

# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO MARIANO SAMANIEGO



## CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

*Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Tecnólogo en  
Mecánica automotriz*

**Tema:** “INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA Y CARBURADOR EN MOTORES OTTO DE CILINDRAJE 1000 y 1600 CC. EN LAS EMISIONES DE GASES MEDIANTE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”

Trabajo de tesis presentado por:	William Joel Moreira Jumbo Leonardo Darwin Santin Fares
Director/a:	Ing. Danny Fabian Chamba Cumbicus
Fecha:	23/Octubre/2024

**Cariamanga- Loja - Ecuador**

## CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor sobre el tema: **“INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA Y CARBURADOR EN MOTORES OTTO DE CILINDRAJE 1000 y 1600 CC. EN LAS EMISIONES DE GASES MEDIANTE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”**, del Señor/es. William Joel Moreira Jumbo y Leonardo Darwin Santin Fares de los autores. Egresados de la carrera de Tecnología en **“MECÁNICA AUTOMOTRIZ”** del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, certifico que dicho trabajo de Graduación cumple con todos los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, para su correspondiente revisión, estudio y calificación.

Cariamanga, 23 de Octubre del 2024



Firmado electrónicamente por:  
**DANNY FABIAN CHAMBA**  
**CUMBICUS**

---

**DANNY FABIAN CHAMBA CUMBICUS**  
DIRECTOR DE TESIS

## DECLARATORIA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el trabajo de proyecto de titulación “**INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA Y CARBURADOR EN MOTORES OTTO DE CILINDRAJE 1000 y 1600 CC. EN LAS EMISIONES DE GASES MEDIANTE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**”, como también los contenidos descritos en este trabajo son de responsabilidad de los autores.

Yo, William Joel Moreira Jumbo y Leonardo Darwin Santin Fares, declaramos que bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada; Así, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuestas son de responsabilidad del autor.



Firmado electrónicamente por:  
DANNY FABIAN CHAMBA  
CUMBICUS

.....  
**DIRECTOR DE TESIS**

.....  
**WILLIAM JOEL MOREIRA JUMBO**

.....  
**LEONARDO DARWIN SANTIN FARES**

## AUTORIZACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Autorizamos al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, para que haga uso de este proyecto de tesis un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, siguiendo estrictamente las normas de la Institución.

Cedemos los derechos del trabajo de fin de titulación para fines de difusión pública, creación de artículos académicos, respetando el principio de la Educación Superior de no apremiar el beneficio económico y se realice respetando nuestros derechos de autor.

Cariamanga, 23 de Octubre del 2024

AUTOR,



.....  
**WILLIAM JOEL MOREIRA JUMBO**  
CI. 1753481595

AUTOR,



.....  
**LEONARDO DARWIN SANTIN FARES**  
CI. 0704579820

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es realizar una comparación precisa entre los gases contaminantes emitidos por dos vehículos, uno de 1000 CC y otro de 1600 CC, equipados con sistemas de inyección electrónica y carburador. La investigación se fundamenta en la recopilación de datos obtenidos de diversas fuentes, como libros, internet y manuales técnicos de vehículos que operan en Ecuador.

Tras analizar y comparar ambos sistemas, se identificaron diferencias significativas en términos de mantenimiento y durabilidad. La comparación entre estos vehículos revela que los sistemas de inyección y carburador tienen un impacto considerable en la eficiencia económica y la durabilidad del motor. Esto constituye una base clave para identificar posibles fallas internas y externas en los motores.

Específicamente, se observó que ciertos problemas están asociados a cada tipo de sistema de inyección, y la comparación se realizó de acuerdo con el cilindraje, siguiendo las normativas de tránsito ecuatorianas para garantizar que los motores operen en condiciones óptimas. A continuación, se desarrolló un plan detallado para evaluar las posibles fallas del vehículo y optimizar su rendimiento. Finalmente, se llevó un registro detallado del kilometraje y tiempo de funcionamiento del motor, lo que, junto con la recolección de datos y una verificación exhaustiva, asegura que los resultados sean consistentes con los manuales técnicos.

El análisis consistió en una evaluación comparativa de los niveles de emisión de gases contaminantes y la eficiencia entre dos tipos de motores: uno con inyección electrónica y otro con carburador, en vehículos de diferentes cilindrajes (1000 CC y 1600 CC). Se recopilaron datos de diversas fuentes y se identificaron diferencias en el mantenimiento, la durabilidad y los posibles

fallos de cada sistema. El análisis permitió desarrollar un plan para optimizar el rendimiento de los motores y asegurar un funcionamiento adecuado según las normativas locales.

Palabras clave: Comparación Técnica, Recopilación de Datos, Identificación de fallos, Normativas de Tránsito, Manual.

## **ABSTRACT**

The objective of this research is to conduct an accurate comparison of the pollutant gases emitted by two vehicles, one with a 1000 CC engine and the other with a 1600 CC engine, equipped with electronic injection and carburetor systems. The research is based on data collected from various sources, such as books, internet, and technical manuals for vehicles operating in Ecuador.

After analyzing and comparing both systems, significant differences were identified in terms of maintenance and durability. The comparison between these vehicles reveals that injection and carburetor systems have a considerable impact on the economic efficiency and durability of the engine. This serves as a key foundation for identifying potential internal and external failures in the engines.

Specifically, certain issues were found to be associated with each type of injection system, and the comparison was made according to engine displacement, in compliance with Ecuadorian traffic regulations, to ensure optimal engine operation. Subsequently, a detailed plan was developed to evaluate potential vehicle faults and optimize performance. Lastly, a meticulous record of mileage and engine runtime was maintained, which, together with data collection and thorough verification, ensures that the results align with technical manuals.

The analysis consisted of a comparative evaluation of pollutant emission levels and efficiency between two types of engines: one with electronic injection and the other with a

carburetor, in vehicles with different engine displacements (1000 CC and 1600 CC). Data were collected from various sources, and differences in maintenance, durability, and potential failures of each system were identified. The analysis allowed for the development of a plan to optimize engine performance and ensure proper operation in accordance with local regulations.

Keywords: Technical Comparison, Data Collection, Failure Identification, Traffic Regulations, Manual.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	2
DECLARATORIA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	3
AUTORIZACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	4
DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTO .....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT.....	8
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	10
ÍNDICE DE TABLAS .....	14
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
CAPÍTULO I .....	16
1. INTRODUCCIÓN .....	17
2. TEMA .....	18
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
4. OBJETIVOS .....	19
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	19
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
5. JUSTIFICACIÓN .....	20

CAPÍTULO II.....	21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
1. Motor Otto .....	22
2. Sistemas de inyección electrónica .....	23
2.1 Principios de Funcionamiento .....	23
2.2 Componentes Principales .....	24
2.3 Tipos de Sistemas de Inyección Electrónica .....	25
2.4 Ventajas de la Inyección Electrónica.....	25
2.5 Desventajas.....	25
2.6 Mantenimiento.....	26
2.7 Los requisitos del motor no han cambiado.....	26
2.8 Relaciones aire/combustible para gasolina de cuatro tiempos. ....	26
2.9 Piezas básicas del sistema.....	27
3. Sistemas de inyección a carburador.....	29
3.1 Carburador.....	29
3.2 Inyección de Combustible .....	29
3.3 Sistemas de Inyección a Carburador .....	30
3.4 Ventajas y Desventajas.....	31
4. Gases contaminantes.....	31
4.1 COMBUSTIÓN IDEAL.....	32

	12
4.2	$C_x$ y $H O+ \rightarrow 2 2 CO + H O_2$ ..... 32
4.3	COMBUSTIÓN EN EL AIRE ..... 32
4.4	CARBONO..... 33
4.5	MONÓXIDO DE CARBONO (CO)..... 34
4.6	DIÓXIDO DE CARBONO (CO <sub>2</sub> )..... 35
4.7	EL METANO (CH <sub>4</sub> )..... 35
4.8	EL ÓXIDO NITROSO (N <sub>2</sub> O)..... 35
4.9	OTRAS EMISIONES..... 36
4.10	EMISIONES CONTAMINANTES..... 36
4.11	El NO <sub>2</sub> ..... 36
4.12	LOS HIDROCARBUROS NO QUEMADOS ..... 37
4.13	EL DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> )..... 37
4.14	EL PLOMO..... 37
4.15	ETANOL..... 37
4.16	LOS ALDEHÍDOS ..... 38
4.17	LEGISLACIÓN SOBRE EMISIONES ..... 38
5.	Análisis ..... 39
5.1	Análisis comparativo entre los sistemas de inyección electrónica y carburador..... 39
5.2	Proceso de calibración del equipo ..... 42
CAPÍTULO III..... 44	

1. MATERIALES Y MÉTODOS .....	45
1.1 Criterios de selección de la información de las emisiones de gases en los 1000cc y 1600cc a carburador e inyección electrónica .....	45
1.2 Sistema de inyección .....	45
1.3 Función del sistema de inyección electrónica .....	47
1.4 Resultados de la emisión de gases de los motores 1000cc y 1600cc a carburador ....	47
1.5 Resultados de la emisión de gases de los motores 1000cc y 1600cc a inyección electrónica .....	49
CAPÍTULO IV .....	51
1. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	52
1.1 Interpretación de los resultados obtenidos.....	52
2. DISCUSIÓN .....	59
2.1 El análisis de gases contaminantes .....	59
CAPITULO V .....	61
1. CONCLUSIÓN O CONCLUSIONES. ....	62
2. RECOMENDACIONES.....	63
3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS .....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Emisión de gases contaminantes límites máximos permitidos .....	48
Tabla 2 Resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a carburador 1000cc .....	48
Tabla 3 Resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a carburador 1600cc .....	49
Tabla 4 Resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a inyección electrónica .1000cc .....	50
Tabla 5 Resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a inyección electrónica .1600cc .....	50
Tabla 6 Comparación de los resultados obtenidos con él % máximo permitido de emisiones del motor a carburador 1000cc .....	52
Tabla 7 Comparación de los resultados obtenidos con él % máximo permitido de emisiones del motor a carburador 1600cc .....	54
Tabla 8 Comparación de los resultados obtenidos con él % máximo permitido de emisiones del motor a inyección electrónica. 1000cc.....	56
Tabla 9 Comparación de los resultados obtenidos con él % máximo permitido de emisiones del motor a inyección electrónica. 1600cc.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1 Los cuatro tiempos del ciclo Otto.....	23
Figura2 Sistema de inyección a Carburador 1600cc.....	55
Figura3 Sistema de Inyección Electrónica 1000cc .....	56
Figura4 Sistema de Inyección Electrónica 1600cc .....	58
Figura5 Pulverización del combustible al final de la inyección .....	60

## **CAPÍTULO I**

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se han desarrollado diversos sistemas con el objetivo de reducir el consumo de combustible y las emisiones contaminantes, al mismo tiempo que se busca mejorar el rendimiento de los motores. Sin embargo, muchos de estos sistemas presentan limitaciones que, lejos de cumplir con su propósito, pueden aumentar la contaminación, afectando negativamente al medio ambiente y generando falsas expectativas entre los consumidores.

Estudios realizados en universidades ecuatorianas han demostrado que la sustitución de un sistema de carburador por uno de inyección reprogramable puede mejorar la eficiencia del consumo de combustible en un 60.4% y reducir las emisiones en un 45%. No obstante, también se ha evidenciado que el crecimiento del parque automotor ha sido un factor determinante en el incremento de emisiones contaminantes.

Este tema es objeto de controversia, por lo que es necesario un análisis riguroso respaldado por investigaciones exhaustivas que incluyan pruebas empíricas. Asimismo, se ha observado que la presión atmosférica influye en la dispersión de los contaminantes: presiones más altas tienden a favorecer su dispersión vertical, mientras que presiones más bajas facilitan la acumulación de gases cerca de la superficie, lo que incrementa la concentración de contaminantes en el aire.

En conclusión, aunque los avances tecnológicos en los sistemas de inyección resultan prometedores, es fundamental que las evaluaciones de su impacto se realicen bajo condiciones específicas que consideren las particularidades locales y ambientales, a fin de evitar conclusiones erróneas o generalizaciones inexactas, tomado de: (Ruiz, 2023).

## **2. TEMA**

“INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA Y CARBURADOR EN MOTORES OTTO DE CILINDRAJE 1000 y 1600 CC. EN LAS EMISIONES DE GASES MEDIANTE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”

## **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cómo influye la densidad vehicular y la presión atmosférica en la calidad del aire y los niveles de contaminación en la ciudad de Cariamanga?

Para comprender cómo la densidad vehicular y la presión atmosférica influyen en la calidad del aire y los niveles de contaminación en la ciudad de Cariamanga, es necesario considerar diversos factores. Como muchas áreas urbanas, Cariamanga enfrenta un aumento en su parque automotor, lo que incrementa la emisión de contaminantes como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), subproductos de la combustión de combustibles fósiles en los vehículos.

Además, la presión atmosférica desempeña un papel crucial en la dispersión de los contaminantes. En Cariamanga, debido a su altitud y características atmosféricas particulares, variaciones en la presión pueden influir significativamente en la dispersión de los contaminantes. Cuando la presión atmosférica es alta, es probable que se forme una "capa de inversión", atrapando los contaminantes cerca del suelo y deteriorando la calidad del aire. En cambio, con una presión más baja, los contaminantes pueden dispersarse hacia capas superiores de la atmósfera, mejorando temporalmente la calidad del aire, tomado de: (The Weather Channel , 2024).

## **4. OBJETIVOS**

### ***4.1 OBJETIVO GENERAL***

Realizar un estudio técnico y la influencia de los sistemas de inyección electrónica y carburador en motores Otto de cilindraje 1000 a 1600 en las emisiones de gases mediante la obtención de los datos por medio de revisiones bibliográficas, libros e investigaciones ya realizadas

### ***4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.***

- Comparar las emisiones de gases contaminantes (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>) entre vehículos con motores de 1000 cc y 1600 cc, equipados con sistemas de inyección electrónica y carburador, en condiciones de tráfico urbano en Cariamanga, con el fin de determinar cuál de estos dos tipos de motores genera mayores niveles de contaminación atmosférica.
- Analizar la influencia de la densidad vehicular y las características de los motores de 1000 cc y 1600 cc con sistema de inyección electrónica y carburador en la calidad del aire, específicamente en las zonas con mayor congestión vehicular de Cariamanga.
- Evaluar el impacto de las emisiones generadas por vehículos de 1000 cc y 1600 cc con sistema de inyección electrónica y carburador sobre la salud pública y el medio ambiente en Cariamanga.

## 5. JUSTIFICACIÓN

La investigación se centra en un análisis exhaustivo de motores de inyección electrónica y de carburador, con cilindradas de 1000 y 1600 cm<sup>3</sup>, bajo diversas condiciones operativas. El objetivo principal es evaluar su rendimiento y comportamiento para desarrollar un plan de mantenimiento integral que optimice su desempeño y prolongue su vida útil.

El plan de mantenimiento estará diseñado para gestionar de manera eficiente los mantenimientos preventivos de los vehículos analizados, asegurando un control riguroso de cada componente clave. Además, el proyecto busca no solo fortalecer el conocimiento técnico en el área, sino también establecer una base sólida para futuras investigaciones en mantenimiento automotriz.

Con este enfoque, se busca anticipar posibles fallas y reducir el riesgo de averías, minimizando los costos de reparación y aumentando la confiabilidad de los vehículos. Contribuirá a mejorar la seguridad vial y a cumplir con los estándares ambientales mediante la reducción de emisiones contaminantes, logrando una reducción significativa en las emisiones de gases contaminantes, apoyando el cumplimiento de estándares ambientales cada vez más estrictos. Esta optimización también contribuirá a la eficiencia energética, reduciendo el consumo de combustible y, por ende, los costos operativos asociados al uso de los vehículos.

## CAPÍTULO II

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1. Motor Otto

El motor Otto, también conocido como motor de cuatro tiempos, es un tipo de motor de combustión interna que completa un ciclo de potencia en 4 etapas distintas: admisión, compresión, potencia y escape. Este motor debe su nombre a Nikolaus Otto, a quien se atribuye la invención y construcción del primer motor práctico de combustión interna de cuatro tiempos.

Los cuatro tiempos del ciclo Otto:

Carrera de admisión:

**Proceso:** La válvula de admisión se abre a medida que el pistón desciende, lo que permite que la mezcla de aire y combustible ingrese al cilindro desde el carburador o el inyector de combustible.

**Punto Clave:** la válvula de admisión se abre y la válvula de escape se cierra.

Carrera de compresión:

**Proceso:** La válvula de admisión se cierra, el pistón sube y el aire comprimido y el combustible se mezclan. Esto aumenta la presión y la temperatura de la mezcla, haciéndola más ligera.

**Punto Clave:** Tanto las válvulas de entrada como las de salida están cerradas.

Carrera de potencia:

**Proceso:** Al final de la carrera de compresión, la bujía enciende la mezcla de aire comprimido y combustible. La combustión crea alta presión que empuja el pistón hacia abajo y genera potencia en el motor.

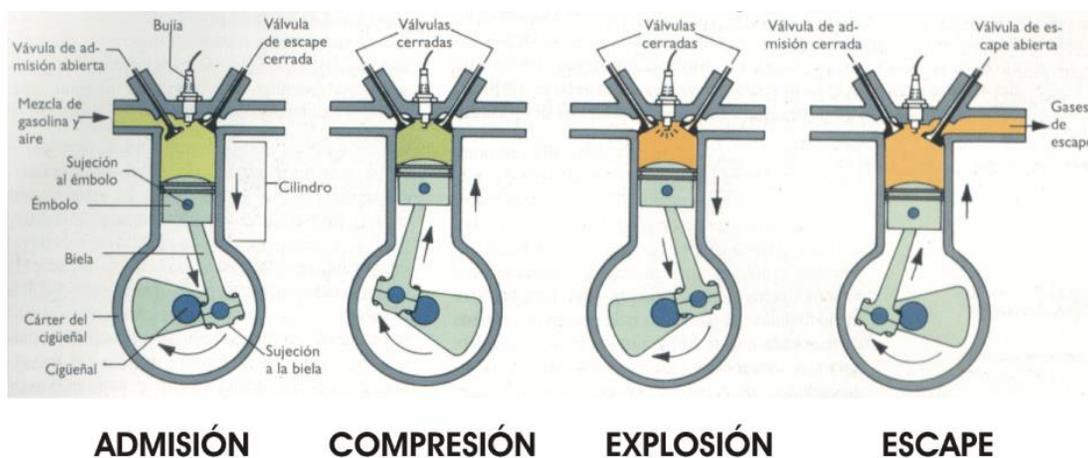
**Punto clave:** Las dos válvulas permanecen cerradas durante la parte inicial de esta carrera.

Carrera de escape:

**Proceso:** La válvula de escape se abre cuando el pistón se mueve de nuevo hacia arriba, expulsando los gases quemados del cilindro.

**Punto clave:** La válvula de escape está abierta y la de admisión permanece cerrada, tomado de: (bairesmotorsports, 2022)

Figural  
Los cuatro tiempos del ciclo Otto



Fuente 1(Predictiva21, 2023)

## 2. Sistemas de inyección electrónica

La inyección electrónica es un sistema utilizado en motores de combustión interna para introducir el combustible en los cilindros de manera precisa y controlada. Este sistema ha reemplazado en gran medida a los carburadores en los vehículos modernos debido a su mayor eficiencia y capacidad para cumplir con las estrictas normativas de emisiones, tomado de: (Carlos Humberto Mora Quijano, 2022).

### 2.1 Principios de Funcionamiento

El sistema de inyección electrónica funciona mediante la utilización de una unidad de control electrónico (ECU, por sus siglas en inglés) que gestiona la cantidad y el momento de la

inyección del combustible. La ECU recibe información de varios sensores ubicados en diferentes partes del motor, tales como:

- Sensor de oxígeno: mide la cantidad de oxígeno en los gases de escape envía una señal de voltaje (de 0.1 a 0.9V) para ajustar la mezcla de aire/combustible.
- Sensor de temperatura del motor: informa la temperatura del motor para que la inyección se pueda ajustar entre (90 y 100 grados) según las condiciones de operación.
- Sensor de posición del acelerador: Detecta la posición del pedal del acelerador para determinar la demanda de potencia del motor.
- Sensor de presión de aire del colector (MAP): Mide la presión en el colector de admisión, lo que ayuda a calcular la calidad del aire que ingresa al motor.
- Sensor de flujo de aire: mide la cantidad de aire que ingresa al motor para ajustar la inyección de combustible.

## ***2.2 Componentes Principales***

- Inyectores: Son las válvulas que permiten la entrada del combustible en la cámara de combustión. La ECU controla estos inyectores para abrir y cerrar en momentos precisos.
- Bomba de combustible: Suministra combustible desde el tanque a los inyectores a una presión adecuada.
- Regulador de presión: Mantiene la presión del combustible dentro de un rango óptimo.
- Filtros de combustible: Eliminan impurezas del combustible antes de que llegue a los inyectores.

### ***2.3 Tipos de Sistemas de Inyección Electrónica***

- Inyección multipunto (MPFI): Inyecta combustible en cada cilindro individualmente. Cada inyector se encuentra cerca de la válvula de admisión de cada cilindro.
- Inyección mono punto: Utiliza un único inyector para todos los cilindros. Este sistema es menos común en vehículos modernos.
- Inyección directa: Inyecta el combustible directamente en la cámara de combustión, mejorando la eficiencia y la potencia del motor.

### ***2.4 Ventajas de la Inyección Electrónica***

- Mayor eficiencia de combustible: La precisión en la inyección del combustible permite una combustión más completa y eficiente.
- Mejor rendimiento del motor: Ajustes precisos de la mezcla aire-combustible optimizan el rendimiento en diferentes condiciones de operación.
- Reducción de emisiones: Los sistemas de inyección electrónica permiten un control más preciso de la combustión, reduciendo la cantidad de contaminantes emitidos.
- Diagnóstico y mantenimiento: La capacidad de la ECU para monitorear y registrar datos facilita el diagnóstico de problemas y la realización de mantenimientos preventivos.

### ***2.5 Desventajas***

- Costo: Los sistemas de inyección electrónica son más costosos de fabricar y mantener en comparación con los carburadores.
- Complejidad: La tecnología es más compleja y puede requerir equipos especializados para diagnóstico y reparación.

## ***2.6 Mantenimiento***

El mantenimiento regular del sistema de inyección electrónica incluye la limpieza de inyectores, el reemplazo de filtros de combustible y la verificación de la bomba de combustible. Además, es importante realizar un diagnóstico computarizado del sistema para identificar y corregir posibles fallos.

La inyección electrónica de combustible (EFI) expulsó definitivamente a los carburadores de la producción de automóviles nuevos hace aproximadamente una década. Sin embargo, podemos rastrear las raíces de EFI mucho antes, todavía podemos encontrar sus funciones operativas. principios en funcionamiento en vehículos para el año modelo 2001.

Los fabricantes de automóviles nacionales adoptaron ampliamente la inyección electrónica de combustible en los automóviles de producción básica a principios de los años 80 y hoy en día, EFI es el estándar universal para casi todos los autos y camiones ligeros del mundo, tomado de: (LaHistoria, s.f.).

## ***2.7 Los requisitos del motor no han cambiado***

Los motores de ciclo Otto necesitan diferentes proporciones de aire y combustible para sus diversas condiciones de funcionamiento y estas relaciones aire/combustible son medidas de las cantidades de aire y gasolina consumidas por peso. Por lo tanto, una relación aire/combustible de 15:1 significa 15 libras de aire por 1 libra de gasolina. (Medido en volumen, eso sería aproximadamente 9000 galones de aire por 1 galón de gasolina).

## ***2.8 Relaciones aire/combustible para gasolina de cuatro tiempos.***

Los motores de línea pueden variar desde aproximadamente 8:1 en su punto más rico a aproximadamente 18,5:1 o 19:1 en su punto más delgado. Si la proporción sale fuera en este rango, el motor no funcionará.

Las mejores relaciones para la potencia máxima son aproximadamente 12:1 a 13,5:1. el mejor combustible. La economía se produce en 15:1 a 16:1.

En los motores de hoy, el control de las emisiones es el objetivo principal, por lo que la relación aire/combustible utilizada es un compromiso entre emisiones reducidas y buena potencia y economía. Eso se traduce en 14,7:1, más conocido como estequiometría. (MOTOR, 2000)

### ***2.9 Piezas básicas del sistema***

Cada sistema de combustible, carburado o inyectado, tiene básicamente las mismas partes o subsistemas generales: un tanque de almacenamiento de combustible, una bomba y líneas, filtros, una entrada y filtro de aire, un colector de admisión y cuerpo del acelerador, medidor de combustible. componentes (carburador o boquillas de inyección).

El funcionamiento de un motor de ciclo Otto se define mediante pistones que suben y bajan dentro de cilindros cerrados y la apertura y cierre de válvulas de admisión y escape sincronizadas con el movimiento del pistón mediante un árbol de levas. Este movimiento mecánico permite que el motor bombee aire para el proceso de combustión y expulse el escape gastado. La cantidad de la gasolina es entregada por el carburador. Los carburadores son elegantes por su simplicidad y funcionaron muy bien durante cien años. Sin embargo, las necesidades actuales de mayor control de emisiones y economía de combustible requieren una mayor precisión en la medición del combustible. El control electrónico mediante una computadora digital e inyectores de combustible proporciona esa precisión.

Una diferencia fundamental importante entre un sistema EFI y un carburador es que, en un sistema de inyección de combustible, el combustible se cierra detrás de las boquillas de inyección el control de combustible se basa en la velocidad del motor y la presión del aire (densidad) en el colector.

La presión del aire se calcula como presión absoluta del colector (MAP), que es la diferencia entre la presión atmosférica y la baja presión en el colector que tradicionalmente llamamos "vacío". Si la computadora conoce la velocidad del motor y la presión en el colector, puede calcular el peso del aire que bombea el motor y medir el combustible en consecuencia. Los sistemas de densidad de velocidad basados en sensores MAP todavía se encuentran entre los sistemas EFI más populares en producción para el nuevo siglo.

La aleta del sensor se movía en proporción al flujo de aire de admisión y accionaba un potenciómetro que proporcionaba una señal de entrada a la computadora EFI. Estos sistemas se denominan comúnmente sistemas controlados por flujo de aire y han sido utilizados por Ford y varios fabricantes asiáticos y europeos. Como la computadora conoce el volumen del flujo de aire y la velocidad del motor, puede calcular el peso del aire de admisión ingerido y medir el combustible en consecuencia.

En un motor con carburador, existen diferentes áreas de presión de aire en diferentes partes del carburador y en el colector de admisión. Estas diferencias en la presión del aire, conocidas como diferencial de presión, actúan directamente sobre la gasolina en el recipiente del flotador y en los extremos de las boquillas de descarga para dosificar el combustible desde el carburador hacia la corriente de aire de admisión. La cantidad de aire que bombea el motor controla directamente la cantidad de donde la presión del aire no puede llegar. Sin embargo, el combustible aún debe medirse en proporciones específicas con el aire de admisión, por lo que el sistema EFI necesita alguna forma de medir el aire electrónicamente. Básicamente, sólo hay tres formas de realizar esto: medición de la presión del aire, medición del volumen del aire y medición del peso o masa del aire. (MOTOR, 2000)

### **3. Sistemas de inyección a carburador**

Los sistemas de inyección a carburador son un enfoque intermedio en la evolución de los sistemas de suministro de combustible en los motores de combustión interna. gradualmente fueron reemplazados por sistemas de inyección de combustible debido a su mayor eficiencia y control en la entrega de combustible.

#### ***3.1 Carburador***

El carburador es un dispositivo que mezcla aire y combustible en las proporciones adecuadas antes de que esta mezcla ingrese a los cilindros del motor. Los componentes principales de un carburador incluyen:

- Cámara de flotador: Mantiene un nivel constante de combustible.
- Venturi: Un estrechamiento en el tubo de flujo de aire que crea una presión negativa para succionar el combustible.
- Aguja y asiento: Regulan la cantidad de combustible que entra en el venturi.
- Mariposa del acelerador: Controla la cantidad de mezcla aire-combustible que entra al motor.
- Choke: Ayuda en el arranque en frío, restringiendo el flujo de aire para enriquecer la mezcla. (Menna, 2018)

#### ***3.2 Inyección de Combustible***

La inyección de combustible, por otro lado, utiliza una bomba de combustible para suministrar combustible a alta presión a un inyector, que lo atomiza y lo introduce en los cilindros del motor. Los sistemas de inyección pueden ser:

- Inyección directa: El combustible se inyecta directamente en la cámara de combustión.

- Inyección indirecta: El combustible se inyecta en el colector de admisión o justo antes de la válvula de admisión.

### ***3.3 Sistemas de Inyección a Carburador***

Los sistemas de inyección a carburador combinan características de ambos sistemas. Este enfoque es menos común y más una solución temporal durante la transición de carburadores a inyección de combustible plena. En estos sistemas, se añaden inyectores a un carburador tradicional para mejorar la atomización y control de la mezcla aire-combustible.

#### **3.3.1 Características Principales:**

- Mejor Atomización: Los inyectores ayudan a atomizar el combustible de manera más eficiente que un carburador tradicional, mejorando la combustión.
- Control Electrónico: A diferencia de los carburadores, estos sistemas pueden tener un cierto nivel de control electrónico para ajustar la cantidad de combustible inyectado según las condiciones del motor.
- Reducción de Emisiones: Al mejorar la mezcla aire-combustible y la atomización, estos sistemas pueden reducir las emisiones en comparación con un carburador tradicional.

Ejemplos:

- Throttle Body Injection (TBI): Un tipo de sistema de inyección a carburador donde los inyectores se colocan en el cuerpo de la mariposa. Este sistema mantiene la estructura básica de un carburador, pero con la inyección de combustible controlada electrónicamente.

- **Carburadores Electrónicos:** Algunos carburadores avanzados incorporan elementos de inyección y control electrónico, aunque siguen siendo principalmente carburadores en su diseño.

### ***3.4 Ventajas y Desventajas***

#### **3.4.1 Ventajas:**

- **Mejor rendimiento de combustible:** Mejora la eficiencia de la mezcla aire-combustible.
- **Emisiones más bajas:** Mejor control de la combustión reduce las emisiones.
- **Mayor confiabilidad en diversas condiciones:** Mejor desempeño en arranques en frío y cambios en altitud.

#### **3.4.2 Desventajas:**

- **Complejidad aumentada:** Más componentes y controles electrónicos pueden aumentar la complejidad y los costos de mantenimiento.
- **Transición tecnológica:** No son tan eficientes ni avanzados como los sistemas de inyección directa o multi-punto, tomado de: (Actualidad Motor, 2020).

## **4. Gases contaminantes**

A principios del siglo XX, los vehículos eléctricos ofrecían ventajas sobre los de gasolina, ya que eran más silenciosos, limpios y fáciles de operar, siendo populares en áreas urbanas y entre profesionales que realizaban trayectos cortos. Sin embargo, su alcance limitado, a pesar de intentos de mejora como los de Thomas Edison, frenó su expansión en favor de los automóviles de gasolina, que permitían viajes interurbanos. A lo largo del tiempo, los SUV ganaron popularidad, con un aumento notable de 35 millones en 2010 a 200 millones en 2019, lo que refleja la dicotomía actual entre la demanda de vehículos grandes y el respeto al medio ambiente. (Senecal & Leach, 2021)

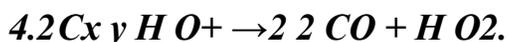
Dividir las emisiones de los motores de combustión interna en tres categorías:

1. Inofensivo
2. Emisiones de gases invernadero.
3. Contaminantes (aquellos que son perjudiciales para el ser humano de alguna manera si se inhalan)

La contaminación automotriz se refiere a las emisiones generadas desde el uso del combustible hasta su expulsión por el tubo de escape. El combustible, compuesto de hidrocarburos ( $C_xH_y$ ), libera carbono e hidrógeno al quemarse. Reducir estas emisiones ha sido una prioridad en la industria automovilística.

#### ***4.1 COMBUSTIÓN IDEAL***

Para una combustión ideal, tomamos nuestro combustible, agregamos exactamente la cantidad correcta de oxígeno, oxidarlo y terminar con dióxido de carbono y agua átomos de hidrógeno se ve así:



No siempre están equilibrados, el número de variables y la complejidad hacen que equilibrarlos sea bastante complicado y, para nuestros propósitos, haciendo que en la atmósfera el vapor de agua no tiene una vida útil particularmente larga y a los pocos días de ser emitido a la atmósfera, normalmente precipita. Pero como la atmósfera se calienta, su capacidad para retener vapor de agua aumenta y, por lo tanto, las temperaturas globales pueden provocar un ciclo de retroalimentación positiva.

#### ***4.3 COMBUSTIÓN EN EL AIRE***

El aire es una mezcla compleja de gases. El aire seco se compone de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, 0,9% argón, 0,04% dióxido de carbono (bueno, 0,04% en el momento de escribir

este artículo; cuando estábamos en la escuela era del 0,03%, y el hecho de que este número esté aumentando es un problema), y pequeñas cantidades de otros gases, como neón, helio, metano, etc.

Todas estas emisiones se forman debido a una combustión incompleta, que sucede por dos razones principales:

1. No hay tiempo suficiente para que se produzca la combustión por completo.
2. No hay suficiente aire para quemar todo el combustible disponible.

La combustión ocurre muy rápidamente en un ICE. Se tarda menos de 1,5 ms en una gasolina. (o gasolina) a 6.000 rpm y menos de 0,5 ms en un motor de Fórmula 1 (F1). Este plazo corto significa que es casi imposible asegurarse de que todo el combustible y el oxígeno, las moléculas se encuentran, por lo que parte del combustible sólo se quema parcialmente.

Las UHC se dividen en metano (CH<sub>4</sub>), un potente gas de efecto invernadero, y otros hidrocarburos no metánicos (NMHC), que tienen efectos y regulaciones diferentes. El metano es una emisión significativa de gas natural licuado (GNL) y gas natural comprimido (GNC) de vehículos. Los motores de gasolina emiten UHC debido a su mezcla no perfecta, mientras que los motores diésel, que operan con exceso de aire, generan niveles bajos de UHC. Además, en climas cálidos, los UHC pueden liberarse por evaporación del combustible, independientemente de si el vehículo está en marcha. Para mitigar estas emisiones, se han desarrollado métodos como dispositivos de captura de vapor de carbón activado. (Senecal & Leach, 2021)

#### ***4.4 CARBONO***

Cuando las emite un motor, estas partículas son extremadamente pequeñas, generalmente menos de 200 nm de diámetro y, a veces, tan pequeños como 5 nm a modo de comparación, el cabello humano típico tiene unos 100.000 nm de diámetro.

Las PM se forman en una vía a través de un tipo de UHC llamado aromático policíclicos hidrocarburos (PAH, estos son anillos de seis átomos de carbono que se unen para formar múltiples anillos, estos HAP colisionan y reaccionan para formar es férulas de carbono, que luego chocan, se pegan y absorben otras emisiones en fase gaseosa.

Estas partículas sólidas, una variedad de especies en fase gaseosa se condensan y forman partículas muy pequeñas. Después de que estas partículas hayan sido emitidas por el motor, "envejecen" y se pegan en la atmósfera con bastante rapidez.

#### ***4.5 MONÓXIDO DE CARBONO (CO).***

Es un gas tóxico. La hemoglobina en nuestra sangre preferentemente se une al monóxido de carbono sobre el oxígeno y, por lo tanto, en dosis altas, el monóxido de carbono puede llevar a la muerte.

Se forma cuando no hay suficiente oxígeno para completar la reacción a CO<sub>2</sub>. Su presencia en el escape ICE depende de la potencia del motor.

El monóxido de carbono (CO) en los gases de escape varía según la relación de aire y combustible: con exceso de aire, la emisión de CO es mínima, mientras que con la cantidad exacta de aire se genera algo de CO, y con insuficiencia de aire, se produce en grandes cantidades. Los motores de dos tiempos suelen emitir más CO debido a su mezcla pobre, mientras que los motores diésel, que operan con exceso de aire, emiten bajos niveles de CO. Aunque la cantidad de CO en la atmósfera es generalmente baja, este gas es relevante porque contribuye a la formación de ozono y smog fotoquímico, lo que genera preocupación por su presencia en los gases de escape de los automóviles, tomado de: (LaVanguardia, 2022).

#### ***4.6 DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>)***

El CO<sub>2</sub> provoca un aumento de las temperaturas globales. El Panel Intergubernamental sobre el Clima, el cambio ha recomendado limitar el aumento de temperatura a 1,5°C por encima de la época preindustrial a niveles para evitar un cambio climático significativo. No está claro cuál es el nivel más alto aceptable.

El nivel de CO<sub>2</sub> atmosférico es mantener las temperaturas globales bajo control (estará claro hasta que sea demasiado tarde), pero las estimaciones actuales fijan 450 ppmv como límite superior. Lo que está claro es que necesitamos medidas rápidas y urgentes para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, y esto en gran parte, de eso se trata este libro: el mejor camino para alcanzar este objetivo, tomado de: (LaVanguardia, 2022).

#### ***4.7 EL METANO (CH<sub>4</sub>)***

Es un GEI atmosférico más potente que el CO<sub>2</sub>, con una duración de 100 años, potencial para el calentamiento global, en otras palabras, 1 tonelada de metano en la atmósfera tiene el mismo impacto de calentamiento que 32 toneladas de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, el metano tiene una vida mucho más corta en la atmósfera que el CO<sub>2</sub>, esto significa que la eliminación de las emisiones de metano tendrá un efecto más rápido, tomado de: (LaVanguardia, 2022).

#### ***4.8 EL ÓXIDO NITROSO (N<sub>2</sub>O)***

Es un GEI increíblemente potente: tiene una increíble duración de 100 años, donde el sector agricultura es, con diferencia, el mayor productor de óxido nitroso, emisor a nivel mundial, produciendo más del 80% del total. Los vehículos modernos son bajos, sobre todo porque muchos de ellos llevan filtros de partículas. Sin embargo, la modernización de vehículos más antiguos que emiten altos niveles de carbono negro puede obtener recompensas sustanciales no sólo por la calidad del aire local sino también por la reducción de GEI, tomado de: (LaVanguardia, 2022).

#### ***4.9 OTRAS EMISIONES.***

El amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) se forma a partir de la reacción del nitrógeno del aire y el hidrógeno del combustible, y aunque su presencia en los gases de escape de los automóviles es mínima, es tóxico en grandes cantidades y puede contribuir a la formación de partículas atmosféricas. Por otro lado, el tetraetilo de plomo, un aditivo común en la gasolina que mejoraba la eficiencia y prevenía el golpe de motor, fue utilizado para evitar la detonación prematura del combustible. Sin embargo, dado que el plomo es neurotóxico y se acumula en el organismo, especialmente en el cerebro, se decidió eliminarlo de la gasolina, tomado de: (LaVanguardia, 2022).

#### ***4.10 EMISIONES CONTAMINANTES***

La exposición a altos niveles de contaminantes puede tener efectos negativos tanto a corto como a largo plazo, e incluso la exposición prolongada a niveles bajos puede causar acumulación de problemas significativos. Uno de los contaminantes más dañinos es el smog, que se presenta en dos formas: fotoquímico y clásico. El smog clásico, que proviene principalmente de la quema de carbón y humo, así como de las quemas agrícolas, se caracteriza por su alto contenido de azufre.

El smog no es una mezcla específica de componentes químicos, sino que varía según la composición de las emisiones y las condiciones atmosféricas. Generalmente, es tóxico para los seres humanos, pudiendo provocar enfermedades graves y contribuir a la muerte prematura. Se estima que el smog puede reducir la esperanza de vida en un 1% por cada incremento del 10% en la concentración de partículas finas en el aire, tomado de: (LaVanguardia, 2022).

#### ***4.11 El NO<sub>2</sub>***

El  $\text{NO}_2$  es uno de los dos principales contribuyentes a la formación de smog y ozono a nivel del suelo, pero eso no es todo: también provoca lluvia ácida, causa asma y empeora directamente las enfermedades respiratorias y agrava las enfermedades cardíacas existentes

condiciones, reaccionando con hidrocarburos distintos del metano en presencia de luz ultravioleta para formar smog fotoquímico, tomado de: (LaVanguardia, 2022).

#### ***4.12 LOS HIDROCARBUROS NO QUEMADOS***

Existe una gama extraordinariamente amplia de UHC posibles y, en los círculos de calidad del aire, a menudo se denominan compuestos orgánicos volátiles (COV). Los propios COV pueden ser muy tóxicos y la inhalación en cantidades suficientes puede provocar efectos respiratorios, alérgicos e inmunológicos. Además, algunos COV son cancerígenos: el benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) es el ejemplo más obvio, y su emisión de los vehículos están estrechamente vigilados y controlados.

#### ***4.13 EL DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)***

Puede causar irritación en la nariz, los ojos, la garganta y los pulmones. Él también es un componente importante de la lluvia ácida y reacciona con el amoníaco y otras sustancias, para formar smog.

#### ***4.14 EL PLOMO***

Es particularmente peligroso porque se acumula en el cuerpo y la exposición al plomo puede causar anemia, daño renal y daño cerebral. Una exposición muy alta al plomo puede incluso causar la muerte.

#### ***4.15 ETANOL***

Puede haber importantes emisiones de etanol de los vehículos. Las emisiones de etanol a la atmósfera promueven la formación de nitrato de peroxiacetilo, un componente del smog fotoquímico, además, las emisiones de etanol se descomponen en aldehídos en la atmósfera.

#### ***4.16 LOS ALDEHÍDOS***

Pueden causar irritación en los ojos, la nariz y la garganta, provocando en particular síntomas similares al asma. Se consideran cancerígenos, y para traer realmente en casa, el acetaldehído es una causa que contribuye a la resaca después del consumo de alcohol.

Es un problema clásico de acción colectiva. Para entender por qué, pensemos en una persona que decide pasar de conducir un coche chatarra barato y con altas emisiones a uno caro y con bajas emisiones. Tal elección puede ser desventajosa para el individuo debido al mayor coste y/o menor comodidad de dicho vehículo nuevo. Algunas personas cambiarán a un vehículo más limpio por razones altruistas (o no tan altruistas). Pero para garantizar que todos hagan el cambio, que nadie quede en desventaja y que todos nos beneficiemos, necesitamos leyes.

#### ***4.17 LEGISLACIÓN SOBRE EMISIONES***

La Ley de Control de la Contaminación del Aire de Vehículos Motorizados se enfocó inicialmente en regular hidrocarburos y monóxido de carbono debido a su contribución al smog, con estándares que se volvieron más estrictos con el tiempo. En 1975, todos los modelos de GM contaban con convertidores catalíticos, al igual que el 70% de los vehículos de Ford y Chrysler; hoy, casi el 100% de los vehículos globalmente están equipados con esta tecnología desde los 90.

Actualmente, el transporte representa aproximadamente el 16% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), de las cuales el 95% provienen de combustibles fósiles y el 50% del transporte de pasajeros por carretera. En países desarrollados, el transporte ligero contribuye con alrededor del 15% de las emisiones totales de GEI en EE.UU. Aunque se ha registrado la mayor disminución anual de emisiones de CO<sub>2</sub>, esta reducción no es suficiente para limitar el aumento de temperatura global a 1,5 °C, ya que se requiere una disminución del 7,6% anual para lograrlo, tomado de: (EPA, 2007).

## **5. Análisis**

### ***5.1 Análisis comparativo entre los sistemas de inyección electrónica y carburador.***

El análisis comparativo entre los sistemas de inyección electrónica y carburador es esencial para entender las diferencias en rendimiento, eficiencia y sostenibilidad de ambos tipos de motores, especialmente bajo diversas condiciones operativas. Cada sistema tiene un enfoque distinto para la mezcla de aire y combustible, lo que influye en factores clave como el consumo de combustible, las emisiones contaminantes, la potencia del motor, la respuesta y la durabilidad de los componentes, entre ellos tenemos:

#### **5.1.1 Eficiencia de la mezcla aire-combustible**

El carburador emplea un método mecánico para mezclar aire y combustible, dependiendo de la velocidad del aire que pasa por él. Esta mecánica lo hace menos preciso en comparación con la inyección electrónica, especialmente en condiciones variables como cambios de altitud o temperatura. Esto genera una mezcla menos óptima, que resulta en un mayor consumo de combustible y emisiones más elevadas.

En contraste, la inyección electrónica es controlada por una unidad de control del motor (ECU) que ajusta en tiempo real la cantidad de combustible inyectado, basándose en datos de múltiples sensores, como los de temperatura del aire, presión del colector y posición del acelerador. Esta precisión optimiza la mezcla aire-combustible, mejorando la eficiencia de combustible y reduciendo las emisiones, adaptándose mejor a las variaciones operativas.

#### **5.1.2 Rendimiento y respuesta del motor**

Los motores con carburador presentan una respuesta más lenta a los cambios en la demanda de potencia, debido a la naturaleza mecánica de su sistema, que depende del vacío del motor.

Además, tienden a tener dificultades de arranque en frío, ya que la mezcla aire-combustible no se ajusta fácilmente a temperaturas bajas.

Por otro lado, la inyección electrónica ofrece una respuesta mucho más rápida y precisa. Al estar controlada electrónicamente, el sistema puede ajustar instantáneamente la cantidad de combustible inyectado según la demanda del acelerador, mejorando la aceleración y el rendimiento general del motor. Asimismo, es más eficaz en arranques en frío, gracias a su capacidad de ajustar la mezcla automáticamente en función de la temperatura.

### **5.1.3 Durabilidad y mantenimiento**

El carburador, siendo un sistema más sencillo desde el punto de vista mecánico, puede ser más fácil de reparar y mantener en caso de fallos. Sin embargo, su diseño está expuesto a problemas como la acumulación de residuos de combustible, lo que requiere limpiezas y ajustes frecuentes.

En contraste, la inyección electrónica es más confiable a largo plazo, al no requerir ajustes mecánicos frecuentes. No obstante, su mantenimiento puede ser más costoso, ya que requiere herramientas de diagnóstico especializadas para identificar fallos en los sensores o en la ECU.

### **5.1.4 Emisiones contaminantes**

Uno de los aspectos más relevantes es la cantidad de emisiones generadas por ambos sistemas. El carburador, debido a su precisión limitada en la mezcla de aire y combustible, tiende a generar mayores emisiones de hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO), sobre todo en condiciones no óptimas, como a bajas velocidades o en frío.

La inyección electrónica, por su parte, está diseñada para reducir significativamente las emisiones. Al ajustar con precisión la mezcla aire-combustible, se minimizan las emisiones de HC y CO. Además, al estar integrada con sistemas de control de emisiones, como los convertidores

catalíticos y las válvulas EGR, contribuye de manera más eficaz al cumplimiento de normativas ambientales.

### **5.1.5 Adaptación a combustibles modernos**

Con la creciente utilización de combustibles alternativos, como el etanol, los motores con inyección electrónica están mejor preparados para adaptarse a estas variaciones. La ECU puede ajustar la inyección de combustible para optimizar el rendimiento. En cambio, los motores con carburador pueden enfrentar dificultades para adaptarse a estos combustibles, lo que podría disminuir su rendimiento y requerir ajustes más frecuentes.

### **5.1.6 Costo y disponibilidad**

Aunque los motores con carburador suelen ser más económicos de producir y reparar, su tecnología está quedando obsoleta debido a la imposibilidad de cumplir con las normativas de emisiones modernas. Además, su eficiencia limitada en términos de consumo y emisiones reduce su demanda en el mercado actual.

Por otro lado, los motores con inyección electrónica son más costosos debido a la complejidad de su diseño y a los componentes electrónicos involucrados. No obstante, su mayor eficiencia y capacidad para cumplir con las regulaciones ambientales los hace una opción más atractiva a largo plazo.

### **5.1.7 Conclusión del análisis comparativo**

En resumen, los motores con inyección electrónica superan a los de carburador en casi todos los aspectos clave: mayor eficiencia en el consumo de combustible, mejor respuesta, menores emisiones y mayor adaptabilidad a las condiciones operativas y combustibles modernos. Si bien los motores con carburador siguen siendo útiles en aplicaciones específicas donde la simplicidad y el costo inicial son importantes, la tendencia global se inclina hacia la adopción de

sistemas de inyección electrónica, especialmente en vehículos que buscan optimizar rendimiento, eficiencia y cumplir con las normativas ambientales. (Damian, 2024)

### ***5.2 Proceso de calibración del equipo***

En primer lugar, el técnico encargado del proceso verifica que el analizador esté en condiciones óptimas de funcionamiento. Esto incluye inspeccionar el estado general del equipo, asegurándose de que no existan daños visibles en sus componentes. Posteriormente, se procede a conectar el analizador a una fuente de energía y encenderlo.

A continuación, se realiza un proceso de ajuste inicial, que implica seleccionar el modo de operación correspondiente y configurar los parámetros básicos del equipo, como la temperatura y la presión del aire. Esta etapa es esencial, ya que las variaciones en estas condiciones pueden afectar la precisión de las mediciones.

Una vez que el analizador está encendido y configurado, el técnico procede a la calibración utilizando gases de referencia. Se seleccionan estándares de gas con concentraciones conocidas de los contaminantes que se desea medir, como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). Estos gases se introducen en el analizador de manera controlada.

Durante este proceso, el analizador mide las concentraciones de los gases de referencia y compara los resultados obtenidos con los valores conocidos. Si se detectan desviaciones, se ajustan los parámetros del equipo mediante el software de calibración, asegurando que las lecturas del analizador coincidan con los valores de referencia. Este procedimiento puede requerir múltiples ciclos de calibración hasta que se logren resultados satisfactorios.

Una vez finalizada la calibración, el técnico realiza una verificación de rutina, utilizando un gas de verificación que no forma parte de los estándares de calibración. Esto garantiza que el analizador mantenga su precisión y confiabilidad a lo largo del tiempo.

Finalmente, se registra todo el proceso de calibración en un informe que incluye detalles sobre las condiciones de prueba, los gases utilizados y los resultados obtenidos. Este registro es fundamental para el mantenimiento del equipo y para cumplir con las normativas de control de emisiones. (Damian, 2024)

## **CAPÍTULO III**

## **1. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la recolección de la información y datos se usó la metodología basada en la investigación documental, por medio de la investigación bibliográfica, de documentos de carácter científico, artículos, publicaciones académicas, tesis de grado, medios electrónicos, de diversas índoles, tomando ideas comúnmente adoptadas por los especialistas, y realizar un análisis descriptivo para el desarrollo del tema referente. (Simbaña-Arias et al., 2022)

### ***1.1 Criterios de selección de la información de las emisiones de gases en los 1000cc y 1600cc a carburador e inyección electrónica***

#### **1.1.1 Tesis de grado de universidades donde incluyan información acerca del tipo de motor y sistemas de inyección**

Para la obtención de los datos de emisión de gases de los dos tipos de motor, se tomó como referencia dos tesis de grado en las cuales se propone la adaptación de un sistema de inyección programable en un vehículo a carburador, Cabrera & Cifuentes, (2010) el cual detalla los gases que emite un motor a carburador 1600cc además de los gases que emite el mismo motor mediante la adaptación del sistema de inyección programable de igual manera, Montero & Paguay, (2021) detalla los gases que emite un motor 1000cc a carburador y mediante la adaptación de el sistema de inyección programable.

### ***1.2 Sistema de inyección***

Sistema de inyección ha sustituido al carburador en los motores de combustión interna, proporcionando una gestión más eficiente y precisa de la mezcla aire-combustible. Este sistema se adapta dinámicamente a las demandas del conductor y cumple con las normativas ambientales vigentes al minimizar las emisiones contaminantes comandada por la unidad de control del motor (ECU).

### **1.2.1 Bomba de Combustible**

La bomba de combustible es el componente responsable de la administración y generación de presión necesaria para transportar el combustible desde el tanque hacia los inyectores. Su función es regular la cantidad de combustible suministrado y mantener una presión constante, evitando la sobre inyección y, por ende, reduciendo las emisiones de contaminantes. En los vehículos modernos, esta bomba es generalmente eléctrica, mientras que en modelos más antiguos puede ser mecánica.

Normalmente, la bomba se encuentra ubicada dentro del tanque de combustible o en su proximidad, siendo refrigerada por el propio combustible, lo que contribuye a prolongar su vida útil.

### **1.2.2 Filtro de Combustible**

El filtro de combustible actúa como un dispositivo de retención que impide la entrada de partículas y contaminantes en el sistema de inyección. Su función es garantizar un suministro de combustible limpio y libre de impurezas, evitando el ingreso de sólidos en la cámara de combustión, lo que podría provocar fallos operativos o daños en componentes críticos del sistema de inyección.

Este filtro se sitúa habitualmente fuera del tanque de combustible, cercano al motor y junto a la bomba de combustible.

### **1.2.3 Inyectores de Combustible**

Los inyectores de combustible son dispositivos electrotérmicos que atomizan el combustible en la cámara de combustión o en el colector de admisión con alta precisión. Su diseño permite asegurar una adecuada mezcla del combustible con el aire, optimizando la eficiencia de la combustión y reduciendo la generación de gases contaminantes.

En términos de ubicación, los inyectores están instalados en el colector de admisión o, en el caso de los sistemas de inyección directa, directamente en la cámara de combustión.

### ***1.3 Función del sistema de inyección electrónica***

El sistema de inyección electrónica opera en conjunto con múltiples sensores y la unidad de control del motor (ECU), que emite órdenes a los inyectores basándose en datos en tiempo real. Este sistema tiene como objetivo la transportación precisa del combustible desde el tanque hasta los cilindros, garantizando el momento correcto de inyección, así como la cantidad y presión adecuadas. La inyección electrónica optimiza la distribución del combustible, lo que resulta en una disminución significativa de las emisiones contaminantes y mejora la calidad ambiental, favoreciendo así la salud de los seres vivos.

### ***1.4 Resultados de la emisión de gases de los motores 1000cc y 1600cc a carburador***

Obtención de datos:

Mediante la investigación la prueba de gases contaminantes se realizó en el taller automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana De Cuenca, Montero & Paguay, (2021) Para esta prueba se tomó como referencia la tabla de límites máximos permitidos de emisión de gases contaminantes según el año y el cilindraje del vehículo. Mismas que están establecidas por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2204, 2017), como se indica en la Tabla 1, se selecciona el tipo de motor de 1000 CC y el tipo de combustible (Gasolina 82 RON) que utiliza el vehículo, permitiendo que la interfaz de la maquina den los parámetros específicos en cada emisión de motor. Posteriormente se realizó un mantenimiento correctivo en el sistema de inyección, donde se rectificó cada sensor con el fin de garantizar un mejor resultado de los gases.

Tabla 1  
Emisión de gases contaminantes límites máximos permitidos

Año modelo	% CO vol.		ppm HC	
	0-1500cc	1500-3000cc	0-1500cc	1500-3000cc
2000 y posteriores	1.0	1.0	200	200
1900 a 1999	3.5	4.5	650	750
1989 y anteriores	3.5	6.5	1000	1200

Antes de iniciar el proceso de análisis, con las especificaciones de la ficha técnica del motor para posteriormente facilitar la lectura con la máquina, en su interfaz seleccionaremos el tipo de motor, su cilindraje y número de pistones, obteniendo los siguientes resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a carburador 1000cc:

Tabla 2  
Resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a carburador 1000cc

	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	CO (%)	HC (%)	NO <sub>x</sub> (%)
<b>Ralentí</b>	13,2%	0,06%	1,4%	0,76%	0,93%
<b>Acelerado</b>	18,2%	0,1%	4,5%	1,5%	1,0

Obtención de datos:

Mediante la investigación esta prueba se realizó en la ciudad de Quito en sus Instalaciones MAO (Av. 6 de Diciembre 8293 y Cacardas), se seleccionó el tipo de motor de 1600 CC y el tipo de combustible (Gasolina 85 RON) que utiliza el vehículo, permitiendo que la interfaz de la máquina den los parámetros específicos en cada emisión de motor, Cabrera & Cifuentes, (2010). Posteriormente se realizó un mantenimiento correctivo en el sistema de inyección, donde se rectificó cada sensor con el fin de garantizar un mejor resultado de los gases.

Antes de iniciar el proceso de análisis, con las especificaciones de la ficha técnica del motor para posteriormente facilitar la lectura con la máquina, en su interfaz seleccionaremos el tipo de

motor, su cilindraje y numero de pistones, utilizando un analizador de gases donde se obtuvieron los siguientes resultados del motor a carburador 1600cc:

*Tabla 3*  
*Resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a carburador 1600cc*

	<b>CO<sub>2</sub>(%)</b>	<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	<b>CO (%)</b>	<b>HC (%)</b>	<b>NO<sub>x</sub> (%)</b>
<b>Ralentí</b>	10,28%	2,35%	6,78%	0,67%	0,87%
<b>Acelerado</b>	10.23%	0.93%	7,8%	0,43%	0,81%

### ***1.5 Resultados de la emisión de gases de los motores 1000cc y 1600cc a inyección electrónica***

Obtención de datos:

Mediante la investigación de igual manera que con el sistema anterior, la prueba se realizó en el taller automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, realizando la medición de gases mediante una sonda de acero colocada en el tubo de escape, reflejando así los datos en el analizador de gases, Montero & Paguay, (2021), se seleccionó el tipo de motor de 1000 CC y el tipo de combustible (Gasolina 85 RON) que utiliza el vehículo, permitiendo que la interfaz de la maquina den los parámetros específicos en cada emisión de motor. Posteriormente se realizó un mantenimiento correctivo en el sistema de inyección, donde se rectificó cada sensor con el fin de garantizar un mejor resultado de los gases.

Antes de iniciar el proceso de análisis, con las especificaciones de la ficha técnica del motor para posteriormente facilitar la lectura con la máquina, en su interfaz seleccionaremos el tipo de motor, su cilindraje y numero de pistones, obteniendo los siguientes resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a inyección electrónica 1000cc:

Tabla 4  
Resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a inyección electrónica .1000cc

	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	CO (%)	HC (%)	NO <sub>x</sub> (%)
<b>Ralentí</b>	14,7%	0,3%	0.7%	0,10%	1,0%
<b>Acelerado</b>	20,2%	0,1%	2,1%	1,0%	1,3%

Obtención de datos:

Mediante la investigación al igual que con el anterior sistema de alimentación de combustible, esta prueba se realizó en la ciudad de Quito en los Talleres MAO (Av. 6 de Diciembre 8293 y Cucardas), utilizando un analizador de gases se seleccionó el tipo de motor de 1600 CC y el tipo de combustible (Gasolina 85 RON) que utiliza el vehículo, permitiendo que la interfaz de la maquina den los parámetros específicos en cada emisión de motor. Posteriormente se realizó un mantenimiento correctivo en el sistema de inyección, donde se rectificó cada sensor con el fin de garantizar un mejor resultado de los gases.

Antes de iniciar el proceso de análisis, con las especificaciones de la ficha técnica del motor para posteriormente facilitar la lectura con la máquina, en su interfaz seleccionaremos el tipo de motor, su cilindraje y numero de pistones, obteniendo los siguientes resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a inyección electrónica 1600cc:

Tabla 5  
Resultados obtenidos en el analizador de gases del motor a inyección electrónica .1600cc

	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	CO (%)	HC (%)	NO <sub>x</sub> (%)
<b>Ralentí</b>	10,28%	2,35%	6,78%	1,27%	1,005%
<b>Acelerado</b>	10.23%	0.93%	7,8%	0,57%	1,033%

## **CAPÍTULO IV**

## 1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### *1.1 Interpretación de los resultados obtenidos*

#### 1.1.1 Carburador 1000cc

Para garantizar una toma de datos precisa, se inserta la sonda por el tubo de escape del vehículo generalmente a 15 de 30 cm dentro del mismo, se asegura que se encuentre bien ajustado para evitar fugas de gases, se enciende el analizador y se selecciona en su interfaz acorde a las especificaciones de la ficha técnica del vehículo que son: (1000 CC, Gasolina, 4 Pistones)

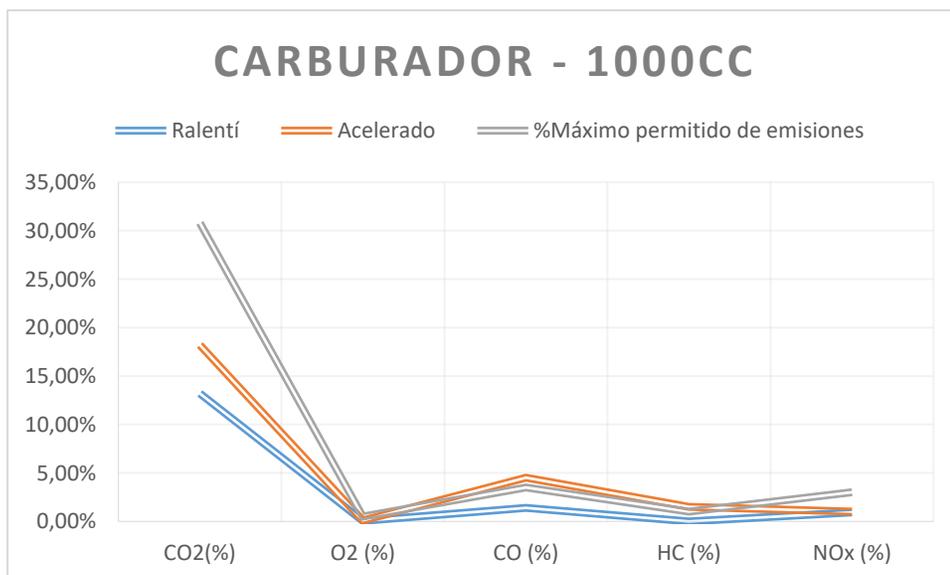
Se enciende el vehículo se espera a que la máquina de lectura de los gases para su posterior análisis, se toma datos con el vehículo en ralentí y acelerado, una vez completada la prueba, se apaga el motor del vehículo y se desconecta las sondas del tubo de escape con cuidado

Posteriormente se examina los resultados de las emisiones siendo comparados por los límites establecidos en Ecuador.

*Tabla 6*  
*Comparación de los resultados obtenidos con el % máximo permitido de emisiones del motor a carburador 1000cc*

	<b>CO<sub>2</sub>(%)</b>	<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	<b>CO (%)</b>	<b>HC (%)</b>	<b>NO<sub>x</sub> (%)</b>
<b>Ralentí</b>	13,2%	0,06%	1,4%	0,76%	0,93%
<b>Acelerado</b>	18,2%	0,1%	4,5%	1,5%	1,0
<b>%Máximo permitido de emisiones</b>	30,8%	0,5%	3,5%	1,0%	3,0%

Figura2  
Sistema de inyección a Carburador 1000cc



Los componentes de las emisiones evaluadas incluyen CO<sub>2</sub> (13,2%), CO (1,4%), NO<sub>x</sub> (0,93%), HC (0,76%), O<sub>2</sub> (0,93%), expresados en porcentajes. Cada línea representa una condición diferente: el ralentí se muestra en color azul, mientras que la aceleración se indica con color naranja. Además, hay una línea gris que representa el porcentaje máximo permitido de emisiones en Ecuador para cada compuesto.

El gráfico destaca que, en particular, las emisiones de CO son notablemente más altas, especialmente cuando el motor está acelerado, donde se superan los límites permitidos. En el caso de los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub> y los hidrocarburos (HC), las emisiones están dentro de los límites en ambas condiciones de funcionamiento, con ligeras variaciones entre ralentí y aceleración.

Con esta gráfica se llega a concluir que el (CO >) es el principal contaminante que excede las normas en la gráfica.

Para que el vehículo mida una cantidad mayor al permitido de CO, se debe a realizar un mantenimiento preventivo a los siguientes componentes para reducir el nivel de contaminación y estar dentro de los parámetros permitidos:

- Sensor de Oxígeno
- Sensor de flujo de aire (MAF)
- Inyectores del vehículo.

### 1.1.2 Carburador 1600cc

Para garantizar una toma de datos precisa, se inserta la sonda por el tubo de escape del vehículo generalmente a 15 de 30 cm dentro del mismo, se asegura que se encuentre bien ajustado para evitar fugas de gases, se enciende el analizador y se selecciona en su interfaz acorde a las especificaciones de la ficha técnica del vehículo que son: (1600 CC, Gasolina, 4 Pistones)

Se enciende el vehículo se espera a que la máquina de lectura de los gases para su posterior análisis, se toma datos con el vehículo en ralentí y acelerado, una vez completada la prueba, se apaga el motor del vehículo y se desconecta las sondas del tubo de escape con cuidado

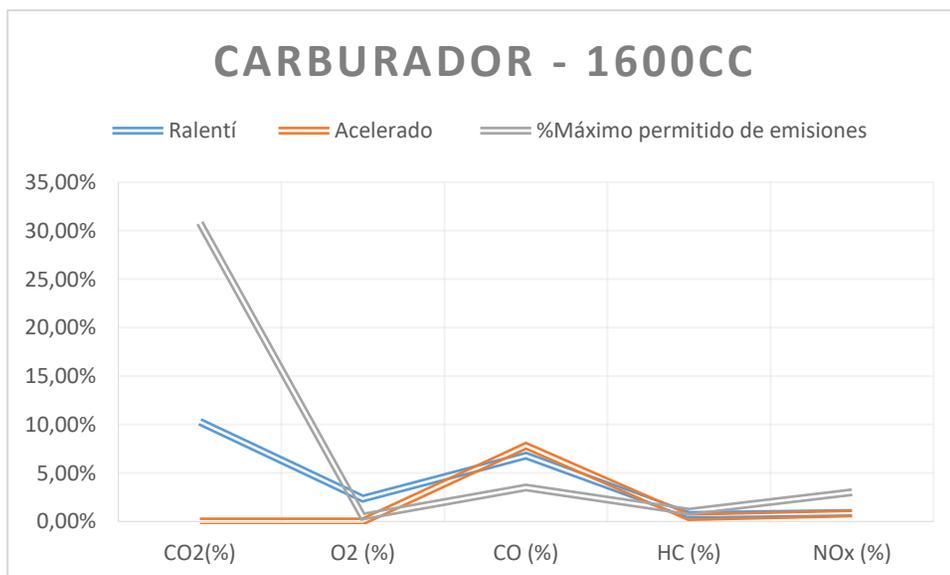
Posteriormente se examina los resultados de las emisiones siendo comparados por los límites establecidos en Ecuador.

*Tabla 7*

*Comparación de los resultados obtenidos con el % máximo permitido de emisiones del motor a carburador 1600cc*

	<b>CO<sub>2</sub>(%)</b>	<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	<b>CO (%)</b>	<b>HC (%)</b>	<b>NO<sub>x</sub> (%)</b>
<b>Ralentí</b>	10,28%	2,35%	6,78%	0,67%	0,87%
<b>Acelerado</b>	10,23%	0,93%	7,8%	0,43%	0,81%
<b>%Máximo permitido de emisiones</b>	30,8%	0,5%	3,5%	1,0%	3,0%

Figura2  
Sistema de inyección a Carburador 1600cc



Las categorías de gases que se analizan en el gráfico son CO<sub>2</sub>: 10,28%, CO: 6,78%, O<sub>2</sub>: 2,35%, NO<sub>x</sub>: 0,87%, HC: 0,67. Cada situación está representada por una línea de color diferente: el ralentí en azul, el acelerado en naranja, y el límite máximo permitido de emisiones en gris.

En cuanto a los resultados, se observa que el CO 10,28% tiene un pico significativo, estando en ralentí y en aceleración 10,23%, estando por debajo de los límites permitidos de emisiones. Otros gases como el CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> también muestran variaciones, aunque en menor proporción.

### 1.1.3 Inyección electrónica 1000cc

Para garantizar una toma de datos precisa, se inserta la sonda por el tubo de escape del vehículo generalmente a 15 de 30 cm dentro del mismo, se asegura que se encuentre bien ajustado para evitar fugas de gases, se enciende el analizador y se selecciona en su interfaz acorde a las especificaciones de la ficha técnica del vehículo que son: (1000 CC, Gasolina, 4 Pistones)

Se enciende el vehículo se espera a que la maquina de lectura de los gases para su posterior análisis, se toma datos con el vehículo en ralentí y acelerado, una vez completada la prueba, se apaga el motor del vehículo y se desconecta las sondas del tubo de escape con cuidado

Posteriormente se examina los resultados de las emisiones siendo comparados por los límites establecidos en Ecuador.

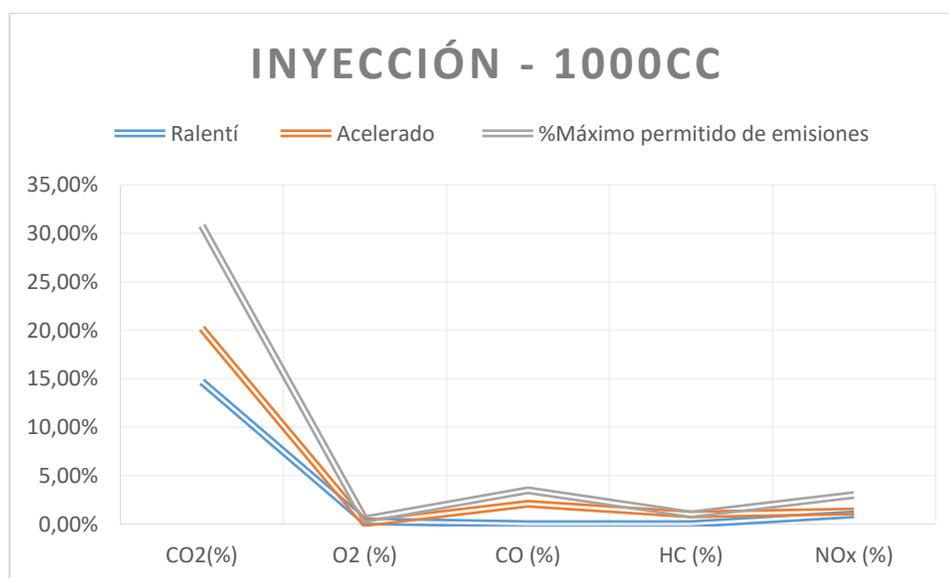
Tabla 8

Comparación de los resultados obtenidos con el % máximo permitido de emisiones del motor a inyección electrónica. 1000cc

	CO2(%)	O2 (%)	CO (%)	HC (%)	NOx (%)
<b>Ralentí</b>	14,7%	0,3%	0,7%	0,10%	1,0%
<b>Acelerado</b>	20,2%	0,1%	2,1%	1,0%	1,3%
<b>%Máximo permitido de emisiones</b>	30,8%	0,5%	3,5%	1,0%	3,0%

Figura3

Sistema de Inyección Electrónica 1000cc



En el eje X se presentan varios tipos de gases: 14,7 % CO<sub>2</sub>, 0,3 % O<sub>2</sub>, 0,7 % CO, 0,10 % HC, 1,0 % NO<sub>x</sub>, todos expresados en porcentajes. El eje Y refleja los valores cuantitativos de estas emisiones, que varían entre 0 y 4%. Cada línea representa una condición diferente, con la

línea azul indicando las emisiones en ralentí, la línea naranja representando las emisiones aceleradas, y la línea gris que muestra los niveles máximos permitidos en Ecuador.

Se observa que las emisiones de CO<sub>2</sub> 1,5%, CH<sub>4</sub> 0,5%, N<sub>2</sub>O 0,3% y NO<sub>x</sub> 0,3% están por debajo del límite máximo permitido en las condiciones de ralentí y acelerado, con valores relativamente similares entre sí. Sin embargo, en el caso del CO 1,5% y HC 0,3%, hay fluctuaciones más marcadas, especialmente en la condición de acelerado, donde se registran picos.

La línea que marca el máximo permitido se mantiene por encima de las otras dos líneas en todos los gases, especialmente en el caso del NO<sub>x</sub> 0,3%, donde se nota una diferencia más significativa.

Con esto se puede evidenciar gráficamente que el vehículo se encuentra en óptimas condiciones, estando por debajo del límite establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana, que regula las emisiones vehiculares. (NTE 2204-2017)

#### **1.1.4 Inyección electrónica 1600cc**

Para garantizar una toma de datos precisa, se inserta la sonda por el tubo de escape del vehículo generalmente a 15 de 30 cm dentro del mismo, se asegura que se encuentre bien ajustado para evitar fugas de gases, se enciende el analizador y se selecciona en su interfaz acorde a las especificaciones de la ficha técnica del vehículo que son: (1600 CC, Gasolina, 4 Pistones)

Se enciende el vehículo se espera a que la maquina de lectura de los gases para su posterior análisis, se toma datos con el vehículo en ralentí y acelerado, una vez completada la prueba, se apaga el motor del vehículo y se desconecta las sondas del tubo de escape con cuidado

Posteriormente se examina los resultados de las emisiones siendo comparados por los límites establecidos en Ecuador.

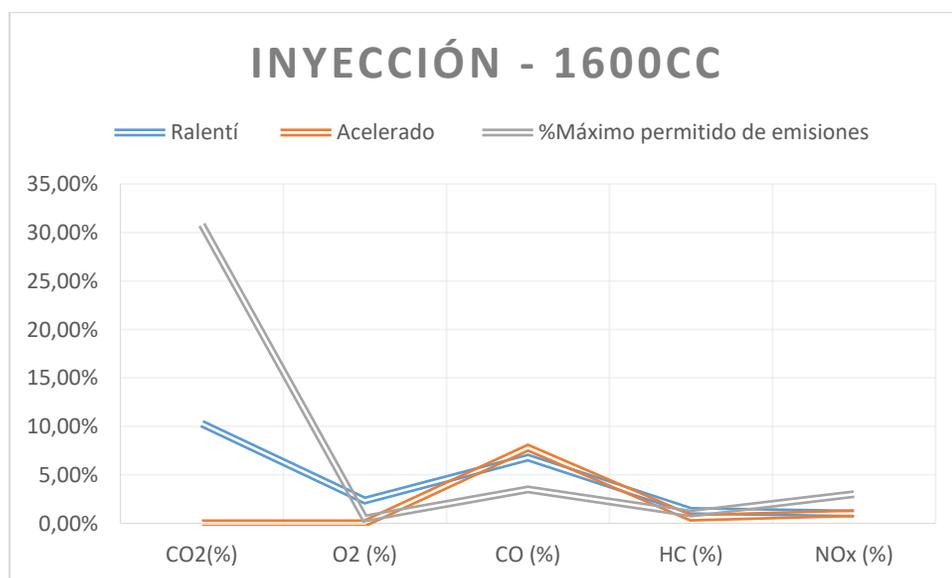
Tabla 9

Comparación de los resultados obtenidos con el % máximo permitido de emisiones del motor a inyección electrónica. 1600cc

	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	CO (%)	HC (%)	NO <sub>x</sub> (%)
<b>Ralentí</b>	10,28%	2,35%	6,78%	1,27%	1,005%
<b>Acelerado</b>	10,23%	0,93%	7,8%	0,57%	1,033%
<b>%Máximo permitido de emisiones</b>	30,8%	0,5%	3,5%	1,0%	3,0%

Figura4

Sistema de Inyección Electrónica 1600cc



Las variables que se evalúan son las emisiones de CO<sub>2</sub> (10,28%), O<sub>2</sub> (2,35%), CO (6,78%), HC (1,27%), NO<sub>x</sub> (1.005), expresadas en porcentajes.

Se observa que, en general, las emisiones bajo la condición de acelerado superan a las de ralentí, excepto en el caso de CO<sub>2</sub> 1,8%, donde ambos valores son muy similares. Las emisiones de NO<sub>2</sub> 0,03% y NO<sub>x</sub> 0,3% en la condición acelerada, las emisiones de CO 1,5% y HC 0,3%, también son comparadas, pero se mantienen por debajo del límite en ambos casos.

Con se puede evidenciar gráficamente que el vehículo se encuentra en óptimas condiciones, estando por debajo del límite establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana, que regula las emisiones vehiculares (NTE 2204-2017).

## 2. DISCUSIÓN

### 2.1 *El análisis de gases contaminantes*

Eso fue llevado a cabo mediante la recopilación de información obtenida a través de diversas fuentes, tales como investigaciones, libros especializados y sitios web enfocados en este tema. Para realizar esta evaluación, se utilizó como referencia la tabla que establece los límites máximos permitidos de emisión de gases contaminantes, tomando en cuenta tanto el año de fabricación como el cilindraje del vehículo. Mismas que están emitidas por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN\_2204, 2017), como se indica en la tabla 1:

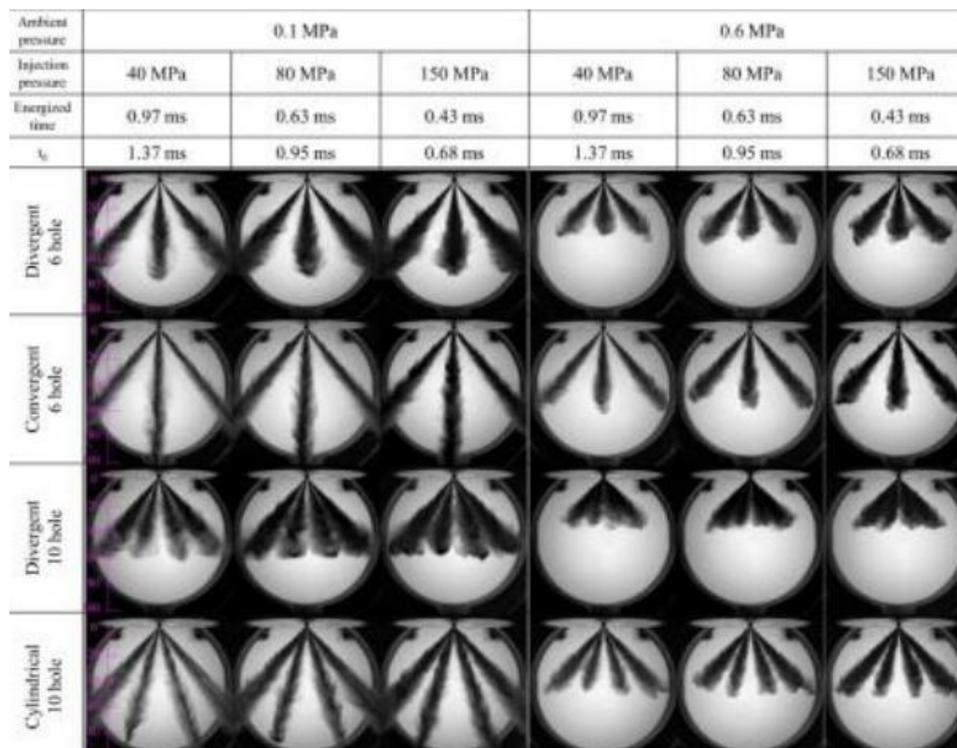
De igual manera, se tomó importancia a los datos sobre límites de emisión de gases nocivos por vehículos que son alimentados por un sistema a carburación e inyección electrónica como indica la siguiente tabla.

*Tabla 9*  
*Porcentajes de emisión según el tipo de motor permitidos*

Porcentajes Y Proporciones	Tipo De Motor	
	<b>Carburador</b>	<b>Inyección</b>
CO	2.5 y 0.5 %	1.5 y 0.5 %
HC	300ppm	50 y 150 ppm
O2	1.5 y 0.7 %	0.8 y 0.4%

Una vez terminada la búsqueda y recolección de la información, ordenada, clasificada y analizada, permite afirmar la importancia del desarrollo del sistema de inyección en la industria automotriz e indirectamente en la sociedad ya que ha permitido disminuir los gases efecto invernaderos lo que conlleva disminuir el calentamiento global. (Carlos Humberto Mora Quijano, 2022)

Figura5  
Pulverización del combustible al final de la inyección



Fuente 2 (Carlos Humberto Mora Quijano, 2022)

En la imagen se logra visualizar como el sistema de inyección electrónica de combustible ha reducido la contaminación y mejorado el rendimiento del motor al optimizar la relación aire-combustible y el consumo. Una mejor sincronización de la inyección con una cantidad adecuada, disminuye las emisiones y el consumo específico. Sin embargo, es necesaria más investigación para cumplir con futuras normativas de emisiones mediante mayor presión de inyección y mejoras en la combustión. (Carlos Humberto Mora Quijano, 2022)

## **CAPITULO V**

## 1. CONCLUSIÓN O CONCLUSIONES.

- Al comparar las emisiones de CO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>x</sub> entre vehículos con motores de 1000 cc y 1600 cc, equipados con sistemas de inyección electrónica y carburador, se constató que los motores de mayor cilindrada (1600 cc) emiten niveles más elevados de contaminantes, particularmente en situaciones de tráfico urbano denso, como las que se presentan en la ciudad de Cariamanga. Asimismo, los vehículos con carburador generan mayores emisiones de gases contaminantes en comparación con aquellos que cuentan con inyección electrónica, lo que evidencia la influencia de la tecnología del motor en el impacto ambiental.
- La elevada densidad vehicular en las zonas más congestionadas de Cariamanga tiene un impacto significativo en la calidad del aire, influenciado particularmente por el tipo de motor y sistema de combustión. En este contexto, los motores de 1600 cc equipados con carburador generan una mayor afectación negativa en comparación con los motores de 1000 cc con sistemas de inyección electrónica, lo que subraya la necesidad de una gestión más eficiente del tráfico y la promoción de tecnologías más limpias.
- Las emisiones vehiculares, en particular las provenientes de motores de mayor cilindrada y aquellos equipados con sistemas de carburador, generan un impacto negativo tanto en la salud pública como en el medio ambiente en la ciudad de Cariamanga. Contaminantes como el CO<sub>2</sub> y el NO<sub>x</sub> no solo deterioran la calidad del aire, sino que también incrementan los problemas respiratorios entre los habitantes, contribuyendo además al agravamiento de la contaminación atmosférica local.

## 2. RECOMENDACIONES

- Modernización del sistema de combustible mediante conversión a inyección electrónica: Se propone reemplazar los carburadores por sistemas de inyección electrónica de combustible, los cuales proporcionan una mezcla aire-combustible más precisa y eficiente. Esta modernización permitiría reducir las emisiones contaminantes, mejorar el rendimiento del motor y optimizar el consumo de combustible, especialmente en condiciones de tráfico urbano denso.
- Instalación de sistemas adicionales de control de emisiones: Se sugiere la incorporación de dispositivos de control de emisiones, como convertidores catalíticos o filtros de partículas, en motores con carburador. Estos sistemas contribuirían a reducir de manera significativa la emisión de gases nocivos como CO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>x</sub>, mitigando las limitaciones del carburador en la regulación precisa de la mezcla de combustión.
- Programa de incentivos para la renovación vehicular: Se recomienda implementar un programa de incentivos destinado a propietarios de vehículos con motores a carburador para que actualicen o sustituyan sus automóviles por modelos más modernos y menos contaminantes. Este programa podría incluir descuentos, financiamientos con tasas de interés bajas o subsidios, incentivando la transición hacia tecnologías más limpias, como motores de inyección electrónica o incluso vehículos híbridos y eléctricos.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Actualidad Motor. (06 de Agosto de 2020). *Actualidad Motor*. Obtenido de

<https://www.actualidadmotor.com/inyeccion-de-combustible-todo-lo-que-debes-saber/>

bairesmotorsports. (29 de Marzo de 2022). *bairesmotorsports*. Obtenido de

<https://bairesmotorsports.com/nikolaus-otto-el-creador-del-motor-de-4-tiempos/>

BARCOS, V. D. (22 de Diciembre de 2021). *La contaminación del transporte marítimo*.

Obtenido de <https://vadebarcos.net/2021/12/22/infografia-la-contaminacion-del-transporte-maritimo/>

Carlos Humberto Mora Quijano, D. S. (01 de Abril de 2022). *Dialnet-*

*CaracteristicasDeLosSistemasDeInyeccionUnaRevision*. Obtenido de

<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet->

[CaracteristicasDeLosSistemasDeInyeccionUnaRevision-8482966.pdf](#)

Casanova Kindelán, J., Agudo Fernández, D., & Fonseca González, N. E. (2018-09). Actas del

XXII CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA CNIM 2018 | XXII

Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica CNIM 2018 | 19 a 21 de septiembre de 2018 |

Madrid. España. En E. I. (UPM) (Ed.), *XXII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica*

*CNIM 2018*, (págs. 706-716). Madrid. Obtenido de <https://oa.upm.es/53667/>

Channel, C. M. (25 de Julio de 2023). *sensorautomotriz*. Obtenido de

<https://sensorautomotriz.es/sensores/sensor-map-esquema/>

Damian. (2024). Obtenido de Rara Driving School:

<https://raradrivingschool.com/mantenimiento/mezcla-rica-y-la-mezcla-pobre/>

EPA. (2007). *EPA*. Obtenido de <https://espanol.epa.gov/sites/default/files/2020->

[05/documents/050720\\_cleanairact\\_un\\_resumen\\_de\\_la\\_ley\\_de\\_aire\\_limpio.pdf](#)

epoch. (10 de Julio de 2014). *epoch*. Obtenido de

<http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/4423/1/65T00172.pdf>

IDOC PUB. (Diciembre de 2019). *IDOC PUB*. Obtenido de [https://idoc.pub/documents/motores-](https://idoc.pub/documents/motores-turbofan-1d47zg9m7jn2)

[turbofan-1d47zg9m7jn2](https://idoc.pub/documents/motores-turbofan-1d47zg9m7jn2)

LaHistoria. (s.f.). *LaHistoria*. Obtenido de [https://lahistoria.info/historia-de-la-inyeccion-de-](https://lahistoria.info/historia-de-la-inyeccion-de-combustible/)

[combustible/](https://lahistoria.info/historia-de-la-inyeccion-de-combustible/)

LaVanguardia. (14 de Diciembre de 2022). *LaVanguardia*. Obtenido de

[https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20201127/49742882886/cuales-son-](https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20201127/49742882886/cuales-son-los-principales-gases-de-efecto-invernadero.html)

[los-principales-gases-de-efecto-invernadero.html](https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20201127/49742882886/cuales-son-los-principales-gases-de-efecto-invernadero.html)

Menna. (24 de Octubre de 2018). Inyección de combustible (Sistema) | partes y su

funcionamiento. Obtenido de [https://como-funciona.co/una-inyeccion-de-combustible-](https://como-funciona.co/una-inyeccion-de-combustible-sistema/)

[sistema/](https://como-funciona.co/una-inyeccion-de-combustible-sistema/)

Montero Mejía, C. A., & Paguay Guamán, F. B. (2021). *Estudio e implementación de un sistema*

*de inyección electrónica programable para el aumento del rendimiento y disminución de*

*gases de escape contaminantes en un vehículo Suzuki Forsa GA [Tesis de Licenciatura],*

*Universidad Politécnica Salesiana*. Repositorio Institucional. Obtenido de

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21080>

MOTOR. (Agosto de 2000). Mastering the basics electronic fuel inyeccion. Obtenido de

[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Electronic\\_fuel\\_injection.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Electronic_fuel_injection.pdf)

Mundo Tuerca. (08 de Diciembre de 2017). *Mundo Tuerca*. Obtenido de

[https://mundotuerca.cl/que-es-el-sistema-de-inyeccion-de-combustible-componentes-](https://mundotuerca.cl/que-es-el-sistema-de-inyeccion-de-combustible-componentes-tipos-funcionamiento/)

[tipos-funcionamiento/](https://mundotuerca.cl/que-es-el-sistema-de-inyeccion-de-combustible-componentes-tipos-funcionamiento/)

Polo del Conocimiento. (01 de Abril de 2022). *Polo del Conocimiento*. Obtenido de

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3829/html>

Predictiva21. (07 de Febrero de 2023). *Descubre los motores diésel y su mantenimiento*.

Obtenido de <https://predictiva21.com/motores-diesel/>

Rolls-Royce. (2022). *Rolls-Royce*. Obtenido de [https://www.rolls-](https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/innovation/ultrafan-fact-sheet.pdf)

[royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/innovation/ultrafan-fact-sheet.pdf](https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/innovation/ultrafan-fact-sheet.pdf)

Ruiz, J. A. (20 de Junio de 2023). *UNANCHAY*. Obtenido de [ART-OGR-02-V2-N1-15-28.pdf](#)

Senecal, K., & Leach, F. (01 de 06 de 2021). Racing toward zero: the untold story of driving

green. Obtenido de [https://saemobilus.sae.org/books/racing-toward-zero-untold-story-](https://saemobilus.sae.org/books/racing-toward-zero-untold-story-driving-green-r-501)

[driving-green-r-501](https://saemobilus.sae.org/books/racing-toward-zero-untold-story-driving-green-r-501)

Simbaña-Arias, E. J., Coronel-Valencia, C. A., Guasumba-Maila, J. E., & Calero-Torres, D. A.

(2022). Carburadores vs inyectores, semejanzas y diferencias entre estos elementos del

sistema de combustión. *Revista multidisciplinar de innovación y estudios aplicados*

*Artículos científicos, de revisión, cortos, casos clínicos*, 7, 360-375. doi:

<https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3829>

*The Weather Channel* . (2024). Obtenido de [https://weather.com/es-](https://weather.com/es-GT/tiempo/mensual/1/35dc7a54a2a22310e73b52fab693f10803b1a6bf427ac02b38f42dd3aa35f7e3)

[GT/tiempo/mensual/1/35dc7a54a2a22310e73b52fab693f10803b1a6bf427ac02b38f42dd3](https://weather.com/es-GT/tiempo/mensual/1/35dc7a54a2a22310e73b52fab693f10803b1a6bf427ac02b38f42dd3aa35f7e3)

[aa35f7e3](https://weather.com/es-GT/tiempo/mensual/1/35dc7a54a2a22310e73b52fab693f10803b1a6bf427ac02b38f42dd3aa35f7e3)

## ANEXOS

*Anexo 1 Resultados de la emisión del motor 1000cc a carburador*

M G T 5	M G T 5
TALLERES MAO Av. 6 de Diciembre 8293 y Cucardas Quito-Ecuador	TALLERES MAO Av. 6 de Diciembre 8293 y Cucardas Quito-Ecuador
Fecha : 03.12.2008 Hora : 12:41	Fecha : 03.12.2008 Hora : 12:42
Motor de: gasolina	Motor de: gasolina
HC: 673 ppm CO: 6.78 % CO2: 10.28 % O2: 2.35 % CO Corr: 5.97 % Vol Lambda 0.878 NO -- ppm T aceite 0 C RPM: 800 R/min	HC: 437 ppm CO: 7.80 % CO2: 10.23 % O2: 0.93 % CO Corr: 6.40 % Vol Lambda 0.818 NO -- ppm T aceite 0 C RPM: 2600 R/min
Inspector: LUIS MARISCAL	Inspector: LUIS MARISCAL
Propietario:	Propietario:

*Anexo 2 Resultados de la emisión del motor 1000cc con la adaptación del sistema de inyección electrónica*

M G T 5	M G T 5
TALLERES MAO Av. 6 de Diciembre 8293 y Cucardas Quito-Ecuador	TALLERES MAO Av. 6 de Diciembre 8293 y Cucardas Quito-Ecuador
Fecha : 14.01.2009 Hora : 15:09	Fecha : 14.01.2009 Hora : 15:09
Motor de: gasolina	Motor de: gasolina
HC: 1270 ppm CO: 2.64 % CO2: 12.20 % O2: 2.90 % CO Corr: 2.70 % Vol Lambda 1.005 NO -- ppm T aceite 0 C RPM: 0 R/min	HC: 578 ppm CO: 1.49 % CO2: 13.48 % O2: 2.18 % CO Corr: 1.50 % Vol Lambda 1.033 NO -- ppm T aceite 0 C RPM: 0 R/min
Inspector: LUIS MARISCAL	Inspector: LUIS MARISCAL
Propietario:	Propietario:

Anexo 3 Revisión técnica vehicular con sistema a carburador




**REPÚBLICA DEL ECUADOR**  
**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO**  
**MUNICIPIO DE LOJA**

**0017322**

**REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR**



**CERTIFICADO DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR 2020**

No. Reporte: 17322		Marca: CHEVROLET	APROBADO RESULTADO	XBR0426
Fecha Revisión: 2/JUN/2020		Modelo: FORSA 1.0L T/M	RESULTADO	PLACA
Año: 1998		No. Chasis: 08BEAA45W0124392	VALENDO HASTA: 31/07/21	
Encargado de Revisión		Servicio: PARTICULAR	No. Defectos TIPO 3: 0	
Jefe de Matriculación		Proceso: RENOVACION PERMISO	No. Defectos TIPO 2: 0	
		No. Revisión: PRIMERA	No. Defectos TIPO 1: 0	
			Kilometraje:	

Codigo	Descripcion Defecto Mecatronico	Unidad	Valor	Limites	Catificacion	Ubicacion
Codigo	Descripcion Prueba Mecatronica	Unidad	Valor	Limites	Catificacion	Ubicacion
03090101	CONVERGENCIA O DIVERGENCIA EN DIRECCIÓN SUPER	m/m	1,40	0,000<=X<=4,000	OK	0
03090102	CONVERGENCIA O DIVERGENCIA EN DIRECCIÓN SUPER	m/m	0,30	-15,000<=X<=15	OK	0
05010301	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSIÓN 1 EJE	%	95,00	60,001<=X<=100	OK	18
05010301	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSIÓN 1 EJE	%	97,00	60,001<=X<=100	OK	19
05010401	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSIÓN 1ER EJE.	%	2,00	0,000<=X<=25,00	OK	0
05010501	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSIÓN 2DO. EJE.	%	96,00	60,001<=X<=100	OK	18
05010501	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSIÓN 2DO. EJE.	%	97,00	60,001<=X<=100	OK	19
05010601	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSIÓN 2DO. EJE.	%	1,00	0,000<=X<=25,00	OK	1
10030101	RUIDO DE ESCAPE SUPERIOR AL LIMITE.	dB	77,80	66,000<=X<=94,9	OK	-
04030201	DESEQUILIBRIO DEL FRENO DE SERVICIO EN EL 1º EJE.	%	5,00	0,000<=X<=14,50	OK	0
04030301	DESEQUILIBRIO DEL FRENO DE SERVICIO EN 2 EJES.	***	8,00	0,000<=X<=14,50	OK	-
04030101	INCORRECTA EFICACIA DEL FRENO DE SERVICIO.	%	68,00	65,001<=X<=100	OK	-
10020101	INCORRECTA EMISION DE CO CORREGIDO EN RALENTI	%	2,84	0,000<=X<=4,499	OK	-
10020104	INCORRECTA EMISION DE HC EN RALENTI	ppm	359,00	0,000<=X<=699,9	OK	-
10020103	INCORRECTA EMISION DE O2 EN RALENTI	%	0,82	0,000<=X<=3,999	OK	-
10020501	INCORRECTA EMISION DE CO CORREGIDO EN ALTAS R	%	1,41	0,000<=X<=4,499	OK	-
10020504	INCORRECTA EMISION DE HC EN ALTAS RPM	ppm	492,00	0,000<=X<=999,9	OK	-
10020106	MEDICIÓN DE RPM	***	1080,00	800,000<=X<=11	OK	-