2”, que es capaz de medir en porcentaje los compuestos químicos que emite el motor de combustión interna por medio del tubo de escape. Con la ayuda de este instrumento, garantizamos que el motor tenga valores correctos en los gases de escape o, en su defecto, conocer la situación real del motor y el proceso de combustión con el cual está trabajando.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Escáner automotriz Gscan 2

Este equipo es original para Hyundai y Kíia, es un aparato electrónico que controla y mide el funcionamiento del vehículo, y toma datos de parámetros tales como la inyección, tiempo de apertura de los inyectores, las revoluciones del motor, todos los sensores del motor y el vehículo en general, que luego estas señales son enviadas a los actuadores para que se realice la operación





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA

Desarrollo del Tema

Especificaciones del motor 2TR		
Fabricante	Toyota Motor Manufacturing Indonesia	
También llamado	2TR	
Aleación de bloque de cilindros	hierro fundido	
Sistema de combustible	inyector	
Configuración	en línea	
Número de cilindros	4	
válvulas por cilindro	4	
Carrera del pistón, mm	95	
Diámetro del cilindro, mm	95	
Índice de compresión	9.6	
	10.2 (Doble-VVTi)	
Desplazamiento, cc	2693	
Potencia de salida, hp	160/5200	
Salida de par, Nm / rpm	241/3800	
Consumo de combustible, L/100 km	Ciudad	11,2
	Carretera	9,4
	Combinado	10,7
Consumo de aceite, gr/1000 km	hasta 1000	
Aceite de motor recomendado	0W-20 / 5W-20	
Capacidad de aceite del motor, litros	5.8	
Intervalo de cambio de aceite, km	7000-10000	
Temperatura normal de funcionamiento del motor, °C	85-90	



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Parámetros característicos del motor 2TR.

El motor Toyota 2TR, al igual que todos los motores de combustión interna a gasolina, emite gases contaminantes característicos de la combustión del hidrocarburo con el que trabaja, pero en condiciones normales de funcionamiento o bajo condiciones de motor nuevo tiene porcentajes admisibles de estas emisiones

Parámetros	Promedio	
	Ralentí	Revolución alta
CO (% V)	0.05	0.06
CO ₂ (% V)	14.26	14.72
HC (ppm)	6.40	8.50
O ₂ (% V)	0.93	0.51



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Valores medidos previo a la reparación.

Parámetro	Valor
O ₂ (% V)	4.02
CO (% V)	0.74
CO ₂ (% V)	13.6
HC (ppm)	195

De acuerdo a los valores flejados en la tabla donde se muestran los valores obtenidos con el analizador de gases previo a la reparación del motor, notamos claramente que los valores están muy por encima de los parámetros característicos y/o promedio admisibles para este tipo de motor; las emisiones de gases contaminantes son altas y, obviamente, es necesaria la reparación del motor para el afinamiento del mismo y que los parámetros de emisiones, potencia, torque, y consumo de combustible se ajusten a los parámetros admisibles.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

PRUEBA DE RUTA

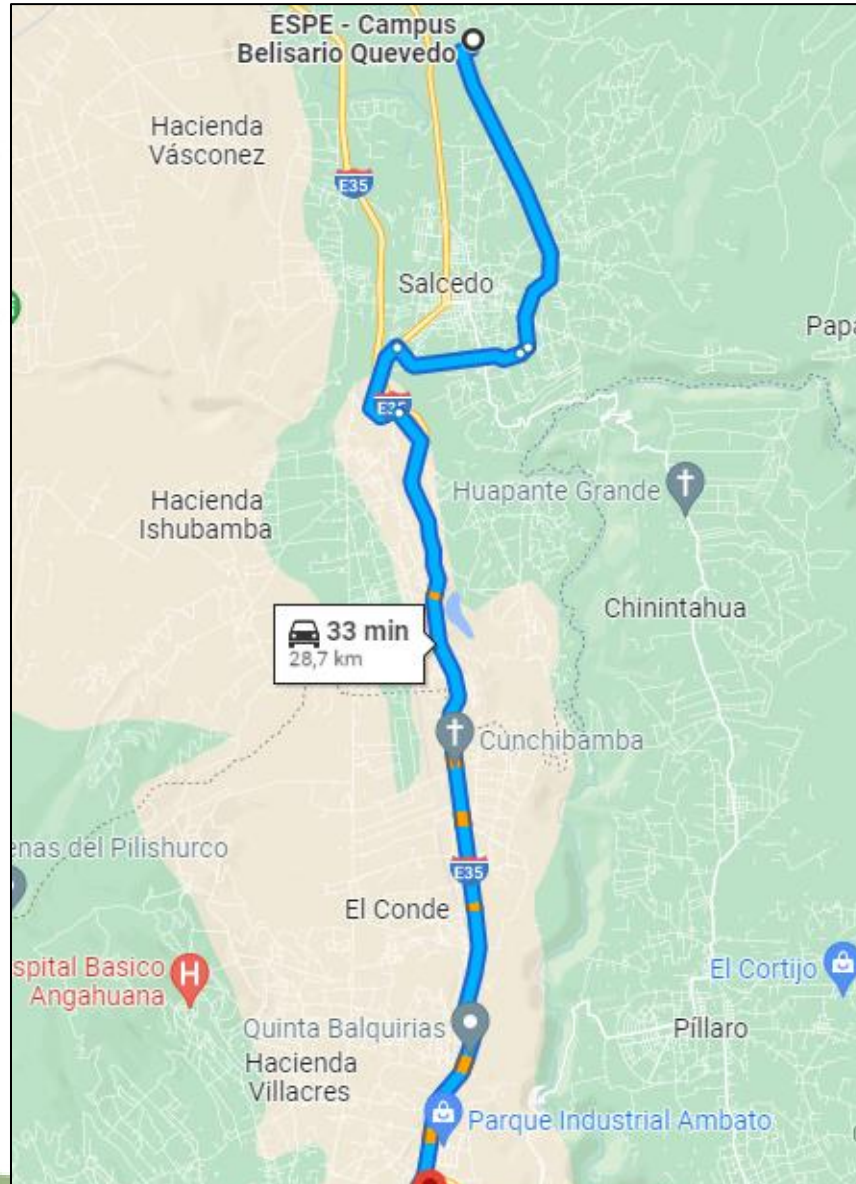
Se detalla, además, el consumo de combustible y rendimiento de este vehículo, con datos tomados a bordo en una ruta que cubrió desde el campus Gral. Guillermo Rodríguez Lara, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga en la provincia de Cotopaxi, hasta la Escuela de Formación de Soldados ubicada en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, cubriendo una ruta de 28.7 kilómetros.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Valores medidos posterior a la reparación.

Parámetro	Valor
O ₂ (% V)	0.90
CO (% V)	0.12
CO ₂ (% V)	13.67
HC (ppm)	71



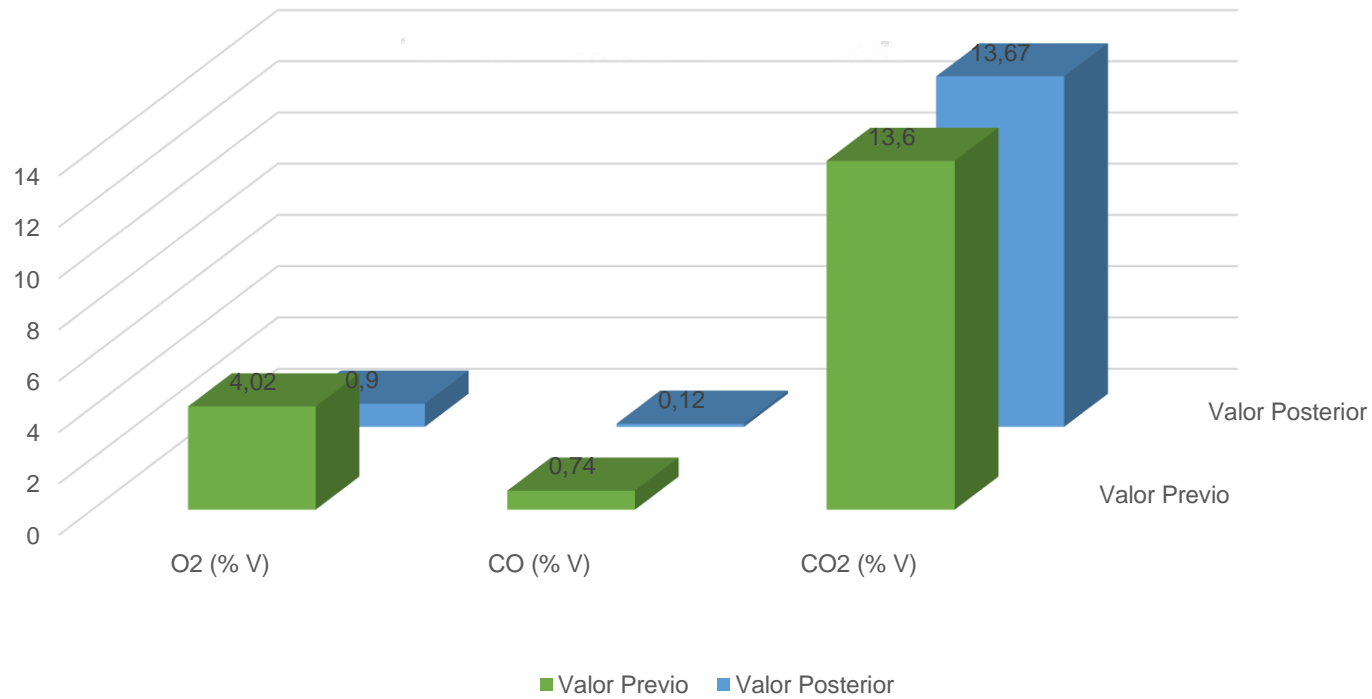
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Emissiones antes y después.

Valores medidos de emisiones



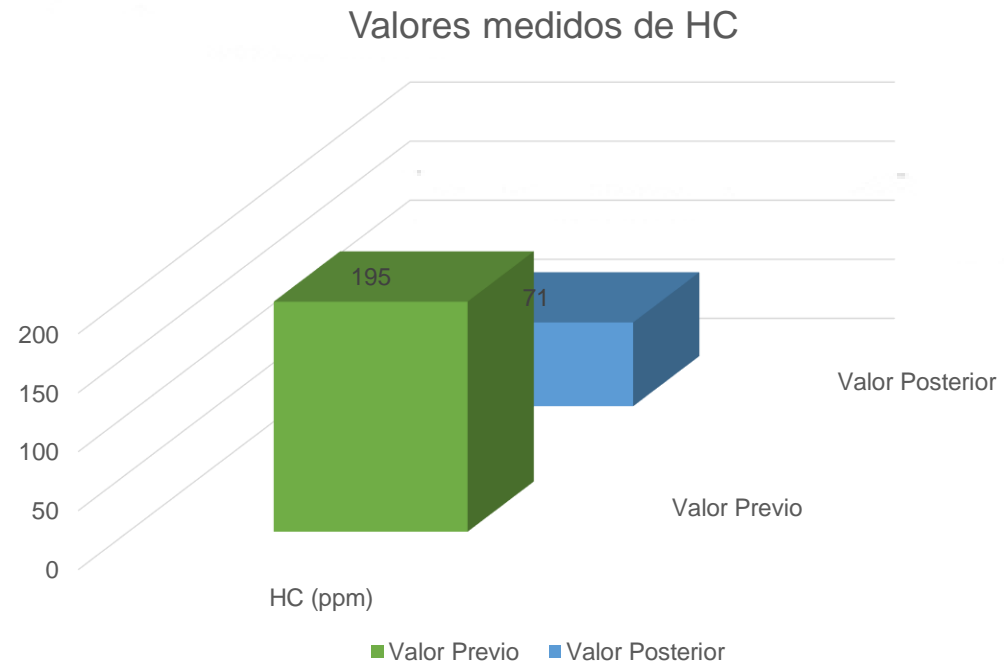


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Emisiones de HC antes y después.





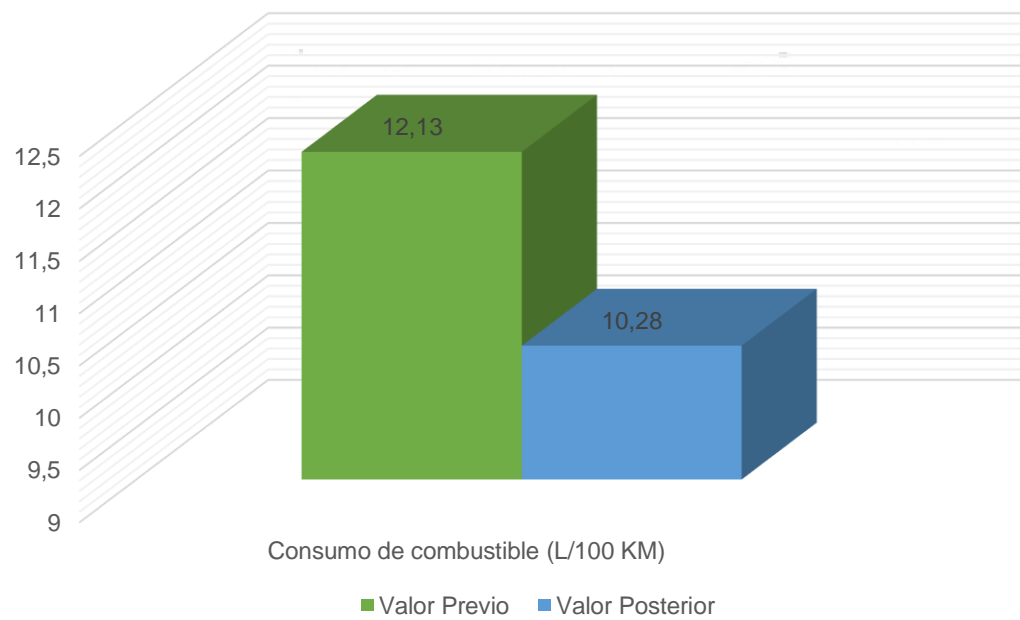
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Tema

Valores de consumo de combustible.

Valores medidos de Consumo de combustible





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PRESUPUESTO

Orden	Recurso tecnológico	Valor total
1	Recursos tecnológicos	\$ 160.00
2	Recursos materiales	\$ 601.70
3	Imprevistos (20 %)	\$ 152.34
	Total:	\$ 914.04



CONCLUSIONES

- La reparación del motor, luego de que éste haya cumplido con su vida útil, ayuda sustancialmente a la economía del propietario del vehículo, debido a que se reduce el consumo de combustible, además, el aporte por el cuidado del medio ambiente es positivo debido a que las emisiones de gases contaminantes se reducen y esto además beneficia a todos los usuarios viales.
- Mediante la medición y el análisis de la emisión de gases de escape se puede determinar el estado de funcionamiento y funcionalidad del motor de combustión interna y es de mucha utilidad para corregir las fallas que pueda tener el motor y de este modo afinarlo a los parámetros adecuados.
- El análisis y medición de los gases contaminantes que emite el motor también es un aspecto necesario para la revisión y matriculación vehicular, así que el presente proyecto puede servir como un aporte referencial para que los propietarios de automotores tengan en cuenta este aspecto en el diario convivir con sus vehículos



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el manual del fabricante del motor de combustión interna para cualquier trabajo de mantenimiento y/o reparación que se realice en el mismo, de este modo se garantiza que los procesos y procedimientos se realicen de manera secuencial y correcta.
- Para los procesos de medición y análisis de gases de escape, es necesario conocer el funcionamiento y modo de uso de los equipos de diagnóstico para que de este modo se garantice la correcta toma de datos y además, se evite daños en dichos equipos.
- Para todos los trabajos de reparación y afinamiento del motor se debe usar adecuadamente las herramientas automotrices, equipos de diagnóstico y demás insumos que existen en los talleres; como operarios debemos usar adecuadamente todo el equipo de protección personal para evitar accidentes laborales y salvaguardar nuestra integridad física.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

