



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES DEL VEHÍCULO
MAZDA 3, 1.6 L POR MEDIO DEL EQUIPO BOSCH FSA 740**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

ÁNGEL ANDRÉS LOAIZA AGUILAR

GUAYAQUIL, NOVIEMBRE 2016

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Msc. Marco Noroña Merchán

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado "**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES DEL VEHÍCULO MAZDA 3, 1.6 L POR MEDIO DEL EQUIPO BOSCH FSA 740**", realizado por el estudiante: **Ángel Andrés Loaiza Aguilar**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Ángel Andrés Loaiza Aguilar, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Noviembre 2016


Msc. Marco Noroña Merchán
Director de Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ángel Andrés Loaiza Aguilar

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: "**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES DEL VEHÍCULO MAZDA 3, 1.6 L POR MEDIO DEL EQUIPO BOSCH FSA 740**", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Noviembre 2016



Ángel Loaiza Aguilar

CC. 0927847731

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Ángel Andrés Loaiza Aguilar

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: "**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES DEL VEHÍCULO MAZDA 3, 1.6 L POR MEDIO DEL EQUIPO BOSCH FSA 740**", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Noviembre del 2016



Ángel Loaiza Aguilar

CC. 0927847731

DEDICATORIA

A mis padres principalmente por brindarme una excelente educación, inculcándome valores y principios que me han servido para llegar a cumplir esta meta trazada en mi vida, motivándome siempre, guiando cada paso y jamás dejarme desistir de cumplir mis metas.

A mi hermana y demás familiares por incentivar me a seguir adelante brindándome seguridad y total respaldo en el transcurso de mi carrera universitaria.

A mis amigos de toda la vida Carlos V, Carlos R, Tommy C, Gianella C, que me han ayudado en todo momento, siempre confiando y creyendo en mis habilidades para llegar hasta la etapa final.

AGRADECIMIENTO

Al Msc. Marco Noroña por ser mi tutor y guiarme a la realización de este proyecto, compartiendo conocimientos y sacrificando su tiempo para ayudarme a culminar esta gran etapa.

A mis compañeros y amigos de aula por los valiosos momentos compartidos llenos de aprendizaje.

A todos los docentes que conforman la UIDE por sus conocimientos impartidos, en especial al Ing. Edwin Puente que es el responsable del camino exitoso que la universidad está logrando.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Definición del problema	1
1.2 Ubicación del problema	2
1.3 Formulación del problema	3
1.4 Sistematización del problema	3
1.5 Objetivos de la investigación	3
1.5.1 Objetivo general.....	3
1.5.2 Objetivos específicos	3
1.6 Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Contaminación vehicular.....	5
2.1 Gases tóxicos emitidos por la contaminación de un motor.....	6
2.1.1 Monóxido de carbono (CO).....	6
2.1.2 Hidrocarburos (HC).....	6
2.1.3 Óxido de nitrógeno (NOx)	7
2.2 Gases no tóxicos emitidos por la combustión de un motor.....	8
2.2.1 Dióxido de carbono (CO ₂)	8

2.2.2 Nitrógeno (N)	8
2.2.3 Oxígeno (O ₂).....	9
2.2.4 Vapor de agua (H ₂ O)	9
2.3 Sistema de control de emisiones en un automóvil.....	10
2.3.1 Sistema de control de emisiones evaporativas (EVAP)	11
2.3.2 Sistema de recirculación de los gases de escape (EGR).....	12
2.3.3 Sistema de ventilación positiva del cárter (PCV).....	14
2.3.4 Convertidor catalítico	15
2.4 Equipo de comprobación Bosch FSA 740.....	18
2.5 Normativas de emisiones contaminantes.....	20
CAPÍTULO III COMPROBACIONES Y OBTENCIÓN DE DATOS.....	23
3.1 Instalación del analizador de gases	23
3.2 Localización de componentes del sistema de control de emisiones en el mazda 3.....	24
3.2.1 Ubicación de la válvula PCV en el Mazda 3.....	25
3.2.2 Ubicación de la válvula EGR.....	26
3.2.3 Ubicación de los sensores de oxígeno en el Mazda 3	26
3.3 Obtención de valores	28
3.3.1 Reglaje de emisiones de fábrica del vehículo Mazda 3.....	28
3.3.2 Toma de datos en condiciones normales.....	29
3.3.3 Toma de datos eliminando cada componente del sistema de emisiones	30
3.3.3.1 Vehículo sin válvula PCV	30
3.3.3.2 Vehículo sin sensores de oxígeno	31
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS	33
4.1 Análisis de monóxido de carbono (CO) en ralentí.....	33
4.1.2 Análisis de monóxido de carbono (CO) en media carga	35
4.1.3 Análisis de monóxido de carbono (CO) en plena carga	36
4.2 Análisis de dióxido de carbono (CO ₂)	37
4.2.1 Análisis de dióxido de carbono (CO ₂) en ralentí.....	37

4.2.2 Análisis de dióxido de carbono (CO ₂) en media carga	38
4.2.3 Análisis de dióxido de carbono (CO ₂) en plena carga	39
4.3 Análisis de hidrocarburo (HC)	40
4.3.1 Análisis de hidrocarburo (HC) en ralentí	40
4.3.2 Análisis de hidrocarburo (HC) en media carga.....	41
4.3.3 Análisis de hidrocarburo (HC) en plena carga.....	42
4.4 Análisis de oxígeno (O ₂)	43
4.4.1 Análisis de oxígeno (O ₂) en ralentí	43
4.4.2 Análisis de oxígeno (O ₂) en media carga.....	44
4.4.3 Análisis de oxígeno (O ₂) en plena carga.....	45
4.5 Análisis de todos los gases – Parámetros SGS – Ralentí	46
4.5.1 Análisis de todos los gases – Parámetros SGS – Media carga.....	48
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1 Conclusiones	50
5.2 Recomendaciones	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la UIDE, extensión Guayaquil	2
Figura 2. Contaminación vehicular	5
Figura 3. Porcentaje de contaminación motores a gasolina	10
Figura 4. Esquema sistema EVAP	12
Figura 5. Esquema EGR eléctrica	13
Figura 6. Partes EGR neumática.....	14
Figura 7. Esquema de la válvula PCV	15
Figura 8. Partes del catalizador	16
Figura 9. Catalizador de oxidación	17
Figura 10. Catalizador de tres vías.....	18
Figura 11. Partes del equipo Bosch FSA 740.....	19
Figura 12. Equipo de diagnóstico Bosch FSA 740	19
Figura 13. Colocación de la sonda para análisis de gases	23
Figura 14. Mazda 3, 1.6 L	24
Figura 15. Ubicación de la válvula PCV	25
Figura 16. Ubicación de la válvula PCV	25
Figura 17. Ubicación de la válvula EGR	26
Figura 18. Ubicación de los sensores O ₂	40
Figura 19. Esquema sistema de control de emisiones	40
Figura 20. Reglaje y valores de emisiones del auto	29
Figura 21. Análisis de monóxido de carbono (CO) - Ralentí.....	34
Figura 22. Análisis de monóxido de carbono (CO) – Media carga.....	35
Figura 23. Análisis de monóxido de carbono (CO) – Plena carga	36
Figura 24. Análisis de dióxido de carbono (CO ₂) - Ralentí	50
Figura 25. Análisis de dióxido de carbono (CO ₂) – Media carga	38
Figura 26. Análisis de dióxido de carbono (CO ₂) – Plena carga	39
Figura 27. Análisis de HC – Ralentí	41
Figura 28. Análisis de HC – Media carga	42
Figura 29. Análisis de HC – Plena Carga	43
Figura 30. Análisis de O ₂ – Ralentí	44
Figura 31. Análisis de O ₂ – Media carga	45
Figura 32. Análisis de O ₂ – Plena carga.....	46
Figura 33. Análisis según SGS – Ralentí	60
Figura 34. Análisis según SGS - Media carga	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de Control de Emisión	11
Tabla 2. Límites máximos de emisiones permitidas SGS (ralentí y media carga).	22
Tabla 7. Tabla comparativa de CO – Ralentí	33
Tabla 8. Tabla comparativa de CO – Media carga	35
Tabla 9. Tabla comparativa de CO – Plena carga	36
Tabla 10. Tabla comparativa de CO ₂ – Ralentí	37
Tabla 11. Tabla comparativa de CO ₂ – Media carga	38
Tabla 12. Tabla comparativa de CO ₂ – Plena carga.....	39
Tabla 13. Tabla comparativa de HC – Ralentí.....	40
Tabla 14. Tabla comparativa de HC – Media carga	41
Tabla 15. Tabla comparativa de HC – Plena carga	42
Tabla 16. Tabla comparativa de O ₂ – Ralentí.....	43
Tabla 17. Tabla comparativa de O ₂ – Media carga.....	44
Tabla 18. Tabla comparativa de O ₂ – Plena carga	45
Tabla 19. Tabla comparativa según SGS – Ralentí.....	46
Tabla 20. Tabla comparativa según SGS – Media carga	48

RESUMEN

Este trabajo presenta el análisis del sistema de control de emisiones que posee el vehículo Mazda 3. El objetivo es dar a conocer las consecuencias que conlleva el anular o tener en mal estado los componentes de este sistema.

El capítulo I va a tratar sobre los objetivos de este trabajo de investigación, el lugar donde se la va a realizar y el planteamiento del problema que va ligado a la hipótesis presentada.

El capítulo II denominado marco teórico se trata sobre una descripción en general de la contaminación vehicular y los gases que son emitidos por los vehículos, como son el monóxido de carbono, vapor de agua, etc. La clasificación de los elementos que conforman el sistema de control de emisiones en general como los catalizadores, entre otros.

En este capítulo también trata sobre las normas aplicadas en la revisión técnica vehicular que se encuentra actualmente.

En el capítulo III las comprobaciones y obtención de datos, localización de los componentes del sistema, valores obtenidos con el analizador de gases en diferentes condiciones.

El capítulo IV está conformado por el análisis de los valores obtenidos, comparando los datos con parámetros establecidos por fábrica y SGS, datos numéricos y gráficos.

Finalmente en el capítulo V se indican las conclusiones y recomendaciones en base a los objetivos trazados y análisis realizado.

ABSTRACT

This paper presents the analysis of the emission control system of the Mazda 3 vehicle. The objective is to make known the consequences of canceling or having in bad condition the components of this system.

Chapter I will discuss the objectives of this research work, the place where it will be carried out and the approach of the problem that is linked to the presented hypothesis.

Chapter II called the theoretical framework deals with a general description of vehicle pollution and the gases emitted by vehicles, such as carbon monoxide, water vapor, etc. The classifications of the elements of emission control system.

This chapter also discusses the standards applied in the current vehicle technical review.

In chapter III the checks and data collection, location of the system components, values obtained with the gas analyzer under different conditions.

Chapter IV consists of the analysis of the values obtained, comparing the data with parameters established by the factory and SGS, data numbers and graphs.

Finally, chapter V shows the conclusions and recommendations based on the objectives and analysis carried out.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación se trata sobre el control de emisiones de los gases emitidos por los vehículos que son perjudiciales para los seres humanos y el medio ambiente. Actualmente todos los seres vivos que nos rodean se ven afectados por la contaminación, principalmente por la vehicular.

Para poder disminuir la contaminación vehicular se ha implementado en los mismos un sistema de control de emisiones de gases que con el pasar de los años ha ido evolucionando e implementándose en la mayoría de los vehículos con el propósito de controlar los niveles de gases contaminantes y evitar perjudicar más a nuestro planeta.

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El problema a investigar se da en las posibles emisiones contaminantes del vehículo Mazda 3, 1.6 L por mal funcionamiento de los dispositivos de control. También se podrá tener daño de ciertos componentes del sistema de control de emisiones. Las emisiones de gases de los vehículos en la actualidad son una de las principales causas de la contaminación hacia el medio ambiente.

Uno de los principales factores que causan la contaminación de los vehículos es el mal funcionamiento de ciertos componentes que ayudan al control de emisiones de gases. Por lo que al tener componentes defectuosos se provoca una lectura errónea de ciertos parámetros afectando así al control de emisiones de gases del vehículo.

Otra principal causa es la suspensión de ciertos componentes del sistema de control de emisiones; como puede ser el catalizador. Debido al elevado costo

que representa la adquisición de un catalizador nuevo. Algunos usuarios prefieren suspenderlo o retirarlo y dejan una vía libre para los gases de escape, lo cual eleva el porcentaje de contaminación del vehículo.

1.2 UBICACIÓN DEL PROBLEMA

El tema de investigación y análisis del tema se desarrolla desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre del 2016, tiempo que sirvió para presentar la propuesta y posteriormente realizar y culminar el tema de investigación.

La delimitación geográfica es en la Universidad Internacional del Ecuador, sede Guayaquil en el taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz.

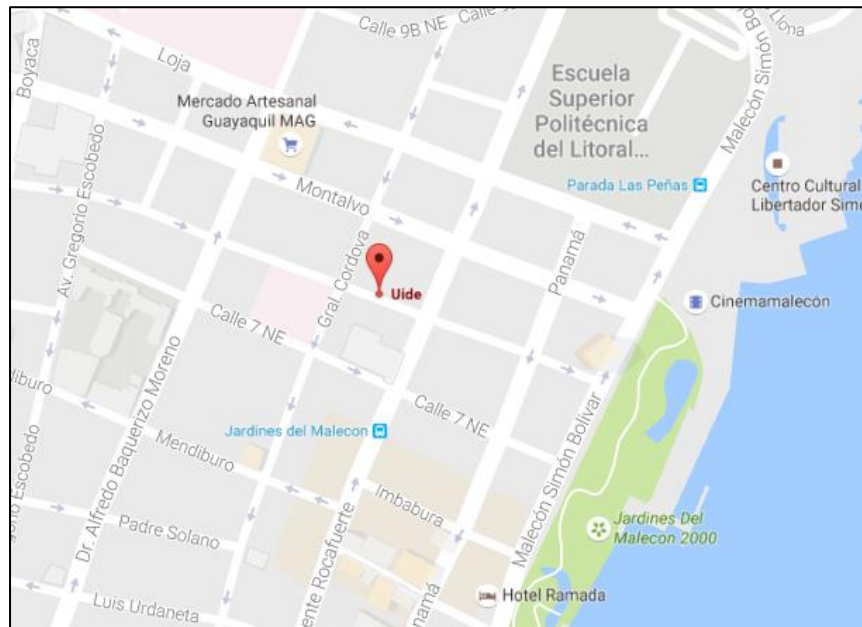


Figura 1. Ubicación de la UIDE, extensión Guayaquil

Fuente: Google Maps

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En base a un estudio, análisis y enfoque en los beneficios del sistema de control de emisiones del vehículo Mazda 3, 1.6 L es posible controlar y disminuir los niveles de contaminación?

1.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

1. ¿Bajo qué parámetros obtengo los beneficios del sistema de control de emisiones?
2. ¿Es posible el análisis del sistema de control de emisiones?
3. ¿En qué consiste el sistema de control de emisiones?
4. ¿Cuáles son los beneficios del sistema de control de emisiones?
5. ¿En qué beneficia al medio ambiente?

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Objetivo general

Analizar el sistema de control de emisiones del vehículo Mazda 3, 1.6 L con el equipo Bosch FSA 740 por medio de pruebas de anulación de componentes del sistema.

1.5.2 Objetivos específicos

- Investigar el sistema de control de emisiones del vehículo Mazda 3, 1.6 L con el fin de entender y ubicar los componentes de control.
- Obtener parámetros con el equipo Bosch FSA 740 de las pruebas realizadas con el vehículo estándar y la anulación de ciertos componentes del sistema de control de emisiones.

- Comparar los resultados obtenidos por el equipo Bosch FSA 740 del sistema de control de emisiones del vehículo Mazda 3, 1.6 L en cada una de las pruebas a realizar.
- Evaluar las facilidades de cada elemento que forma parte del sistema de emisiones a través de las pruebas obtenidas.

1.6 HIPÓTESIS

Con el análisis del sistema de control de emisiones del vehículo Mazda 3, 1.6 L por medio del equipo Bosch FSA 740, se comprobará los niveles de contaminación que emite el vehículo y que tan factible es el sistema de control de emisiones que el vehículo posee, comparando la versión estándar con la anulación de ciertos componentes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 CONTAMINACIÓN VEHICULAR

Los vehículos representan un porcentaje bastante elevado dentro las causas directas de la contaminación hacia el medio ambiente. Las emisiones procedentes de los gases de escape emitidos por los vehículos contienen gases tóxicos y no tóxicos.

La gasolina es el principal combustible en los motores de combustión interna. Es un hidrocarburo complejo compuesto de varios elementos, 86% de carbono y 14% de hidrógeno; incluyendo pequeñas cantidades de azufre. Si la combustión es perfecta es decir una mezcla estequiométrica aire/combustible. Solo produciría dióxido de carbono, agua y nitrógeno que son gases no tóxicos.

Para llegar a tener una combustión perfecta entran en juego varios factores importantes, como la presión, temperatura, entre otros factores, producto de esto el vehículo también produce gases tóxicos que son altamente perjudiciales para la salud y el medio ambiente. Estos gases tóxicos son el monóxido de carbono, óxido de nitrógeno e hidrocarburos.



Figura 2. Contaminación vehicular

Fuente: Foro, Ministerio del Ambiente

2.1 GASES TÓXICOS EMITIDOS POR LA CONTAMINACIÓN DE UN MOTOR

Los gases tóxicos emitidos por un motor son: monóxido de carbono, hidrocarburos, óxido de nitrógeno, los cuales se analiza a continuación.

2.1.1 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

El monóxido de carbono también denominado anhídrido carbonoso, es un gas inodoro, incoloro e insaboro. Este gas se da por la combinación de carbono y oxígeno que se genera debido a la combustión incompleta de sustancias carbonosas. El CO resulta ser altamente peligroso y letal en grandes concentraciones.

El CO proveniente de estos humos puede acumularse en lugares que no tienen una buena circulación de aire fresco. Una persona puede envenenarse al respirarlos. Los síntomas más comunes de envenenamiento por CO son:

- Dolor de cabeza
- Mareos
- Debilidad
- Náusea
- Vómitos
- Dolor en el pecho
- Confusión

2.1.2 HIDROCARBUROS (HC)

Son compuestos químicos que solo contienen carbono e hidrógeno. Se encuentran en el petróleo o el gas natural. Por lo general los hidrocarburos producen cáncer. Afectan directamente a la salud irritando las mucosas y provoca dolor de cabeza y náuseas.

Los hidrocarburos son los restos de combustible crudo, es decir combustible no quemado. Cuando la combustión no se produce en absoluto, al igual que con un fallo de encendido, grandes cantidades de hidrocarburos son emitidos por la cámara de combustión.

Los hidrocarburos en exceso también se pueden deber a la temperatura de la mezcla aire / combustible que entra en la cámara de combustión

2.1.3 ÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_x)

El óxido de nitrógeno resulta de la combinación de dos gases muy reactivos, como son el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) que contienen nitrógeno y oxígeno en diversas proporciones.

En la atmósfera, los óxidos de nitrógeno pueden contribuir a la formación de ozono fotoquímico (smog o niebla contaminante) y tener consecuencias para la salud. También contribuye al calentamiento global.

Este gas se da debido a las elevadas temperaturas y presiones que se generan dentro del motor. Es el causante principal de la denominada lluvia ácida que se genera en el medio ambiente.

Otros óxidos de nitrógeno presentes habitualmente en la atmósfera son N₂O (óxido nitroso), N₂O₃ (trióxido de dinitrógeno) y N₂O₅ (pentóxido de dinitrógeno).

2.2 GASES NO TÓXICOS EMITIDOS POR LA COMBUSTIÓN DE UN MOTOR

Los gases no tóxicos en un motor son: dióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno y vapor de agua, los cuales se describen a continuación.

2.2.1 DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Está compuesto por una molécula de carbono y dos moléculas de oxígeno, es un gas inofensivo para la salud de los seres humanos. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 350 ppm (partes por millón). Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno.

El dióxido de carbono se genera cuando se quema cualquier sustancia que contiene carbono. También es un producto de la respiración y de la fermentación. Las plantas absorben dióxido de carbono durante la fotosíntesis.

El CO₂ aumenta por toda la actividad humana y animal, desde nuestra propia respiración. La fotosíntesis de las plantas no logra absorber su creciente producción.

En grandes concentraciones el CO₂ es muy perjudicial para el medio ambiente debido a que produce el efecto invernadero.

2.2.2 NITRÓGENO (N)

Las moléculas de Nitrógeno se encuentran principalmente en el aire. En el agua y suelos, el nitrógeno puede ser encontrado en forma de nitratos y nitritos. Todas estas sustancias son parte del ciclo del nitrógeno.

Es un gas inerte, es decir que no se combina con nada. Sale este gas por el escape sin sufrir modificaciones y de la misma manera ingresa a los cilindros así como salen.

El exceso de hidrógeno también es perjudicial, teniendo estas consecuencias sobre la salud:

- Reacciones con la hemoglobina en la sangre, causando una disminución en la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre.
- Disminución del funcionamiento de la glándula tiroidea.
- Bajo almacenamiento de la vitamina A.
- Producción de nitrosaminas, las cuales son conocidas como una de las más comunes causas de cáncer.

2.2.3 OXÍGENO (O₂)

El oxígeno es un gas inodoro e incoloro, se encuentra en el aire, agua y seres vivos. Es un elemento fundamental para combustión dentro del motor. El oxígeno es parte de un pequeño grupo de gases ligeramente paramagnéticos, y es el más paramagnético de este grupo.

Si uno se expone a grandes cantidades de oxígeno durante mucho tiempo, se pueden producir daños en los pulmones.

2.2.4 VAPOR DE AGUA (H₂O)

El vapor de agua es el gas formado cuando el agua pasa de un estado líquido a uno gaseoso. Produce un leve goteo en el tubo de escape del vehículo.

Es totalmente inofensivo para la salud de los seres vivos, por lo general al momento de encender el vehículo en frío se va a notar el leve goteo.

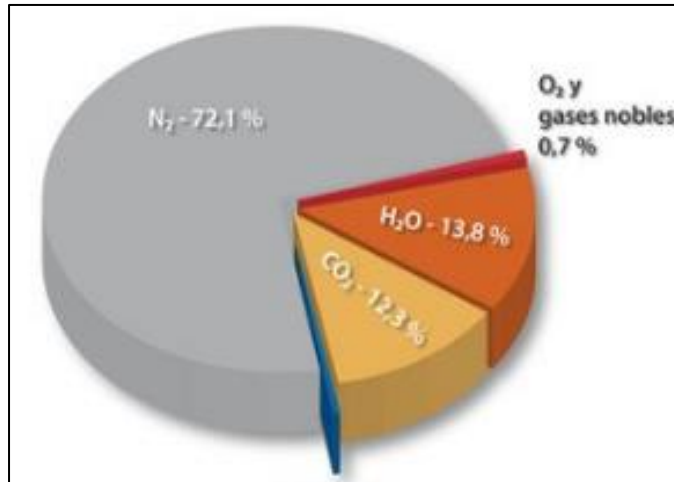


Figura 3. Porcentaje de contaminación motores a gasolina

Fuente: www.ngk.com

2.3 SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES EN UN AUTOMÓVIL

En la actualidad existen varias formas o métodos por los cuales el vehículo logra controlar y reducir el nivel de emisión de gases contaminantes que afectan tanto al medio ambiente como a la salud de las personas, a continuación el detalle de cuales son:

- 1) Sistema de control de emisiones evaporativas.
- 2) Sistema de recirculación de los gases de escape (EGR).
- 3) Sistema de ventilación positiva del cárter (PCV).
- 4) Convertidor catalítico.

Estos sistemas aparte de ayudar con la disminución de la contaminación también tienen la finalidad de alcanzar los límites de emisiones permitidos según las normas de cada país.

Tabla 1. Sistema de Control de Emisión

Fuente: Manual, Sistema de Control de Emisiones, Toyota.

Abreviación	Nombre del Sistema de Control de Emisión	Gas para el cual fue efectuado el dispositivo			Condición Principal de Funcionamiento
		HC	CO	NOx	
PCV	Ventilación Positiva del cárter	x			Motor encendido
EVAP	Control de emisión de combustible evaporado	x			Motor apagado
EGR	Recirculación de gases de escape			x	Motor encendido caliente
Convertidores Catalíticos					
OC	Catalizador de oxidación	x	X		Motor encendido caliente
TWC	Catalizador de 3 vías	x	X	X	Motor encendido caliente
TWC-OC	Catalizador de 3 vías y oxidación	x	X	X	Motor encendido caliente

2.3.1 SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES EVAPORATIVAS (EVAP)

Los sistemas para el control de emisiones por evaporación también son conocidos como separador de vaporizaciones o economizador de evaporación. Todos funcionan de la misma manera y tienen el mismo objetivo.¹ Además es un sistema diseñado específicamente para disminuir los HC que emite el vehículo.

El combustible (gasolina) detenida o en movimiento va a generar gases (vapores) altamente contaminantes para el medio ambiente, el objetivo es controlar estos vapores y restringir su salida hacia la intemperie.

Este sistema controla el flujo de los vapores generados en el tanque de combustible direccionándolos hacia un depósito (canister). Una vez almacenados son dirigidos o llevados hacia la cámara de combustión donde sin alterar el funcionamiento correcto del motor serán diluidos.

¹ Libro, Entrenamiento y Reparación de Motores de Automóvil, W.Billiet

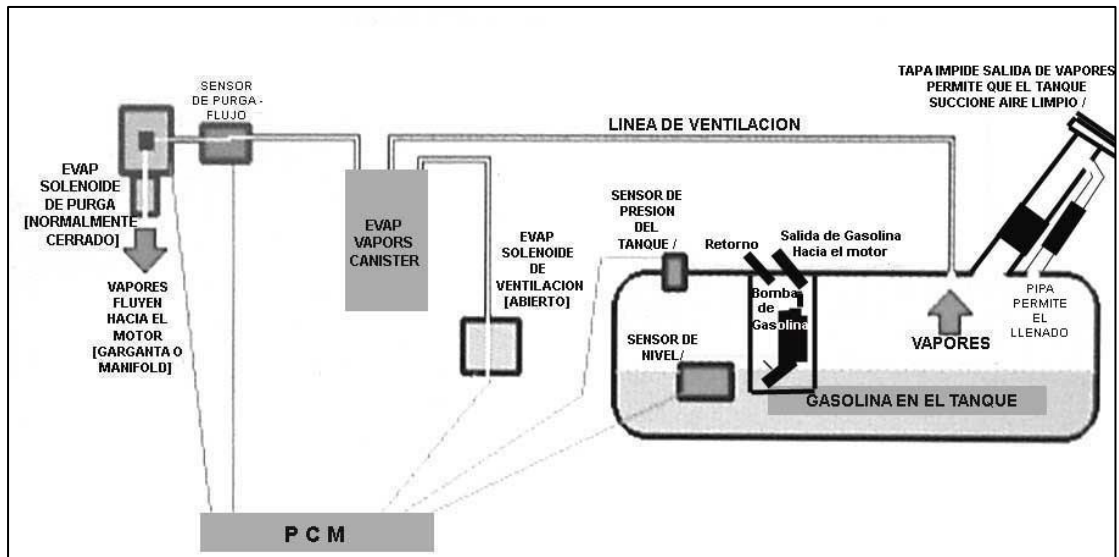


Figura 4. Esquema sistema EVAP

Fuente: Libro, Mecánica del automóvil II, Crouse W

2.3.2 Sistema de recirculación de los gases de escape (EGR)

A este sistema se lo denomina EGR por sus siglas en inglés exhaust recirculation gases; recirculación de los gases de escape. Actúa directamente para disminuir la formación de óxidos de nitrógeno (NOx).

Trabaja haciendo recircular una parte de los gases de escape del vehículo hacia la cámara de combustión, mezclándose con la nueva carga entrante de air/combustible, diluyendo la mezcla en condiciones de temperatura y presión alta lo que provoca la reducción de NOx.

Todo este proceso debe ser controlado ya que no en todas las cargas del motor es factible el sistema EGR, como por ejemplo cuando la carga del motor es pequeña. Para controlar esto se usa un modulador de vacío EGR que ayuda a limitar la cantidad de gas de escape que se recircula cuando la carga es mínima.

A continuación los diferentes tipos de válvulas EGR que podemos encontrar actualmente:

a) *Válvula EGR eléctrica*

Este tipo de válvulas no trabajan por medio de vacío ya que para ser accionadas cuentan con un solenoide el cual es controlado por la ECU el cual abre o cierra el paso por el que recirculan los gases de escape.

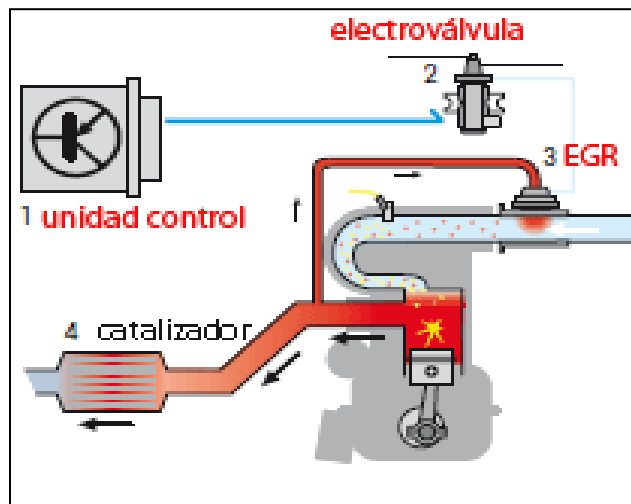


Figura 5. Esquema EGR eléctrica

Fuente: Libro, Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo, González D

b) *Válvula EGR neumática*

Este tipo de válvulas se accionan por depresión o vacío del múltiple de admisión. La EGR neumática está compuesta de una membrana que es empujada por un muelle para abrir o cerrar.

También es necesaria la presencia de una electroválvula que controle y regule la depresión de mando de la EGR.

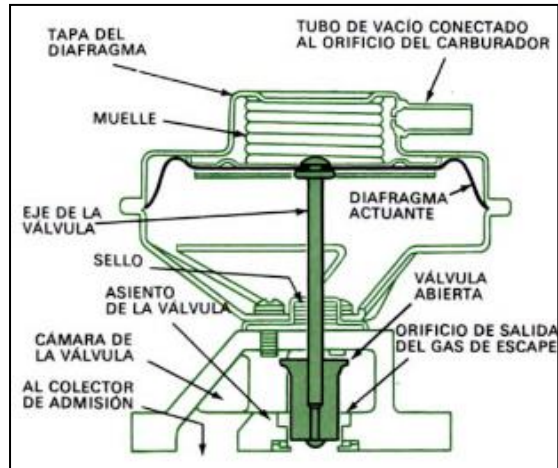


Figura 6. Partes EGR neumática

Fuente: Libro, Mecánica del automóvil II, Crouse W

2.3.3 SISTEMA DE VENTILACIÓN POSITIVA DEL CÁRTER (PCV)

Denominada PCV por sus siglas en inglés positive crankcase ventilation valve. Esta válvula va situada en el cárter del motor del vehículo.

Su función es parecida a la de la válvula EGR, recircular gases pero esta vez con los vapores o gases generados dentro del cárter. Son llevados hacia el múltiple de admisión y luego hacia la cámara de combustión donde son quemados.

Este proceso genera que la presión que existe dentro del motor se reduzca y a su vez la emisión de productos contaminantes hacia nuestro medio ambiente disminuya. Existen dos tipos de ventilación, abierta y cerrada.

Actualmente es obligatorio que los vehículos que usen la PCV sean de ventilación cerrada. Consta de un tubo que se conecta desde la tapa de balancines hacia el colector de admisión.

La evacuación de estos vapores acumulados en el cárter evacúen más rápido debido a que son aspirados por el vacío que se genera en el múltiple de admisión del vehículo. Funciona en conjunto con una válvula que cierra el paso cuando el motor está en ralentí.

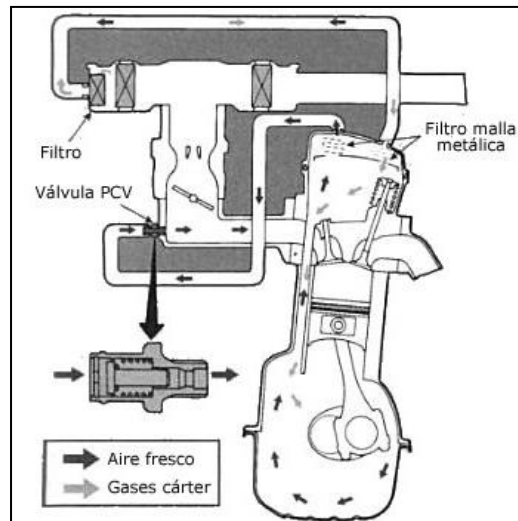


Figura 7. Esquema de la válvula PCV

Fuente: Libro, Mecánica del automóvil II, Crouse W

2.3.4 CONVERTIDOR CATALÍTICO

También denominado catalizador, es una de las piezas fundamentales dentro del sistema de control de emisiones de los vehículos. Está ubicado en el tubo de escape, en ese punto de ubicación la temperatura es bastante elevada por lo que el funcionamiento del catalizador es óptimo (eleva su propia temperatura entre 400°C y 700°C).

Los catalizadores trabajan según sea el elemento interno que contienen, oxidación y reducción.

1. **Oxidación:** Se añade oxígeno a los componentes de los gases de escape.
2. **Reducción:** Extrae el oxígeno de los componentes de los gases de escape.

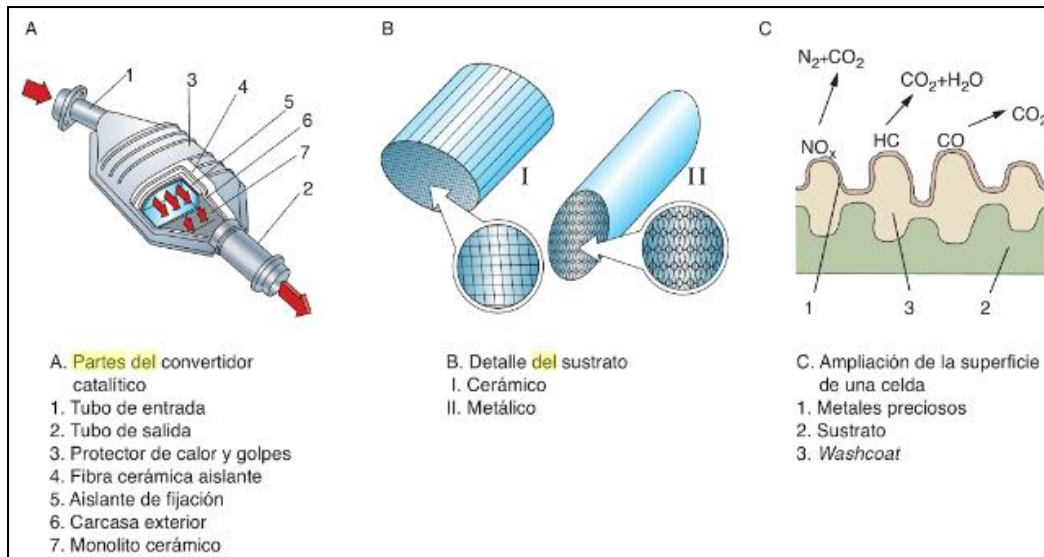


Figura 8. Partes del catalizador

Fuente: Libro, Sistemas auxiliares del motor

Dentro del catalizador se encuentran 3 metales preciosos, como son el rodio, paladio y platino. Cada uno cumple su función específica y a su vez hacen que los catalizadores tengan las siguientes agrupaciones:

a) **Catalizador oxidante**

Este tipo de catalizador solo permite la oxidación del monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC). Es uno de los más sencillos y más económicos para los usuarios en caso de requieran adquirir uno nuevo.

La característica principal es que posee un solo cuerpo, estos elementos mencionados anteriormente al ser oxidados se transforman en CO_2 y H_2O respectivamente, es decir; se transforman en gases inofensivos.

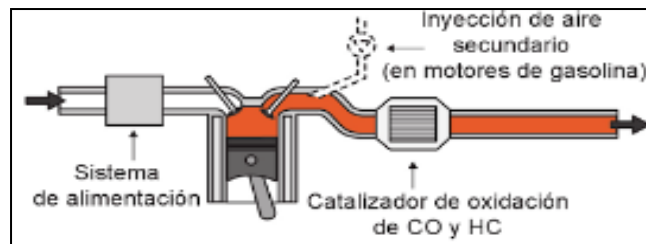


Figura 9. Catalizador de oxidación

Fuente: Libro, Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo, González D

b) Catalizador de dos vías

También es conocido como catalizador de doble cuerpo o doble efecto, tiene esta denominación debido a que tiene una toma intermedia de aire.

El NO_x es reducido en el primer cuerpo y en el segundo cuerpo actúa la toma intermedia de aire ya mencionada y reduce el CO y los HC.

c) Catalizador de tres vías

Este catalizador se lo conoce como al ideal, convierte todos los gases nocivos que emite el vehículo en sustancias no contaminantes. En este tipo de catalizadores reduce al mismo tiempo los tres gases más nocivos (HC, CO, NO_x).

El catalizador de tres vías va acompañado de la sonda lambda EGO o sensores de oxígeno como también se los conoce. Para que su funcionamiento sea el correcto, la mezcla aire-combustible debe estar cerca de la ideal (14.7 kg de aire y 1 kg de combustible).



Figura 10. Catalizador de tres vías

Fuente: Libro, Técnica de los gases de escape, Bosch

2.4 EQUIPO DE COMPROBACIÓN BOSCH FSA 740

El analizador de sistemas de vehículo FSA 740 que se muestra en la figura 11 y 12, es un aparato de comprobación de estructura modular para la técnica de comprobación o diagnóstico. El FSA 740 registra las señales específicas del vehículo y las transfiere a un PC baso en Windows a través de un interfaz USB.

En el PC está instalado el software de sistema FSA. Este software contiene las siguientes funciones:

- Identificación del vehículo.
- Ajustes.
- Análisis de sistemas para vehículos (comprobar sensores, osciloscopio universal, etc.).

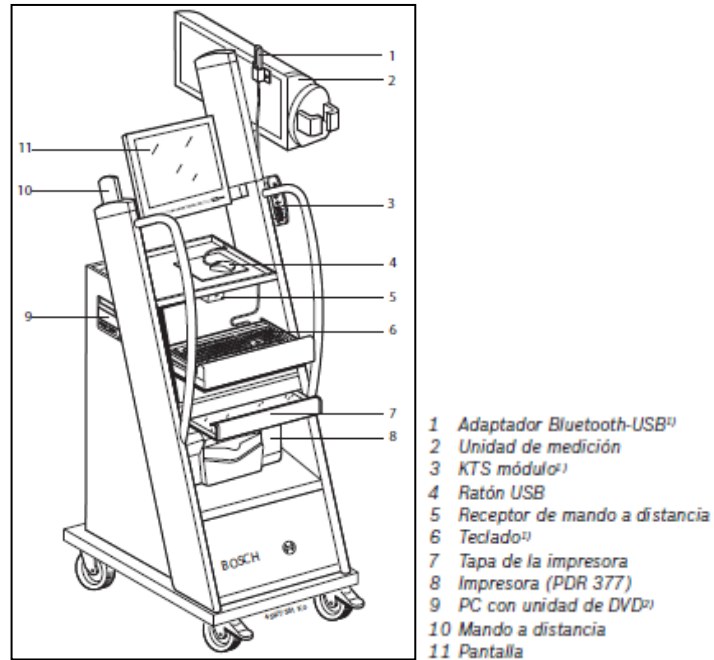


Figura 11. Partes del equipo Bosch FSA 740

Fuente: Manual Técnico, Bosch FSA 740



Figura 12. Equipo de diagnóstico Bosch FSA 740

Fuente: Manual Técnico, Bosch FSA 740

2.5 NORMATIVAS DE EMISIONES CONTAMINANTES

Las normativas son un conjunto de leyes o reglas a seguir que deben ser aplicadas para ciertos parámetros, en este caso los parámetros son para los niveles de contaminación vehicular permitidos en la ciudad de Guayaquil.

A partir del año 2014 en la ciudad de Guayaquil se optó por la modalidad de la revisión técnica vehicular; la cual consiste en una revisión exhaustiva del estado actual del automóvil. Consiste en revisar frenos, suspensión, luces, estado integro de carrocería, exterior (ventanas, parabrisas), fugas de fluidos (aceite, refrigerante, etc.) y lo más importante, las emisiones de gases contaminantes.

SGS (Société Générale de Surveillance – Sistema de Gestión de Seguridad) es una empresa procedente de Suiza y es la encargada de la revisión del parque automotor, ellos se encargan de la inspección, verificación, análisis y certificación del vehículo. Se rigen bajo diferentes normas que aplican dentro del país.

Las normativas que rigen en el Ecuador son las NTE – RTE INEN, las cuales integran un sinnúmero de reglas que deben ser aplicadas para la revisión técnica vehicular, a continuación las normas a las que se rige la SGS para la revisión:

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2349:2003 Revisión Técnica Vehicular. Procedimiento.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2202:1999 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Opacidad de Emisiones de escape de Motores de Diésel mediante la Prueba Estática. Método de aceleración Libre.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2203:1999 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones

de Escape en condiciones de Marcha Mínima o "Ralentí" para Motores a Gasolina.

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204:1998 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2205:2010 Vehículos automotores. Bus urbano. Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2207:1998 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Diésel.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2310:2000 Vehículo Automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Equipos para carburación dual GLP/Gasolina o solo de GLP en motores de combustión interna. Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2311:2000 Aire. Vehículos Automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Conversión de motores de combustión interna con sistema de carburación solo de gasolina por carburación dual GLP Gasolina o solo de GLP.
- NTE INEN 1155:2009 Vehículos automotores. Dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad.
- NTE INEN 1669:2011 Vidrios de Seguridad para automotores. Requisitos.
- RTE INEN 002:1996 Emisiones de Vehículos Automotores y Motores de Vehículos Usados.
- RTE INEN 011:2006 Neumáticos.
- RTE INEN 017:2008 Control de Emisiones Contaminantes de Fuentes Móviles Terrestres.
- RTE INEN 034:2010 Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores.
- RTE INEN 041:2010 Servicio escolar.

En base a las normativas especificadas anteriormente, RTE – NTE INEN, la SGS define los parámetros con respecto a los niveles de contaminación permitidos para el parque automotor. Estos parámetros se clasifican según el año del vehículo, en la tabla 2 se muestra los límites según la SGS.

Tabla 2. Límites máximos de emisiones permitidas SGS (ralentí y media carga)

Fuente: Instructivo de Revisión Técnica Vehicular, ATM. Pág. 182-183.

HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC)		
AÑO	UMBRAL	UNIDAD
$X \geq 2000$	$0 \leq X < 250$	(ppm)
$1990 \leq X \leq 1999$	$0 \leq X < 700$	(ppm)
$X \leq 1989$	$0 \leq X < 1200$	(ppm)
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)		
AÑO	UMBRAL	UNIDAD
$X \geq 2000$	$0 \leq X < 1.2$	%
$1990 \leq X \leq 1999$	$0 \leq X < 4.5$	%
$X \leq 1989$	$0 \leq X < 6$	%
OXÍGENO (O₂)		
AÑO	UMBRAL	UNIDAD
$X \geq 2000$	$0 \leq X < 3$	%
$1990 \leq X \leq 1999$	$0 \leq X < 3$	%
$X \leq 1989$	$0 \leq X < 3$	%

Los parámetros de medición en ralentí y media carga (2500rpm) son los mismos valores, solo aplican para los vehículos livianos a excepción de las motocicletas, para ellas y demás vehículos los parámetros varían.

CAPÍTULO III

COMPROBACIONES Y OBTENCIÓN DE DATOS

3.1 INSTALACIÓN DEL ANALIZADOR DE GASES

El analizador de gases de escape es un equipo que mide y analiza cada uno de los gases contaminantes que son evacuados por el vehículo, dependiendo del diseño o tecnología que este use, puede medir hasta 5 gases. Está equipado de filtros, una sonda, pantalla digital, adicional a los gases mide también las rpm, temperatura de aceite.

El funcionamiento es sencillo, se debe encender el equipo y esperar a que alcance su temperatura de funcionamiento, una vez alcanzada se realiza automáticamente la "puesta en cero" y pide realizar una prueba de estanqueidad de la sonda.

Terminado el proceso de puesta en cero, se coloca la sonda del analizador por el tubo de escape del vehículo y se espera unos minutos hasta obtener los valores requeridos.

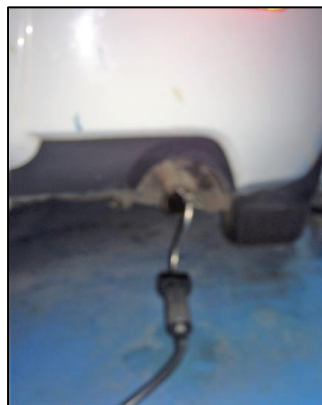


Figura 13. Colocación de la sonda para análisis de gases

Fuente: Angel Loaiza

Las pruebas se realizan en el vehículo Mazda 3, 1.6 L vehículo que tiene 113.800 Km de recorrido, usa combustible súper. Pertenece a la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.



Figura 14. Mazda 3, 1.6 L

Fuente: Angel Loaiza

3.2 LOCALIZACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES EN EL MAZDA 3

Para empezar a realizar las pruebas en el vehículo Mazda 3 es necesario conocer en qué parte están ubicados los componentes que van a ser anulados y posteriormente evaluados sus resultados.

Para tener una certeza se recurre al manual técnico de taller del vehículo, en él se encuentra la información necesaria de la ubicación, funcionamiento, remoción e instalación de los componentes del sistema de control de emisiones que este vehículo posee.

3.2.1 Ubicación de la válvula PCV en el Mazda 3

En la figura 15 se muestra la ubicación de la válvula PCV, se encuentra en la parte inferior del motor, cerca del múltiple de admisión y del cárter del motor, en la parte izquierda del motor por abajo.

Esta válvula cumple la función de enviar los gases acumulados en el cárter hacia el múltiple de admisión para que sean combustiónados en la mezcla aire-combustible, disminuyendo así la emisión de gases contaminantes. La PCV trabaja con vacío, de acuerdo a las rpm del motor.

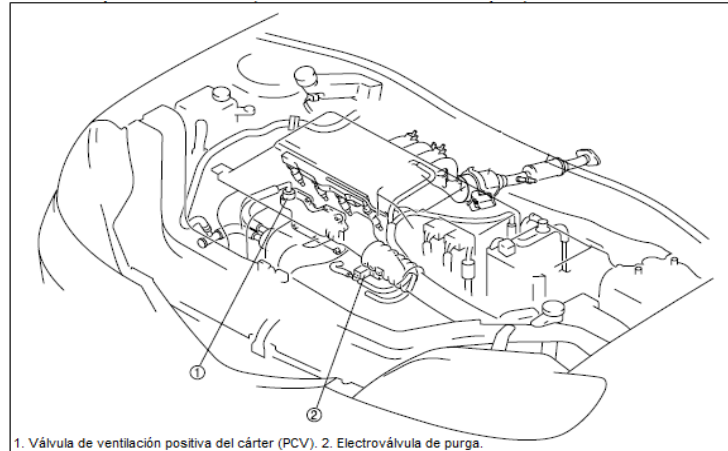


Figura 15. Ubicación de la válvula PCV

Fuente: Manual Técnico de Taller, Mazda

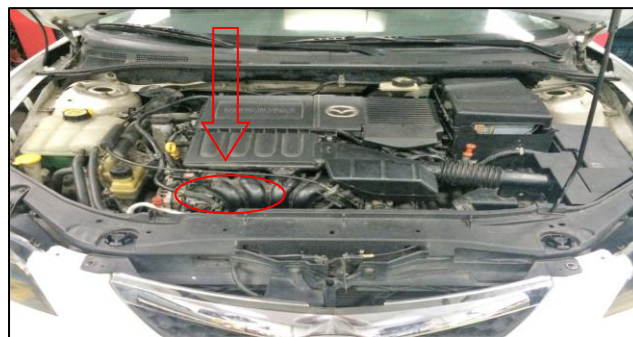


Figura 16. Ubicación de la válvula PCV

Fuente: Angel Loaiza

3.2.2 Ubicación de la válvula EGR

En la figura 17 se muestra la ubicación de la válvula EGR, va situada en la parte posterior del motor, cerca de múltiple de escape. La función de la EGR es recircular una parte de los gases de escape hacia la admisión para que sean nuevamente combustionados y reducir la contaminación, especialmente las emisiones de óxido de nitrógeno.

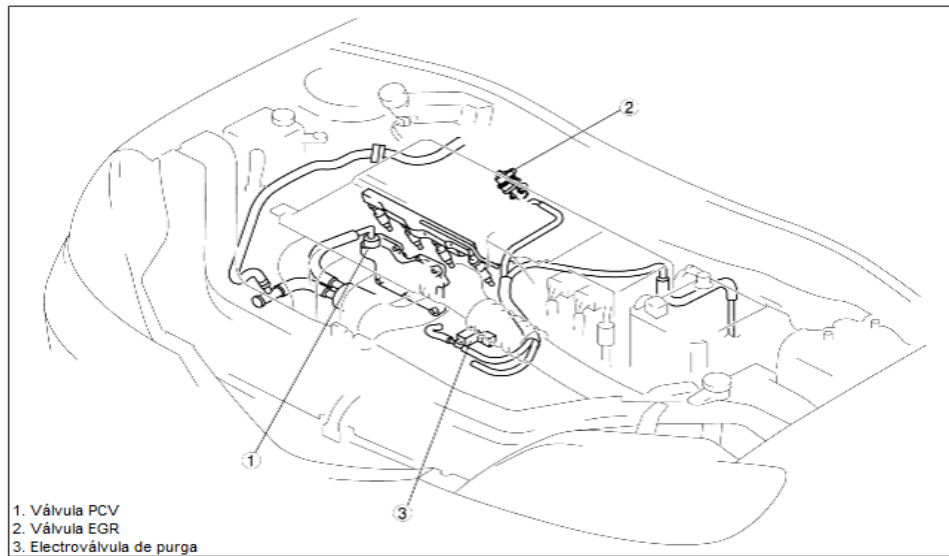


Figura 17. Ubicación de la válvula EGR

Fuente: Manual Técnico de Taller, Mazda

3.2.3 Ubicación de los sensores de oxígeno en el Mazda 3

En algunos motores, se tienen dos sensores de oxígenos, uno antes del catalizador y otro después, según sea el diseño del fabricante. En este caso el vehículo para las pruebas posee 2 sensores.

La función de los sensores es detectar si el estado de la mezcla es rica o pobre, le indica a la PCM que tan desfasada de la mezcla estequiométrica está

para que pueda regularla. Todo esto con el fin de disminuir los gases contaminantes.

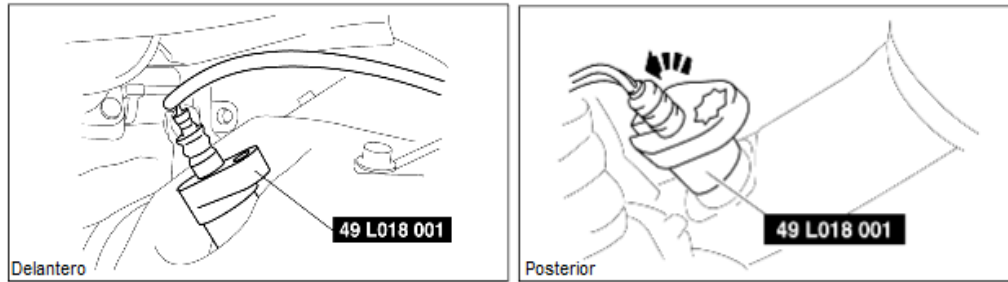


Figura 18. Ubicación de los sensores O₂

Fuente: Manual Técnico de Taller, Mazda

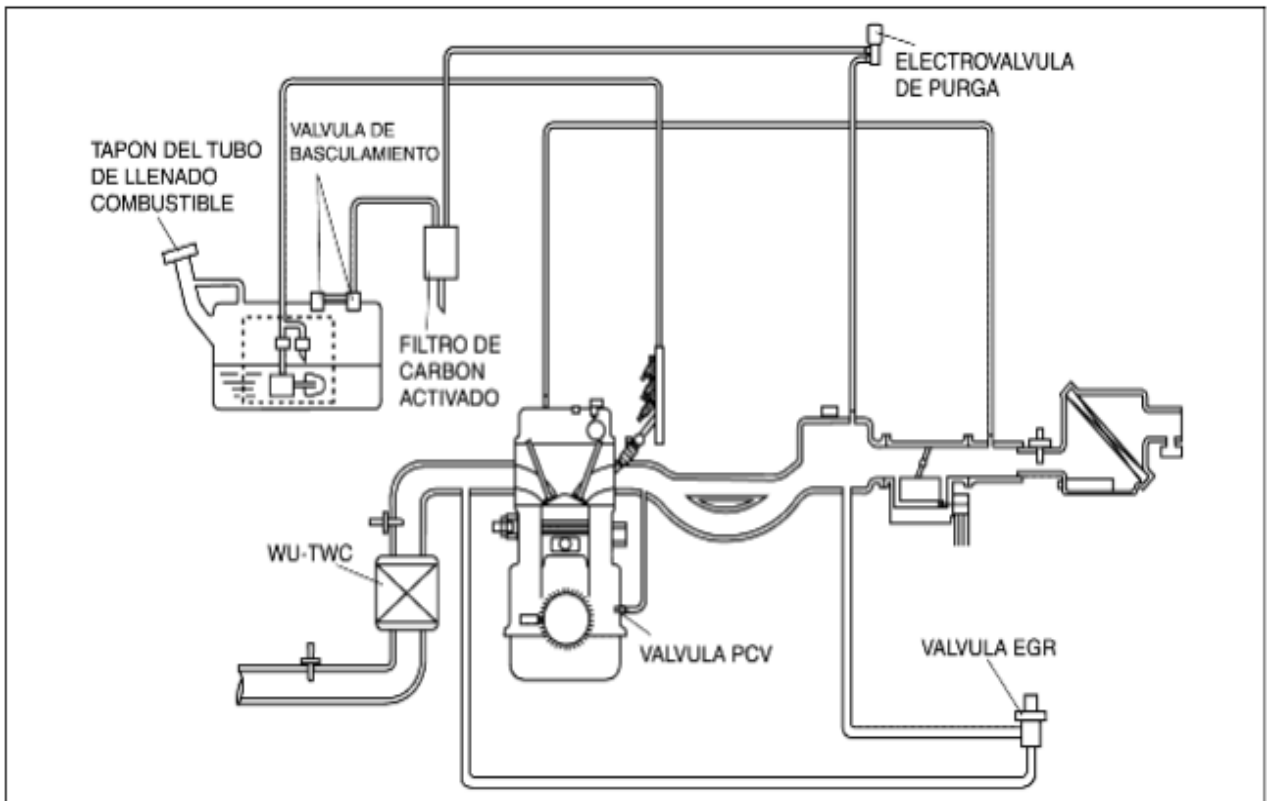


Figura 19. Esquema sistema de control de emisiones

Fuente: Manual Técnico de Taller, Mazda

En la figura 19 se observa el esquema de todos los componentes que posee el Mazda 3, los cuales cumplen con la función de controlar y mantener los gases que emite el vehículo dentro de los parámetros permitidos por fábrica.

3.3 OBTENCIÓN DE VALORES

Una vez ubicados los componentes del sistema de control de emisiones del Mazda 3, se comienza a realizar las pruebas con el analizador de gases. Se realizan tres mediciones diferentes, en ralentí, media carga (2500rpm) y plena carga (4000 rpm).

Estas mediciones son realizadas con el vehículo estándar y anulando los componentes del sistema de control de emisiones.

3.3.1 Reglaje de emisiones de fábrica del vehículo Mazda 3

Los valores obtenidos de las diferentes mediciones con el vehículo estándar y anulando los componentes de sistema de control de emisiones van a ser comparados con los valores de fábrica del vehículo, estos pueden apreciarse en la tabla 3.

Tabla 3. Valores de fábrica, Mazda 3

Fuente: Angel Loaiza

VALORES DE FÁBRICA		
	RALENTÍ	UNIDAD
TEMP	80	°C
RPM	750 ± 50	1/MIN
CO	0,5	%VOL
CO ₂	14,5 - 16	%VOL
HC	100	PPMVOL
O ₂	0,1 - 0,5	%VOL

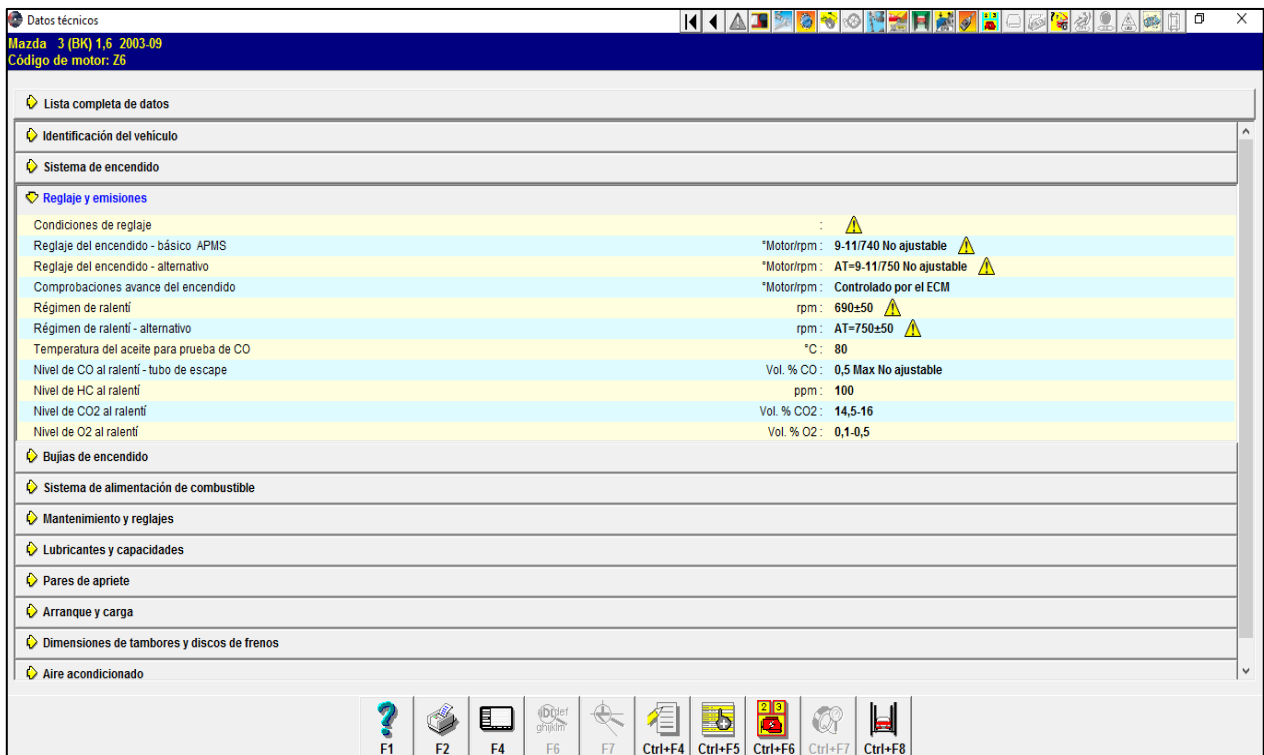


Figura 20. Reglaje y valores de emisiones del auto

Fuente: Software Automotriz, All Data

3.3.2 Toma de datos en condiciones normales

Se realiza la primera prueba con el vehículo estándar, sin alterar ni anular componentes o dispositivos del vehículo, es decir con el correcto funcionamiento de la PCV, el catalizador y los sensores de oxígeno.

Esta prueba es una de las más importantes, a partir de aquí comienza la obtención de datos para posteriormente ser analizados y comparados.

En la tabla 4 se obtienen los siguientes valores que fueron tomados mediante el analizador de gases de escape.

Tabla 4. Valores obtenidos con el vehículo estándar

Fuente: Analizador de gases

ESTÁNDAR				
	RALENTÍ	A 2500 rpm	A 4000 rpm	UNIDAD
TEMP	93	95	97	°C
RPM	780	2610	4120	1/MIN
CO	0,32	0,53	0,09	%VOL
CO₂	14,5	13,8	14,5	%VOL
HC	185	183	116	PPMVOL
O₂	1,43	1,06	1,35	%VOL
LAMBDA	1,05	1,028	1,057	

Tal como se muestra en la tabla 4 se analiza que los valores varían según las revoluciones del vehículo. Con estos datos se analizará los parámetros en base a las normas de regulación que posee la SGS.

3.3.3 Toma de datos eliminando cada componente del sistema de emisiones

Para realizar la toma de datos se eliminarán los siguientes componentes; con el fin de obtener los resultados de posibles fallas.

1. PCV
2. Sensores de oxígeno

3.3.3.1 Vehículo sin válvula PCV

Se anula la PCV por una tubería de vacío que va conectada directamente a la válvula, esta queda fuera de servicio y se procede a realizar nuevamente el análisis de los gases de escape, se repiten las tres mediciones. En la tabla 4 se muestran los valores obtenidos.

Tabla 5. Valores obtenidos con el vehículo sin válvula PCV

Fuente: Angel Loaiza

SIN PCV				
	RALENTÍ	a 2500 rpm	a 4000 rpm	UNIDAD
TEMP	91	94	94	°C
RPM	790	2810	4050	1/MIN
CO	0,06	0,03	0,62	%VOL
CO₂	7,9	7,8	7	%VOL
HC	679	333	215	PPMVOL
O₂	10,42	10,13	11,48	%VOL
LAMBDA	1,823	1,86	1,989	

En la tabla 5 se observa que los valores varían, en especial en el incremento de HC. Esto se debe a que la PCV trabaja directamente con los gases que se generan dentro del cárter y los envía nuevamente al múltiple de admisión para sean combustionados.

3.3.2.2 Vehículo sin sensores de oxígeno

Se procede a desconectar los sockets de los sensores de oxígeno, al hacer esto la ECU no recibe señales de estos sensores y quedan anulados del sistema, se realizan las mediciones en tres condiciones ya mencionadas.

Los sensores de oxígeno ayudan a detectar la cantidad de O₂ que sale por el escape y le indica a la PCM si la mezcla está rica (menos oxígeno) o pobre (más oxígeno).

En la tabla 6 se observa los valores obtenidos.

Tabla 6. Valores obtenidos con el vehículo sin sensores O₂

Fuente: Analizador de gases

SIN SENSORES DE OXIGENO				
	RALENTÍ	a 2500 rpm	a 4000 rpm	
TEMP	92	93	93	°C
RPM	780	2760	4080	1/MIN
CO	1,79	0,01	0,09	%VOL
CO₂	13,7	13,9	13,8	%VOL
HC	221	80	99	PPMVOL
O₂	0,94	2,12	2,08	%VOL
LAMBDA	0,983	1,103	1,098	

En la tabla 5 se ve el aumento de oxígeno debido a que la computadora del vehículo detecta una lectura errónea por parte de los sensores anulados y trata de equilibrar la mezcla aire-combustible.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realiza el análisis de los valores obtenidos con el analizador de gases, estos valores serán comparados y analizados independientemente entre sí, es decir cada uno de los gases emitidos.

4.1 ANÁLISIS DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) EN RALENTÍ

En la tabla 7 se visualiza la comparación que se realiza del gas CO, el cual se muestra a continuación:

Tabla 3. Tabla comparativa de CO – Ralentí

Fuente: Angel Loaiza

Monóxido de Carbono (CO)						
	FÁBRICA	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	SGS	
TEMP	80	93	91	92	±	°C
RPM	750 ± 50	780	790	780	±	1/MIN
CO	0,1 - 0,5	0,32	0,06	1,79	≤ 1,2	%VOL

En la tabla 7 se tienen los valores numéricos del monóxido de carbono, representados gráficamente en la figura 21. Comparando los datos de fábrica y los permitidos por la SGS vemos que al anular los componentes del sistema de control de emisiones los valores empiezan a variar.

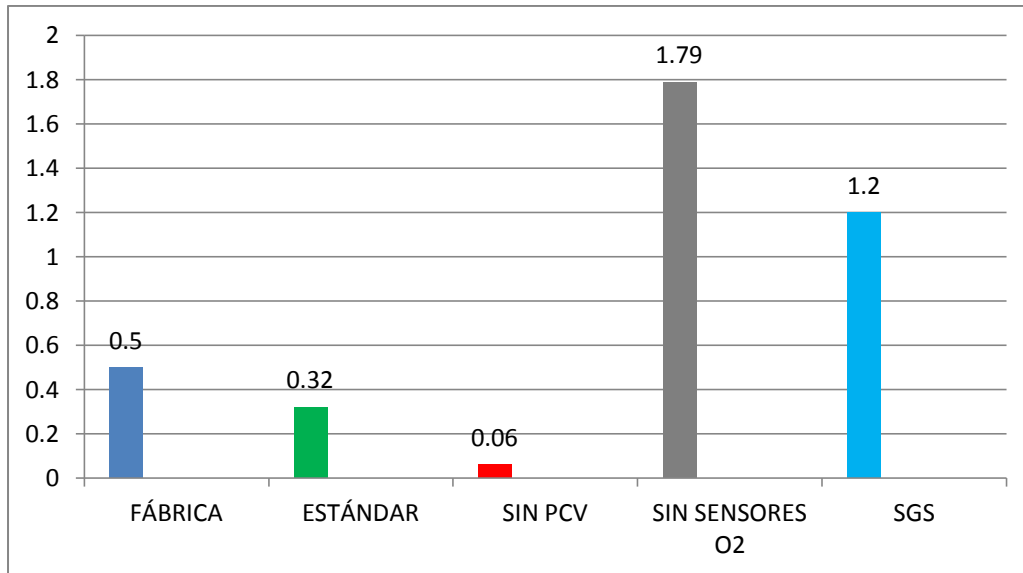


Figura 21. Análisis de monóxido de carbono (CO) - Ralentí

Fuente: Angel Loaiza

Al dejar al sistema sin los sensores de O₂ el nivel de CO incrementa debido a que la PCM automáticamente envía la orden de inyectar más combustible lo que genera una mezcla rica quedando fuera del rango permitido por la SGS, es decir que el vehículo no es apto para circular dentro de la ciudad, no se le otorga el certificado de la revisión y se deberá tomar medidas para corregir el desfase que tiene.

El tener el circuito de funcionamiento de la PCV anulado hace que los gases acumulados en el cárter ya no pasen al múltiple de admisión para ser combustionados y lo por lo tanto ya no se tiene una mayor acumulación de CO dentro del sistema.

4.1.2 Análisis de monóxido de carbono (CO) en media carga

En la tabla 8 se visualiza la comparación que se realiza del gas CO, el cual se muestra a continuación:

Tabla 4. Tabla comparativa de CO – Media carga

Fuente: Angel Loaiza

Monóxido de Carbono (CO) - Media Carga					
	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	SGS	UNIDAD
TEMP	95	94	93	±	°C
RPM	2610	2810	2760	±	1/MIN
CO	0,53	0,03	0,01	≤ 1,2	%VOL

A media carga; 2500 rpm aproximadamente, los niveles de monóxido de carbono se mantienen muy por debajo de límite máximo permitido por la SGS, a pesar de adulterar el sistema de control de emisiones.

A 2500 rpm estoy generando mayor vacío y por ende el ingreso de aire al sistema tiene mayor contenido de oxígeno, el oxígeno en combinación con el CO forma una oxidación que da como resultado CO₂, un gas inofensivo.

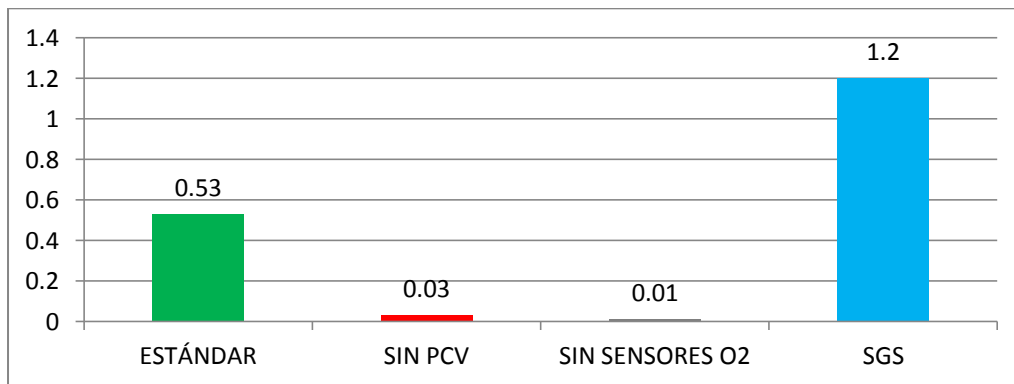


Figura 22. Análisis de monóxido de carbono (CO) – Media carga

Fuente: Angel Loaiza

4.1.3 Análisis de monóxido de carbono (CO) en plena carga

En la tabla 9 se visualiza la comparación que se realiza del gas CO, el cual se muestra a continuación:

Tabla 5. Tabla comparativa de CO – Plena carga

Fuente: Angel Loaiza

Monóxido de Carbono (CO) - Plena Carga				
	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	UNIDAD
TEMP	97	94	93	°C
RPM	4120	4050	4080	1/MIN
CO	0,09	0,03	0,09	%VOL

Al igual que a media carga, en plena carga los niveles de CO se encuentran por debajo de lo permitido de la SGS, a pesar de que solo toman dos lecturas; ralentí y media carga, a 4000rpm se mantiene dentro del rango permitido de la prueba de emisiones de gases.

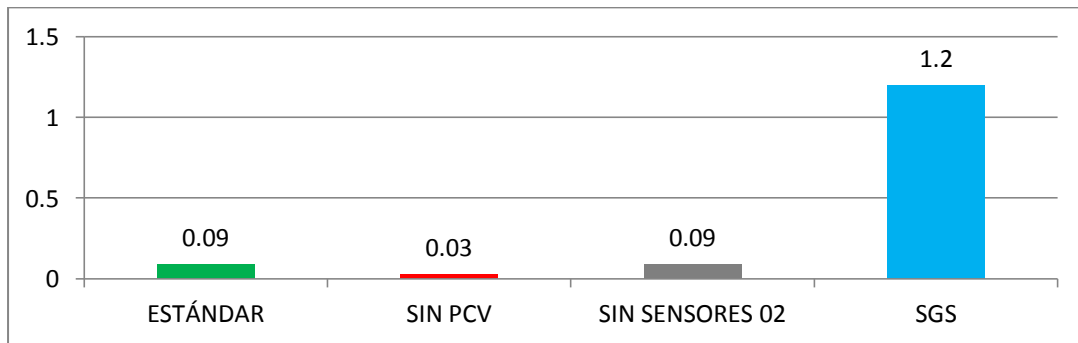


Figura 23. Análisis de monóxido de carbono (CO) – Plena carga

Fuente: Angel Loaiza

4.2 ANÁLISIS DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Los análisis que se realizarán son en ralentí, media carga y plena carga, a continuación el detalle.

4.2.1 Análisis de dióxido de carbono (CO₂) en ralentí

En la tabla 10 se visualiza la comparación que se realiza del gas CO₂, el cual se muestra a continuación:

Tabla 6. Tabla comparativa de CO₂ – Ralentí

Fuente: Angel Loiza

Dióxido de Carbono (CO ₂)					
	FÁBRICA	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	UNIDAD
TEMP	80	93	91	92	°C
RPM	750 ± 50	780	790	780	1/MIN
CO ₂	14,5 - 16	14,5	7,9	13,7	%VOL

En la tabla 10 y figura 24 se expresa numéricamente y gráficamente los valores de nivel de CO₂ emitido por el vehículo en ralentí. La SGS no analiza este gas dentro sus parámetros de medición.

Figura 24. Análisis de dióxido de carbono (CO₂) - Ralentí

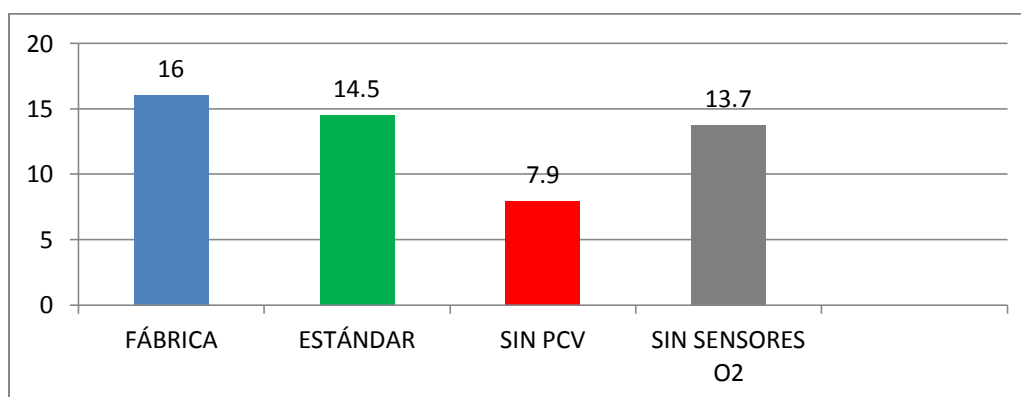


Figura 25. Análisis de dióxido de carbono (CO₂) - Ralentí

Fuente: Angel Loiza

Independientemente que este gas no sea considerado dentro de las normas para el análisis de emisiones de gases de la SGS se puede apreciar que el nivel se mantiene por debajo de los parámetros de fábrica, es decir que el vehículo cumple con los parámetros a pesar de haber manipulado los componentes del sistema de control de emisiones.

4.2.2 Análisis de dióxido de carbono (CO₂) en media carga

En la tabla 11 se visualiza la comparación que se realiza del gas CO₂, el cual se muestra a continuación:

Tabla 7. Tabla comparativa de CO₂ – Media carga

Fuente: Angel Loaiza

Dióxido de Carbono (CO ₂)				
	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	UNIDAD
TEMP	95	94	93	°C
RPM	2610	2810	2760	1/MIN
CO ₂	13,8	7,8	13,9	%VOL

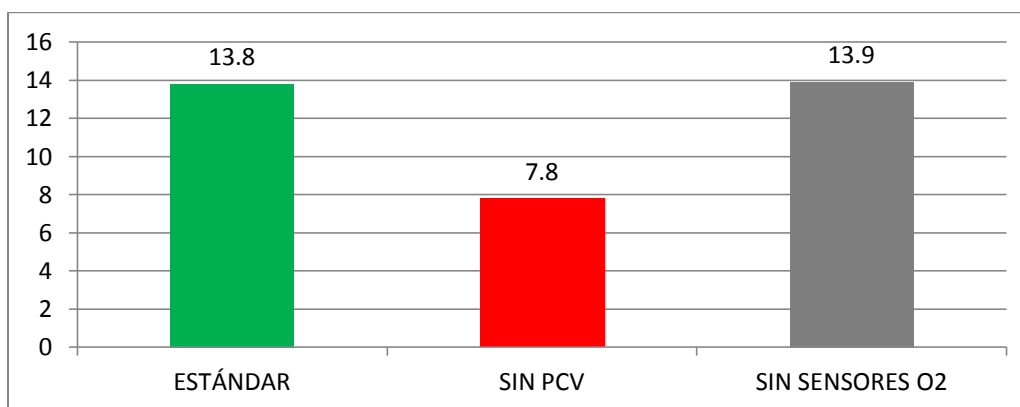


Figura 26. Análisis de dióxido de carbono (CO₂) – Media carga

Fuente: Angel Loaiza

En la figura 25 se visualiza una disminución del monóxido de carbono al momento de anular la PCV y se incrementa levemente sin los sensores de oxígeno en comparación a las medidas tomadas en ralentí.

4.2.3 Análisis de dióxido de carbono (CO₂) en plena carga

En la tabla 12 se visualiza la comparación que se realiza del gas CO₂, el cual se muestra a continuación:

Tabla 8. Tabla comparativa de CO₂ – Plena carga

Fuente: Angel Loaiza

Dióxido de Carbono (CO ₂)				
	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	UNIDAD
TEMP	97	94	93	°C
RPM	4120	4050	4080	1/MIN
CO ₂	14,5	7	13,8	%VOL

Este gas al no entrar dentro del análisis por parte de la SGS no puede ser comparado para saber si cumple o no las normativas anulando los componentes, sin embargo se mantiene por debajo de los parámetros iniciales que indica fábrica.

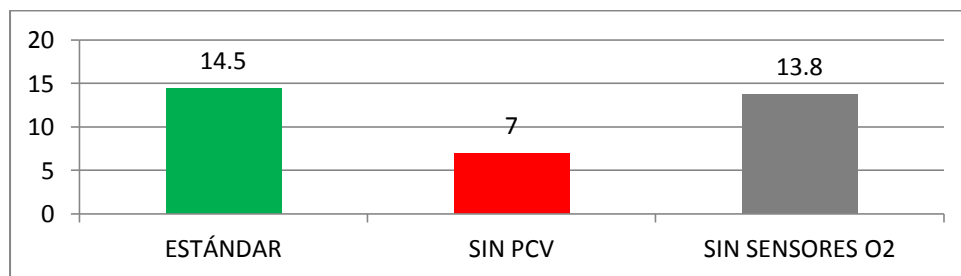


Figura 27. Análisis de dióxido de carbono (CO₂) – Plena carga

Fuente: Angel Loaiza

Se puede observar en las figuras 25 y 26 respectivamente que los valores no varían mucho, y se mantienen por debajo del porcentaje comparado inicialmente tanto a media como plena carga.

4.3 ANÁLISIS DE HIDROCARBURO (HC)

Se toma la muestra en ralentí, media carga y plena carga respectivamente para el análisis de hidrocarburos.

4.3.1 Análisis de hidrocarburo (HC) en ralentí

En la tabla 13 se visualiza la comparación que se realiza del gas HC, el cual se muestra a continuación:

Tabla 9. Tabla comparativa de HC – Ralentí

Fuente: Angel Loaiza

Hidrocarburos (HC)						
	FÁBRICA	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	SGS	UNIDAD
TEMP	80	93	91	92	±	°C
RPM	750 ± 50	780	790	780	±	1/MIN
HC	100	185	679	221	≤ 250	PPMVOL

En la tabla 13 y figura 27, se aprecia la diferencia de los valores numéricos y gráficos del nivel de HC, al comparar solamente el valor de fábrica con las mediciones realizadas sin tomar en cuenta los parámetros de la SGS, se puede ver que no cumple con lo establecido por fábrica.

En la gráfica del vehículo estándar sin haber manipulado ningún componente del sistema de control de emisiones se ve que está fuera del límite

que manda fábrica lo que indicaría problemas en la combustión y entran en juego varios factores (bujías, inyectores, filtro de aire, etc.).

Al anular el funcionamiento de la válvula PCV el nivel de HC se eleva considerablemente sobrepasando el parámetro establecido por SGS que debe ser menor a 250 ppm de HC.

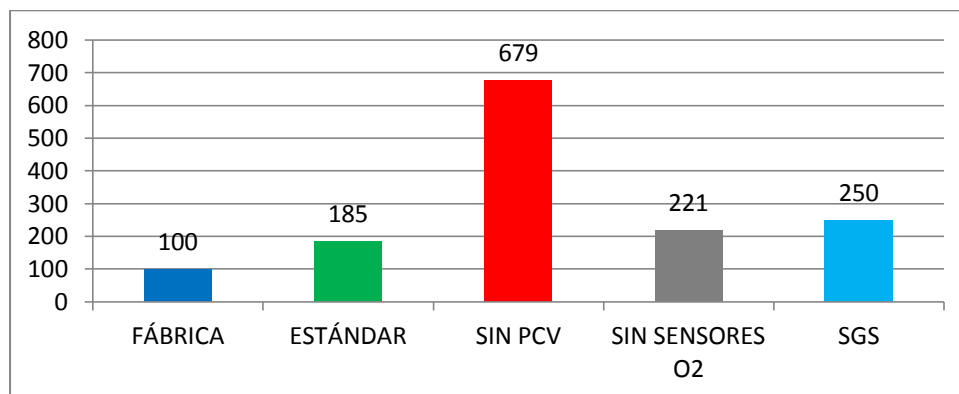


Figura 28. Análisis de HC – Ralentí

Fuente: Angel Loaiza

4.3.2 Análisis de hidrocarburo (HC) en media carga

En la tabla 14 se visualiza la comparación que se realiza del gas HC, el cual se muestra a continuación:

Tabla 10. Tabla comparativa de HC – Media carga

Fuente: Angel Loaiza

Hidrocarburos (HC)					
	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	SGS	UNIDAD
TEMP	95	94	93	±	°C
RPM	2610	2810	2760	±	1/MIN
HC	183	333	80	≤ 250	PPMVOL

El nivel de HC sigue estando fuera de los parámetros establecidos tanto de fábrica como de SGS principalmente al anular la PCV y realizar la medición en media carga.

Estos valores representan la importancia que tiene la PCV dentro del funcionamiento del sistema al momento de controlar y disminuir los gases contaminantes.

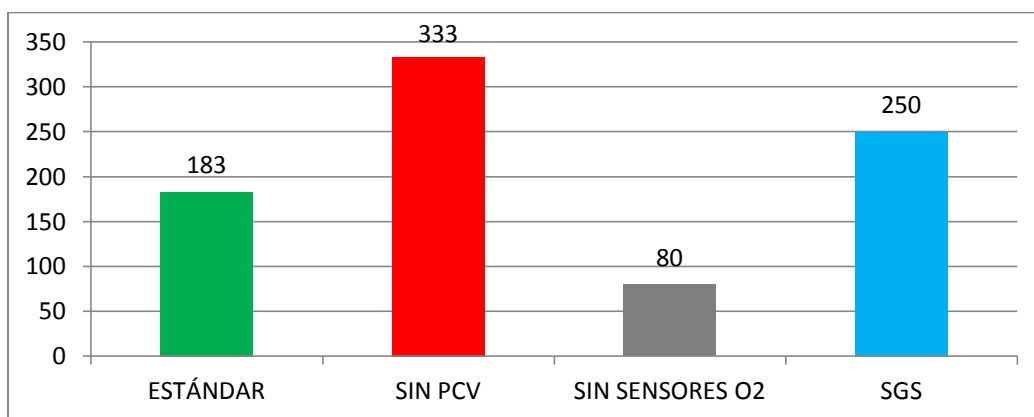


Figura 29. Análisis de HC – Media carga

Fuente: Angel Loaiza

4.3.3 Análisis de hidrocarburo (HC) en plena carga

En la tabla 15 se visualiza la comparación que se realiza del gas HC, el cual se muestra a continuación:

Tabla 11. Tabla comparativa de HC – Plena carga

Fuente: Angel Loaiza

Hidrocarburos (HC)				
	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	UNIDAD
TEMP	97	94	93	°C
RPM	4120	4050	4080	1/MIN
HC	116	215	99	PPMVOL

En la figura 29 se muestra que a plena carga el nivel de HC disminuye a comparación con las otras mediciones (ralentí - media carga).

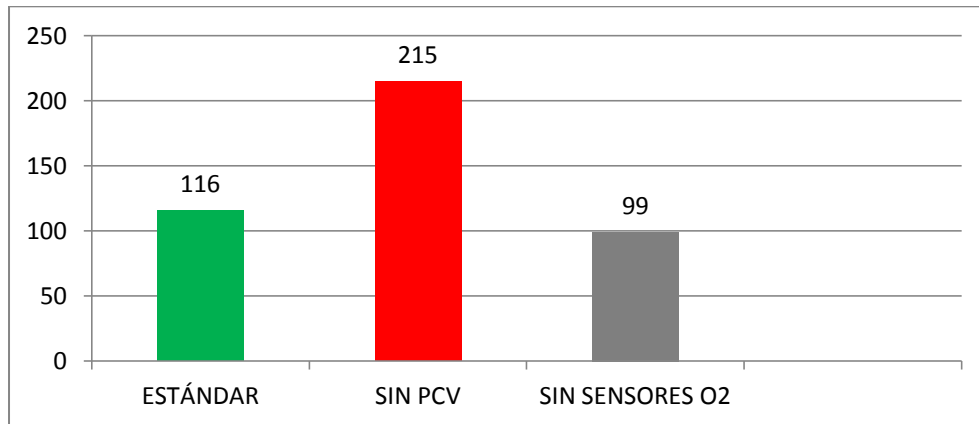


Figura 30. Análisis de HC – Plena Carga

Fuente: Angel Loaiza

4.4 ANÁLISIS DE OXÍGENO (O₂)

Se analiza al igual que los otros gases en ralentí, media carga y plena carga respectivamente.

4.4.1 Análisis de oxígeno (O₂) en ralentí

En la tabla 16 se visualiza la comparación que se realiza del gas O₂, el cual se muestra a continuación:

Tabla 12. Tabla comparativa de O₂ – Ralentí

Fuente: Angel Loaiza

Oxígeno (O ₂)						
	FÁBRICA	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	SGS	UNIDAD
TEMP	80	93	91	92	±	°C
RPM	750 ± 50	780	790	780	±	1/MIN
O ₂	0,1 - 0,5	1,43	10,42	0,94	≤ 3	%VOL

Nuevamente cuando se anula la PCV del sistema, existe un incremento de los valores, en este caso del oxígeno, en la gráfica 10 se puede ver que la SGS permite hasta el 3% de O₂ en la emisión de gases y sin esta válvula prácticamente se triplica.

En cambio al anular los sensores de oxígeno el valor disminuye considerablemente, esto se debe a que la mezcla pasa a ser rica y por ende se obtienen más partes de combustible que de oxígeno.

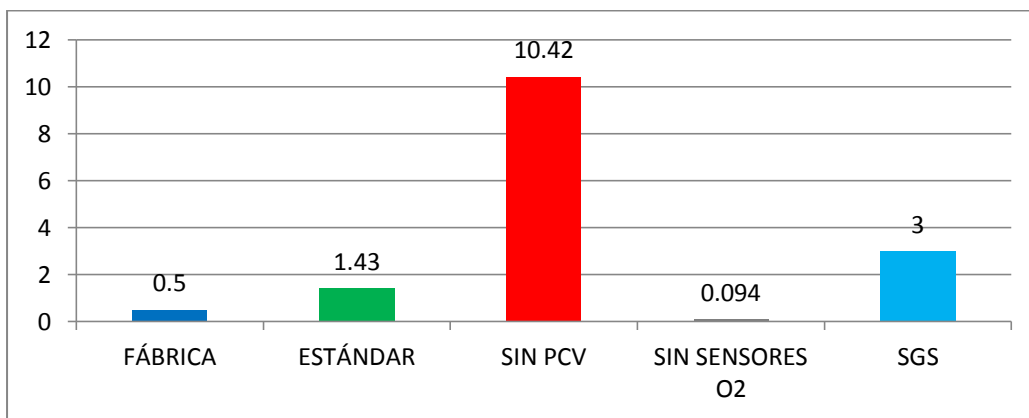


Figura 31. Análisis de O₂ – Ralentí

Fuente: Angel Loaiza

4.4.2 Análisis de oxígeno (O₂) en media carga

En la tabla 17 se visualiza la comparación que se realiza del gas O₂, el cual se muestra a continuación:

Tabla 13. Tabla comparativa de O₂ – Media carga

Fuente: Angel Loaiza

Oxígeno (O ₂)					
	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	SGS	UNIDAD
TEMP	95	94	93	±	°C
RPM	2610	2810	2760	±	1/MIN
O ₂	1,06	10,13	2,12	≤ 3	%VOL

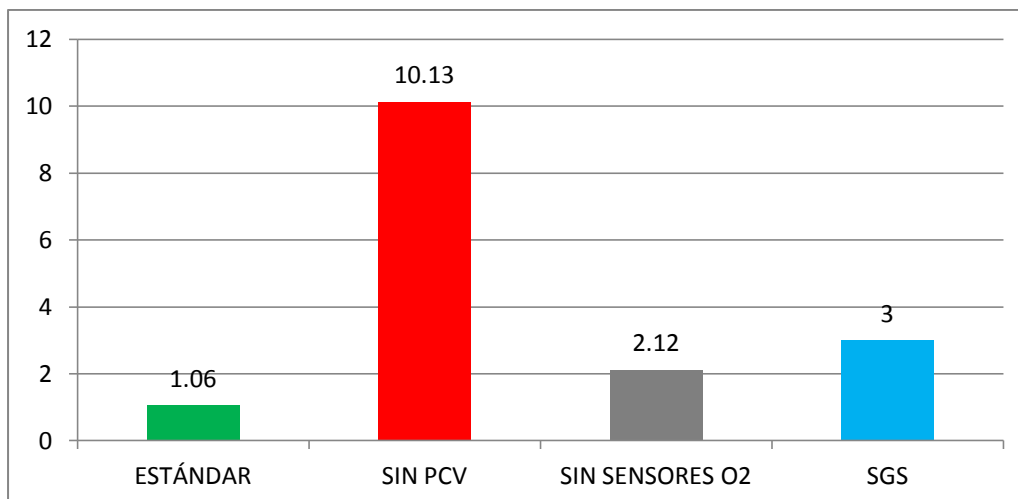


Figura 32. Análisis de O₂ – Media carga

Fuente: Angel Loaiza

En la tabla 17 y figura 31 se observa que el nivel de oxígeno al momento de anular la PCV se eleva considerablemente y se triplica prácticamente el parámetro permitido por SGS.

4.4.3 Análisis de oxígeno (O₂) en plena carga

En la tabla 18 se visualiza la comparación que se realiza del gas O₂, el cual se muestra a continuación:

Tabla 14. Tabla comparativa de O₂ – Plena carga

Fuente: Angel Loaiza

Oxígeno (O ₂)				
	ESTÁNDAR	SIN PCV	SIN SENSORES O ₂	UNIDAD
TEMP	97	94	93	°C
RPM	4120	4050	4080	1/MIN
O ₂	1,35	11,48	2,08	%VOL

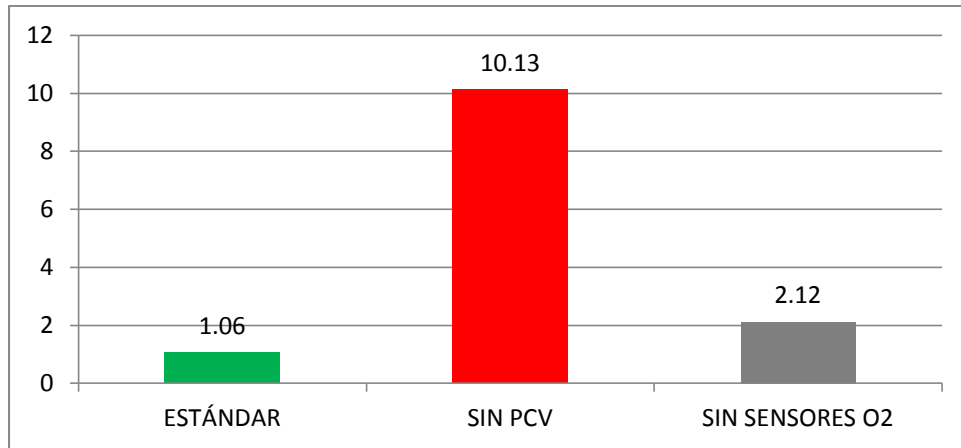


Figura 33. Análisis de O₂ – Plena carga

Fuente: Angel Loaiza

A media y plena carga el porcentaje de O₂ sin la PCV y sin los sensores de oxígeno no varían tanto. Sin embargo el anular la válvula sigue sobrepasando los parámetros permitidos por la SGS.

Comparando los valores de fábrica con los de las distintas mediciones realizadas se nota claramente que se está por encima del límite. No obstante nos debemos regir a las normas que aplican en la ciudad de Guayaquil y el vehículo en modo estándar sí cumple dichas normas.

4.5 ANÁLISIS DE TODOS LOS GASES - PARÁMETROS SGS – RALENTÍ

Tabla 15. Tabla comparativa según SGS – Ralentí

Fuente: Angel Loaiza

ANÁLISIS DE GASES SEGÚN SGS				
GASES	CO - %VOL	CO ₂ - %VOL	O ₂ - %VOL	HC - PPMVOL
ESTÁNDAR	0,32	14,5	1,43	185
SIN PCV	0,06	7,9	10,42	679
SIN SENSORES O ₂	1,79	13,7	0,94	221
SGS	1,2	±	≤ 3	≤ 250

En la tabla 19 se tiene la recopilación de los valores obtenidos de la medición en ralentí de los gases de escape, con el vehículo estándar y anulando los componentes.

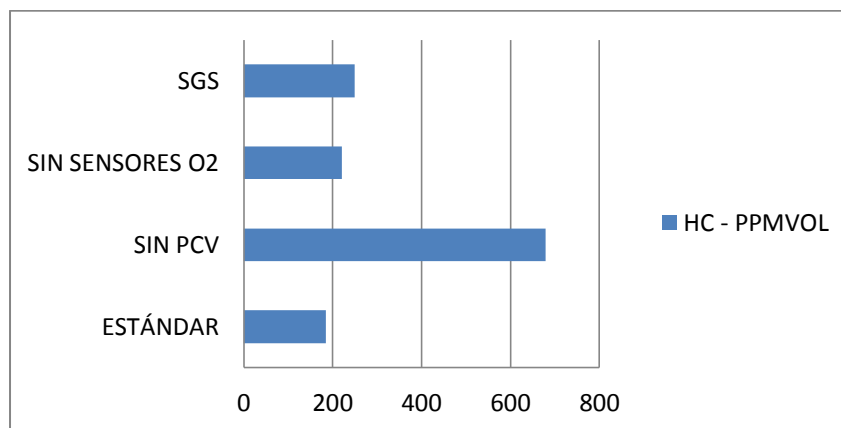
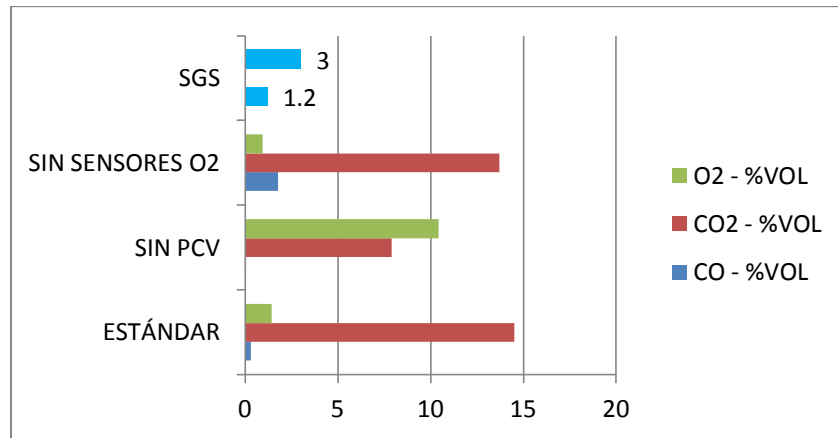


Figura 34. Análisis según SGS – Ralentí

Fuente: Angel Loiza

El vehículo estándar cumple con los parámetros definidos por la SGS, como se aprecia en la figura 33 las barras del vehículo en modo estándar se encuentran por debajo del límite permitido.

Al momento de anular los componentes del sistema de control de emisiones que posee el vehículo se empieza a tener una variación considerable de los valores, ocasionando estar fuera de los parámetros permitidos.

Hay que tener muy en cuenta el estado de estos componentes previos a una revisión de gases ya que el mal funcionamiento o anulación de los mismos provoca un incremento de los gases que emite el vehículo.

4.5.1 ANÁLISIS DE TODOS LOS GASES - PARÁMETROS SGS – MEDIA CARGA

A media carga, 2500 rpm aproximadamente nuevamente el vehículo en modo estándar sí cumple con los parámetros de la SGS establecidos al igual que en ralentí.

En la tabla 20 y figura 34 se visualiza que anulando los componentes el vehículo queda fuera de parámetros con los diferentes gases que se analizan al momento de la revisión.

Tabla 16. Tabla comparativa según SGS – Media carga

Fuente: Angel Loaiza

ANALISIS DE GASES SEGÚN SGS				
GASES	CO - %VOL	CO₂ - %VOL	O₂ - %VOL	HC - PPMVOL
ESTÁNDAR	0,53	13,8	1,06	183
SIN PCV	0,03	7,8	10,13	333
SIN SENSORES O₂	0,01	13,9	2,12	80
SGS	1,2	±	3	250

La función que cumplen los elementos del sistema de control de emisiones dentro del vehículo es fundamental no solo para reducir el nivel contaminación, sino también para el rendimiento óptimo del motor, el adulterar o simplemente anular cualquier tipo de componente afectará directamente al desempeño del vehículo.

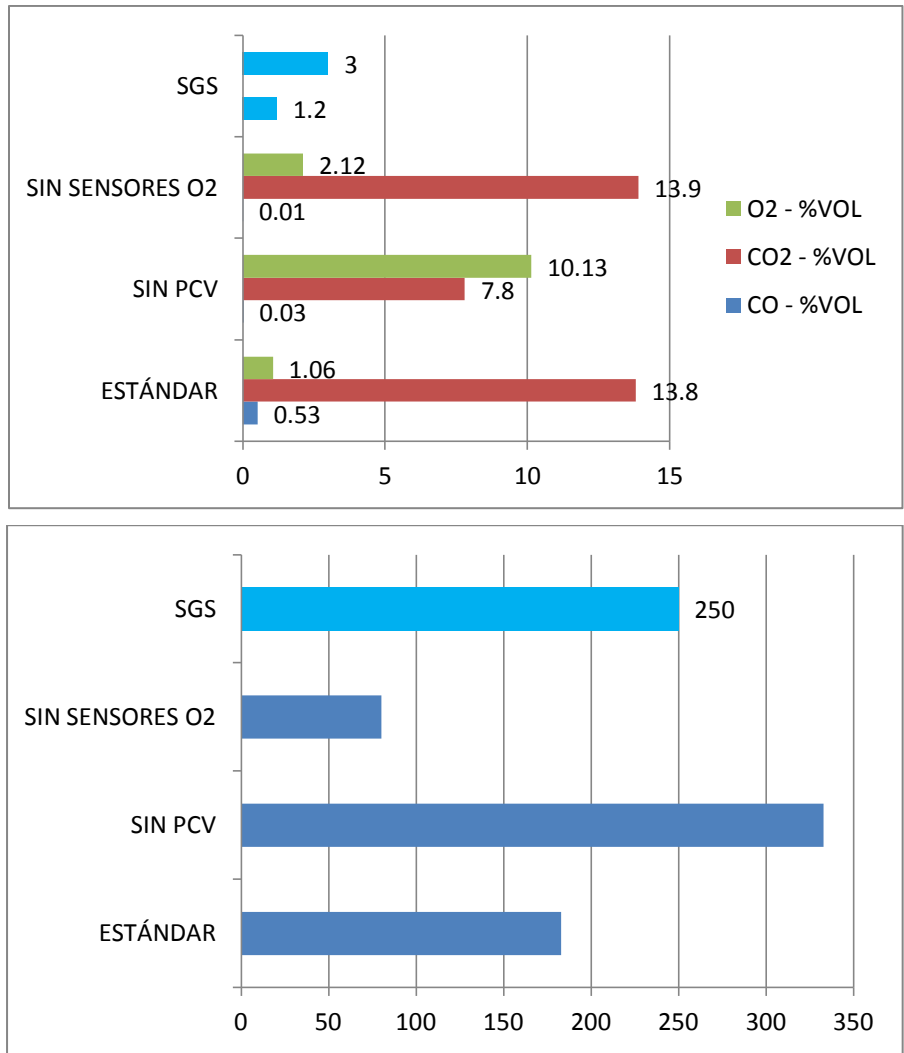


Figura 34. Análisis Según SGS – Media Carga
Fuente: Angel Loaiza

Se puede observar claramente los valores arrojados de los diferentes gases contaminantes al momento de manipular dichos componentes, si bien es cierto en algunos casos los parámetros de cierto gas se mantiene muy por debajo de los parámetros pero se elevan en otro gas. Esto quiere decir el trabajo en conjunto que existe entre los componentes para mantener un equilibrio de la emisión de los gases.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se logró entender el funcionamiento y la ubicación de los elementos que conforman el sistema de control de emisiones del Mazda 3 1.6, como son la válvula PCV, catalizadores y elementos auxiliares como son los sensores de oxígeno. En este vehículo no se encontró la válvula EGR producto de un diseño de fábrica o porque fue retirada.
- Mediante el equipo se pudo realizar las pruebas y obtener los valores de la emisión de gases con el vehículo estándar y anulando sus componentes del sistema de control de emisiones.
- Se comparó los resultados obtenidos con el equipo y se realizó el análisis individual de cada gas, usando como referencia los parámetros emitidos por fábrica y SGS. Aquí se verifica la importancia y eficacia de los diferentes elementos del sistema que este vehículo posee al momento de controlar y disminuir la emisión de gases contaminantes.
- Se evaluaron las facilidades o prestaciones que cada elemento cumple dentro del sistema, el componente que más afecta al momento de anular aparte de los catalizadores es la válvula PCV, al no cumplir su funciones se elevan considerablemente los niveles de contaminación hacia el medio ambiente lo que ocasiona que el vehículo no cumpla con los parámetros permitidos por SGS.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda antes de realizar un análisis o investigación sobre un sistema conocer cada elemento que lo conforma, funcionamiento y demás prestaciones que tenga y contar principalmente con el manual de taller y demás elementos que sirvan como guía para obtener mejores resultados.
- Es recomendable antes de usar cualquier equipo de diagnóstico leer bien sus instrucciones de uso, sus límites de funcionamiento y demás características que este posea para no causar algún tipo de daño en el equipo o en el lugar que se lo vaya a utilizar (motor, sensores, actuadores, etc.).
- Se recomienda tener un conocimiento previo sobre el campo de estudio que se va a realizar, saber interpretar los datos obtenidos, en este caso sobre los parámetros que se deben cumplir en la emisión de gases de los vehículos.
- Se recomienda tener en óptimas condiciones los componentes del sistema de control de emisiones ya que desempeñan un rol fundamental dentro del sistema, así mismo realizar mantenimientos preventivos o correctivos según lo amerite para lograr mantenerse dentro de los parámetros establecidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bosch, R. (2012). *Gestión del motor de gasolina*. Reverté S.A.
- Bosch, R. (sf). *Manual de la técnica del automóvil, 4ta Edición*. Reverté S.A.
- Bosch, R. (sf). *Técnica de los gases de escape*. Reverté S.A.
- Bosch, S. (2014). *Manual Operaciones FSA 740*.
- Callejo, D. G. (2014). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. España: Paraninfo.
- Company, F. M. (09 de Enero de 2015). *Ford Service Manual*. North America.
- Hermogenes, G. (s.f.). *Manual del Automovil*. España.
- Julián Ferrer, Gema Checa. (s.f.). *Mantenimiento Mecánico Preventivo del vehículo*. Editex.
- Mazda, S. (sf). *Manual de Taller*.
- Miguel, C. (s.f). *Manual del Automovil*. España: Ceac.
- Motortester, B. (2014). *Manual Bosch FSA 740* .
- Normalización, I. E. (s.f.). *Normas INEN*. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2203.2000.pdf>
- Pardiñas, J. (2013). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Editex.
- Puerto Martín A, J.A García Rodríguez. (s.f). *La Contaminación Atmosférica*. Salamanca.
- SGS. (2014). *Revisión Técnica Vehicular* . Obtenido de http://www.eluniverso.com/sites/default/files/archivos/2014/07/instructivo_drt_v-2014-irtv-_usuario-_version_3.1.pdf
- Toyota, S. (sf). *Manual de Taller (sistema de control de emisiones)*.
- W, B. (2009). *Entretenimiento y Reparación de Motores de Automóvil*. Reverté S.A.

- Donado, I. A. (Mayo de 2015). *AutoSoporte*. Obtenido de Sistemas de inyección de aire: <http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/344-sistemas-inyeccion-de-aire-controlados-computadora-automotriz>
- Estrada, D. (Febrero de 2016). *Blog, paréntesis*. Obtenido de http://www.parentesis.com/fordmx/noticias/La_pista_de_pruebas_de_Ford_es_la_mas_ruda_de_todas
- Ing. Andres Noguera - Ing. Juan Vela. (sf). *Tablero didactivo de sistemas anticontaminantes*. Obtenido de <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/2290/1/65T00045.pdf>
- ISO, N. (s.f.). Obtenido de http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=38008
- JA. (2014). *Sistemas de Control de Emisiones*. Obtenido de <http://automecanico.com/auto2043/stratusevap01.pdf>
- NGK. (sf). *Gases de escape y gases contaminantes*. Obtenido de <https://www.ngk.de/es/tecnologia-en-detalle/sondas-lambda/aspectos-basicos-de-los-gases-de-escape/gases-de-escape-y-gases-contaminantes/>
- TalleresyRepuestos.com*. (2014). Obtenido de <http://talleresyrepuestos.com/documentacion-tecnica/sistema-de- evaporacion-de-combustible/72-como-revisar-la-valvula-de-purga-del-canister>

ANEXOS

ANEXO 1 Datos Técnicos FSA 740

DESCRIPCIÓN GENERAL

El software del sistema FSA 740 contiene las siguientes funciones:

- Identificación del vehículo.
- Ajustes.
- Análisis de sistemas para vehículos con:
 - ✓ Pasos de prueba (comprobación de motores Otto y Diésel).
 - ✓ URI.
 - ✓ Generador de señales.
 - ✓ Prueba de componentes.
 - ✓ Inscriptor de características.
 - ✓ Osciloscopio universal.

Para la evaluación de los resultados de la medición se pueden guardar en el sistema de medición de curvas de referencia detectadas como buenas. El FSA 740 está preparado para la interconexión con otros sistemas de la red de talleres ASA.

MANEJO

Encienda o apague el FSA 740 con el conmutador de alimentación central ubicado en la parte posterior del equipo.

Antes de apagarlo, debe apagar el PC mediante el sistema operativo Windows. Espere al menos 60 segundos antes de volver a encender el PC.

Si el PC u otros componentes no han sido suministrados por Bosch, pueden producirse fallos durante el servicio del FSA 740.

ADVERTENCIA DE USO

- Las mediciones con FSA 740 sólo están permitidas en ambientes secos.
- Las mediciones en CRI sólo se permiten con cables adaptadores especiales (accesorios especiales).
- Las puntas de comprobación adjuntas en el juego de puntas de comprobación sólo pueden utilizarse para mediciones inferiores a 30 voltios.
- FSA 740 no se debe usarse para la medición de la eliminación de tensión en vehículos eléctricos ni en vehículos híbridos. Las mediciones de encendidos por condensador de alto voltaje no están permitidas, ya que los valores de tensión con este tipo de encendido son superiores a los 300 voltios.

PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA LAS MEDICIONES EN LOS VEHÍCULOS

- Apagar el encendido.
- Unir FSA 740 mediante conexión B- con la batería o la masa del motor.
- Conectar los cables de medición necesarios al vehículo.
- Conectar el encendido.
- Realizar las mediciones.
- Apagar el encendido después de realizar la medición.
- Desembornar los cables de medición en el vehículo.
- Desembornar la conexión B-

PUESTA FUERA DE SERVICIO

Cuando no se utiliza durante un tiempo prolongado, desconecte el FSA 740 de la red eléctrica.

DATOS TÉCNICOS

Funciones de medición - Comprobación motor

Funciones de medición	Áreas de medición	Resolución	Sensores
Revoluciones	450 min ⁻¹ – 6000 min ⁻¹	10 min ⁻¹	Cable de conexión B+/B- Pinzas de excitación, Transmisor de medición secundario, Cable de conexión primario (UNI 4) Pinzas de corriente 30A, Transmisor de apriete Diesel Pinzas de corriente 1000 A (corriente de arrancador)
	100 min ⁻¹ – 12000 min ⁻¹	10 min ⁻¹	
	250 min ⁻¹ – 7200 min ⁻¹	10 min ⁻¹	
	100 min ⁻¹ – 500 min ⁻¹	10 min ⁻¹	
Temperatura del aceite	-20 °C – 150 °C	0,1 °C	Sensor de temperatura del aceite
Batería U	0 – 60 V	0,1 V	Cable de conexión B+/B-
Cl. U 15	0 – 60 V	0,1 V	Cable de conexión primario (UNI 4)
Cl. U 1	0 – 20 V	50 mV	Cable de conexión primario (UNI 4)
Tensión de cebado, Tensión de ignición	±500 V ±50 kV	1 V 100 V	Cable de conexión primario (UNI 4), Transmisor de medición secundario
Duración de ignición	0 – 6 ms	0,01 ms	Cable de conexión primario (UNI 4), Transmisor de medición secundario
Compresión relativa a través de corriente de arrancador	0 – 200 Ass	0,1 A	Cable de conexión primario (UNI 4), Transmisor de medición secundario
Ondulación generador U	0 – 200 %	0,1 %	Cable de medición Multi CH1
Arrancador I Generador I Bujías I	0 – 1000 A	0,1 A	Pinzas de corriente 1000 A
Primario I	0 – 30 A	0,1 A	Pinzas de corriente 30 A
Ángulo de cierre	0 – 100 % 0 – 360 °	0,1 % 0,1 °	Cable de conexión primario (UNI 4)
Tiempo de cierre	0 – 50 ms	0,01 ms 0,1 ms	Transmisor de medición secundario Pinzas de corriente 30 A
Momento de encendido, Regulación de encendido con estroboscopio	0 – 60 °KW	0,1 °KW	Pinzas de excitación
Comienzo de suministro, comienzo de inyección, Variación de avance a la inyección con estroboscopio	0 – 60 °KW	0,1 °KW	Transmisor de apriete
Presión (aire)	-800 hPa – 1500 hPa	1 mbar	Sensor presión aire
Relación de impulsos t/T	0 – 100 %	0,1 %	Cable de medición Multi CH1 / CH2
Tiempo de inyección	0 – 25 ms	0,01 ms	Cable de medición Multi CH1 / CH2
Tiempo de precalentamiento	0 – 20 ms	0,01 ms	Cable de medición Multi CH1 / CH2

FSA 740

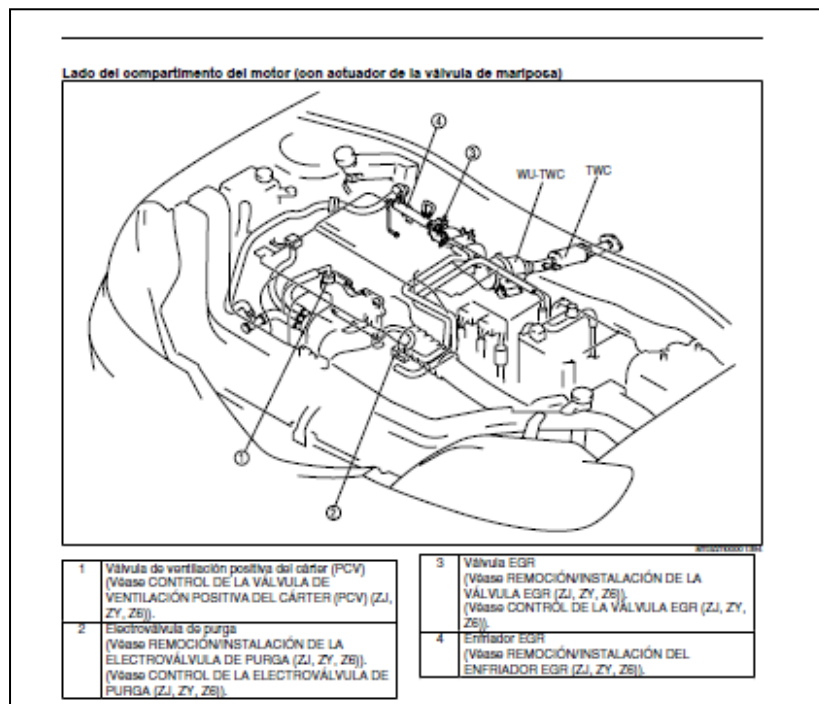
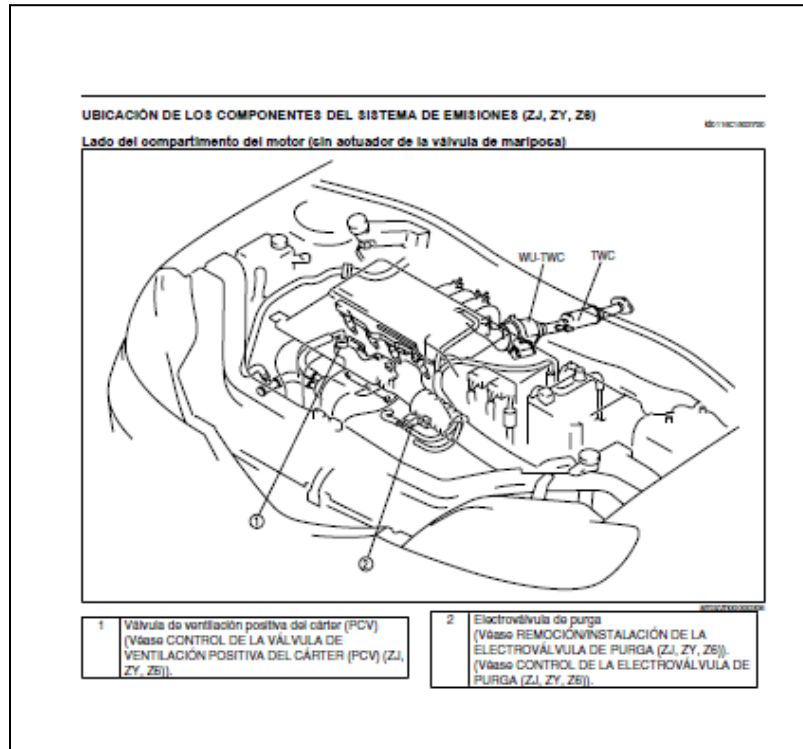
Función	Especificación
Medidas H x B x T:	1785 x 680 x 670 mm
Peso	91 kg
Temperatura de almacenamiento	-25 °C – 60 °C
Temperatura de servicio	5 °C – 40 °C ¹
Humedad relativa del aire máxima-permitida	≤90% (para 25 °C y duración de 24 horas)

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

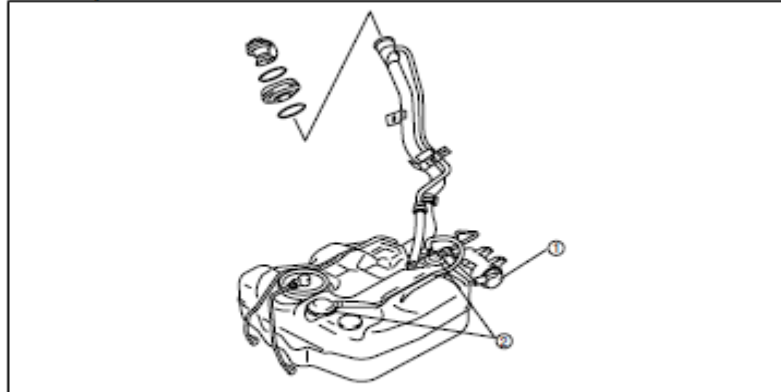
Función	Especificación
Tensión de entrada:	90 VAC – 264 VAC
Frecuencia de entrada	47 Hz – 63 Hz
Tensión inicial	15 V
Temperatura de servicio	0 °C – 40 °C

ANEXO 2 Manual de taller – Mazda 3

Sistema de control de emisiones y de escape



Lado del depósito de combustible

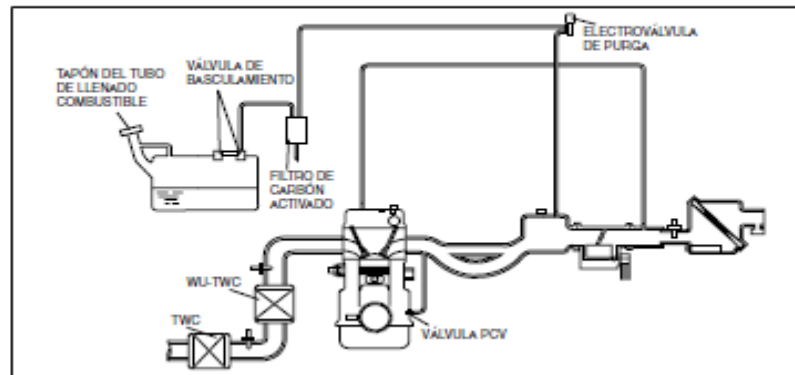


1 Filtro de carbón activado
(Véase REMOCIÓN/INSTALACIÓN DEL FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO (ZJ, ZY, Z8)).
(Véase CONTROL DEL FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO (ZJ, ZY, Z8)).

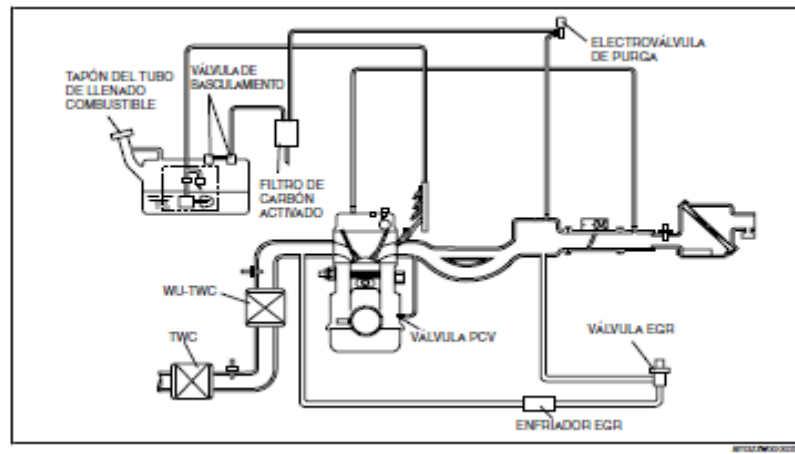
2 Válvula de basculamiento
(Véase REMOCIÓN/INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA DE BASCULAMIENTO (ZJ, ZY, Z8)).
(Véase CONTROL DE LA VÁLVULA DE BASCULAMIENTO (ZJ, ZY, Z8)).

DIAGRAMA DEL SISTEMA DE EMISIÓN (ZJ, ZY, Z8)

Sin actuador de la válvula de la mariposa



Con actuador de la válvula de la mariposa



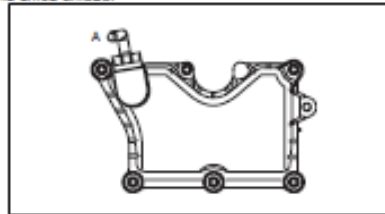
CONTROL VÁLVULA DE VENTILACIÓN POSITIVA CÁRTER (PCV) [ZJ, ZY, Z6]

481136/100400

1. Quitar el colector de admisión. (Véase REMOCIÓN/INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE [ZJ, ZY, Z6]).
2. Quitar la válvula PCV y el separador de aceite como una única unidad.
3. Comprobar que no salga aire cuando se aplica presión a la lumbrera A.
 - Si hay algún flujo de aire, quitar la válvula PCV y el separador de aceite como una única unidad.

Par de torsión del separador de aceite
8—10 N·m (82—101 kgf·cm, 71—88 In·lbft)

4. Comprobar que el aire salga cuando se aplica vacío a la lumbrera A.
 - Si no hay ningún flujo de aire, quitar la válvula PCV y el separador de aceite como una única unidad.



481136/100400

CONTROL DE LA VÁLVULA EGR (ZJ, ZY, Z6)

481136/1001100

Sólo con actuador de la válvula de la mariposa

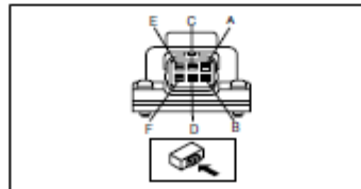
Control en el vehículo

1. Comprobar que se oiga el ruido (ruido de funcionamiento de la válvula) de la válvula EGR durante el arranque del motor.
 - Si no se oye el ruido de funcionamiento, llevar a cabo el control de la resistencia.

Control de la resistencia

1. Quitar la tapa de la batería. (Véase REMOCIÓN/INSTALACIÓN DE LA BATERÍA [ZJ, ZY, Z6]).

2. Desconectar el cable negativo de la batería.
3. Desconectar el conector de la válvula EGR.
4. Medir la resistencia entre los terminales de la válvula EGR.
 - Si está conforme a las especificaciones, llevar a cabo el "Control de circuitos abiertos/cortocircuitos".
 - Si no está conforme a lo especificado, sustituir la válvula EGR.



481136/1001100

Estándar

Terminal	Resistencia (Ohm)
C—E	12—16
C—A	
D—B	
D—F	

Control circuitos abiertos/cortocircuitos

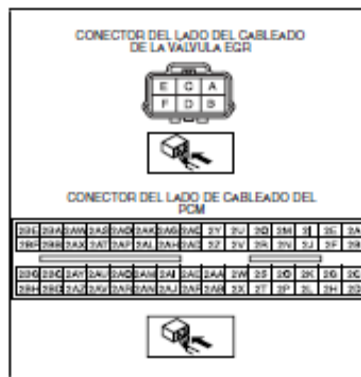
1. Desconectar el conector del PCM. (Véase REMOCIÓN/INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE [ZJ, ZY, Z6]).
2. Comprobar si hay un circuito abierto o cortocircuito en los siguientes cableados (control de continuidad).

Circuito abierto

- Si no hay continuidad, el circuito está abierto. Reparar o sustituir el cableado.
 - Terminal A de la válvula EGR y terminal 2O del PCM
 - Terminal B de la válvula EGR y terminal 2P del PCM
 - Terminal C de la válvula EGR y terminal 2BC del PCM
 - Terminal D de la válvula EGR y terminal 2BC del PCM
 - Terminal E de la válvula EGR y terminal 2K del PCM
 - Terminal F de la válvula EGR y terminal 2T del PCM

Cortocircuito

- Si hay continuidad, el circuito está en cortocircuito. Reparar o sustituir el cableado.
 - Terminal A de la válvula EGR y masa de la carrocería
 - Terminal B de la válvula EGR y masa de la carrocería
 - Terminal E de la válvula EGR y masa de la carrocería
 - Terminal F de la válvula EGR y masa de la carrocería



481136/1001100

CONTROL ELECTROVÁLVULA DE PURGA (ZJ, ZY, Z8)

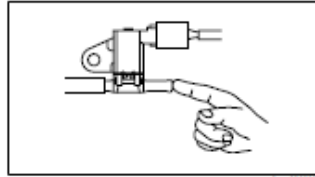
46116/403000

Control sistema de control emisiones de vapores

Sin utilizar el M-MDS

1. Calentar el motor y dejarlo al mínimo.
2. Desconectar el tubo de vacío conectado al filtro de carbón activado desde la electroválvula de purga.
3. Colocar los dedos en la electroválvula de purga como se muestra en la figura y comprobar que el vacío esté aplicado.

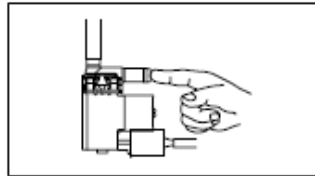
Sin actuador de la válvula de mariposa



46116/403000

Con actuador de la válvula de mariposa

- Si no hay vacío, controlar lo que sigue:
 - Circuito señal de salida PCM (cableado, conector)
 - Señal de control emisiones de vapores
 - Electroválvula de purga
- 4. Poner en marcha el vehículo en un banco dinamométrico y tener el régimen del motor a 2.000 rpm aproximadamente.
- 5. Comprobar que el vacío esté aplicado después de 30 segundos aproximadamente.
 - Si no hay vacío, controlar lo que sigue:
 - Circuito de la señal de entrada del PCM (sensor, interruptor, cableado)
 - Señal temperatura del aire de admisión (sensor temperatura del aire de admisión)
 - Señal de control emisiones de vapores (electroválvula de purga)
 - Señal de apertura de la mariposa (sensor posición mariposa)
 - Señal de identificación carga/vacío (interruptor neutroembrague (MTX)/interruptor relación cambio con diferencial (ATX))
 - Electroválvula de purga



46116/403000

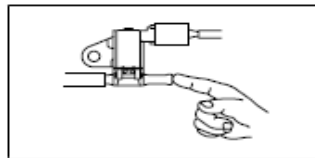
Utilizar el M-MDS.

1. Conectar el M-MDS al DLC-2.
2. Calentar el motor y dejarlo al mínimo.
3. Desconectar el tubo de vacío conectado al filtro de carbón activado desde la electroválvula de purga.



46116/403000

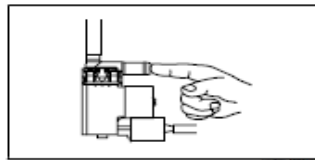
Sin actuador de la válvula de mariposa



46116/403000

Con actuador de la válvula de mariposa

- Si no hay vacío, controlar lo que sigue:
 - PID: EVAPCP
 - Electroválvula de purga
- 5. Desconectar el tubo de vacío.
- 6. Utilizar la función de simulación "EVAPCP", operar con el valor del ciclo de trabajo del 0% de la electroválvula de purga al valor del ciclo de trabajo configurado al 100% y comprobar que el valor del PID "SHRTFT1" cambie.
 - Si el valor del PID "SHRTFT1" no cambia, controlar lo que sigue:
 - (1) Poner el conmutador de arranque en posición ON.
 - (2) Utilizar la función de simulación "EVAPCP", colocar el valor del ciclo de trabajo actual del 0% de la electroválvula de purga al valor del ciclo de trabajo del 50% y comprobar el ruido de funcionamiento de la electroválvula de purga.
 - Si se oye el ruido de funcionamiento, controlar lo que sigue:
 - Desconexión y daño del tubo de vacío (colector de admisión—electroválvula de purga—filtro de carbón activado)
 - Si no se oye el ruido de funcionamiento, controlar lo que sigue:
 - Electroválvula de purga
 - Circuito abierto en el cableado o en el conector (electroválvula de purga—PCM)

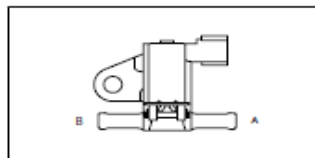


46116/403000

Control del flujo de aire

1. Desconectar el cable negativo de la batería.
2. Quitar la electroválvula de purga.
3. Comprobar el flujo de aire como se indica en la tabla.

Sin actuador de la válvula de mariposa

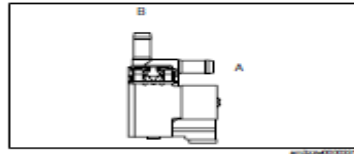


46116/403000

Con actuador de la válvula de mariposa

- Si no está conforme a lo especificado, llevar a cabo "Control de circuitos abiertos/cortocircuitos".
- Si no está conforme a lo especificado en la tabla, sustituir la electroválvula de purga.

Condición de medición	Continuidad entre A —B
Cuando la tensión no se aplica entre los terminales A y B	No hay flujo de aire
Cuando la tensión se aplica entre los terminales A y B	Detección flujo de aire



Control circuitos abiertos/cortocircuitos (sin actuador de la válvula de mariposa)

1. Desconectar el conector del PCM. (Véase REMOCIÓN/INSTALACIÓN DEL PCM (ZJ, ZY, Z6).)

2. Controlar por si hay circuito abierto o cortocircuito en los siguientes cableados (control continuidad).

Circuito abierto

- Si no hay continuidad, el circuito está abierto. Reparar o sustituir el cableado.
 - Terminal A de la electroválvula de purga y terminal 2T del PCM
 - Terminal B de la electroválvula de purga y terminal 2AV del PCM

Cortocircuito

- Si hay continuidad, hay cortocircuito. Reparar o sustituir el cableado.
 - Terminal A de la electroválvula de purga y masa de la carrocería
 - Terminal B de la electroválvula de purga y alimentación



Control circuitos abiertos/cortocircuitos (con actuador de la válvula de mariposa)

1. Desconectar el conector del PCM. (Véase REMOCIÓN/INSTALACIÓN DEL PCM (ZJ, ZY, Z6).)

2. Controlar por si hay circuito abierto o cortocircuito en los siguientes cableados (control continuidad).

Circuito abierto

- Si no hay continuidad, el circuito está abierto. Reparar o sustituir el cableado.
 - Terminal A de la electroválvula de purga y terminal 2I del PCM
 - Terminal B de la electroválvula de purga y terminal 2B del PCM

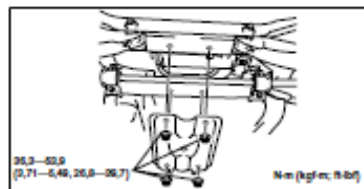
Cortocircuito

- Si hay continuidad, hay cortocircuito. Reparar o sustituir el cableado.
 - Terminal A de la electroválvula de purga y masa de la carrocería
 - Terminal B de la electroválvula de purga y alimentación



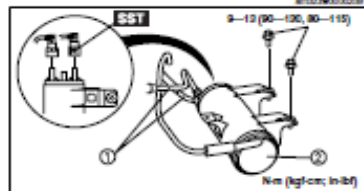
REMOCIÓN/INSTALACIÓN DEL FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO (ZJ, ZY, Z8)

1. Quitar la protección del filtro de carbón activado.
2. Quitar el amortiguador dinámico. (Véase DESMONTAJE/INSTALACIÓN DEL TRAVESAÑO TRASERO).



3. Quitar según al orden indicado en la tabla.

1	Tubo flexible de los vapores (Véase REMOCIÓN/INSTALACIÓN DEL CONECTOR DE ENGANCHE RÁPIDO (ZJ, ZY, Z6)).
2	Filtro de carbón activado



4. Instalar en el orden contrario al de la remoción.

REMOCIÓN/INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA EGR (ZJ, ZY, Z6)

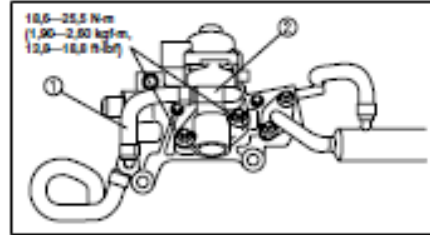
481142310000

Sólo con actuador de la válvula de la mariposa

1. Quitar la tapa de la batería. (Véase REMOCIÓN/INSTALACIÓN DE LA BATERÍA (ZJ, ZY, Z6)).
2. Desconectar el cable negativo de la batería.
3. Eliminar el líquido de enfriamiento del motor desde el radiador. (Véase SUSTITUCIÓN DEL LÍQUIDO DE ENFRÍAMIENTO DEL MOTOR (ZJ, ZY, Z6)).
4. Desconectar el conector de la válvula EGR.
5. Quitar según el orden indicado en la tabla.

1	Tubo flexible del líquido de enfriamiento del motor
2	Válvula EGR (Véase Detalles de instalación válvula EGR).

6. Instalar en el orden contrario al de la remoción.



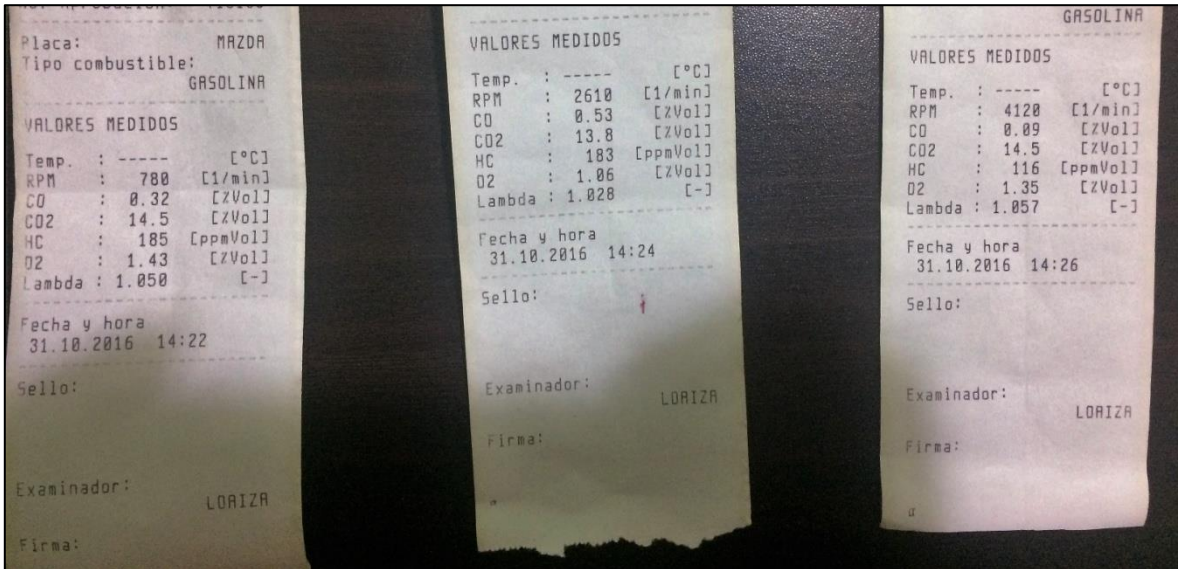
481142310000

Detalles de instalación válvula EGR

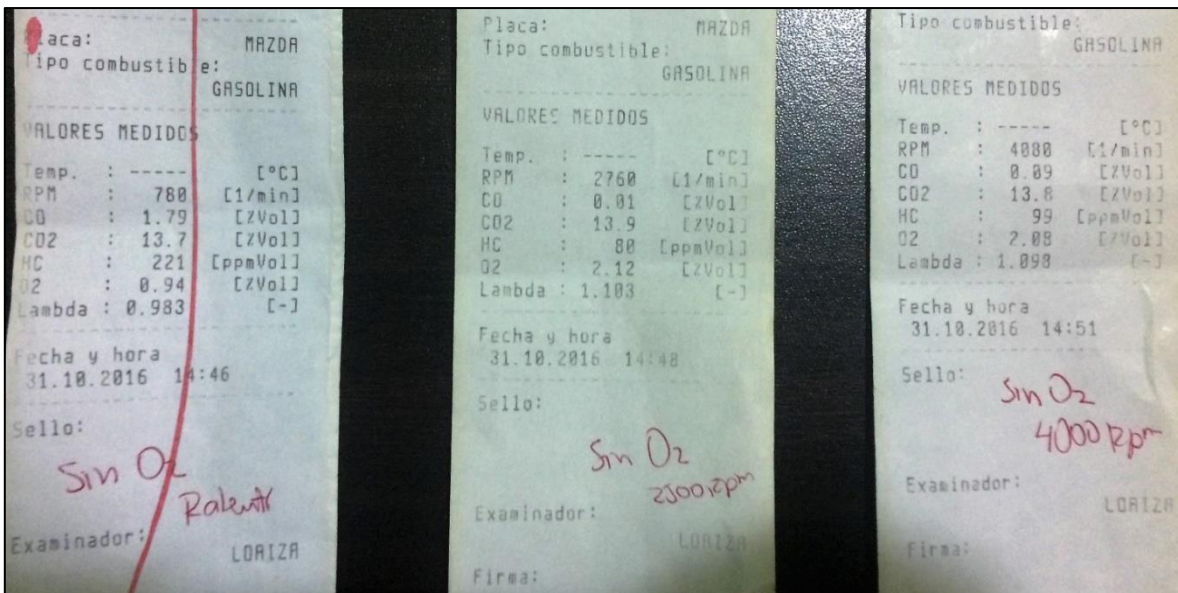
1. Sustituir la junta de la válvula EGR.

ANEXO 3 Comprobantes – Analizador de gases

Vehículo en condiciones normales.



Vehículo sin los sensores de oxígeno



Vehículo sin válvula PCV

Placa:	MAZDA	Placa:	MAZDA	Placa:	MAZDA
Tipo combustible:	GASOLINA	Tipo combustible:	GASOLINA	Tipo combustible:	GASOLINA
VALORES MEDIDOS		VALORES MEDIDOS		VALORES MEDIDOS	
Temp. :	----- [°C]	Temp. :	----- [°C]	Temp. :	----- [°C]
RPM :	790 [1/min]	RPM :	2810 [1/min]	RPM :	4050 [1/min]
CO :	0.06 [%Vol]	CO :	0.03 [%Vol]	CO :	0.78 [%Vol]
CO2 :	7.9 [%Vol]	CO2 :	7.8 [%Vol]	CO2 :	8.9 [%Vol]
HC :	679 [ppmVol]	HC :	333 [ppmVol]	HC :	201 [ppmVol]
O2 :	10.42 [%Vol]	O2 :	10.13 [%Vol]	O2 :	8.07 [%Vol]
Lambda :	1.823 [-]	Lambda :	1.860 [-]	Lambda :	1.531 [-]
Fecha y hora		Fecha y hora		Fecha y hora	
31.10.2016 14:28		31.10.2016 14:30		31.10.2016 14:34	
Sello:		Sello:		Sello:	
<i>-PCV</i>					
Examinador:	LORIZA	Examinador:	LORIZA	Examinador:	LORIZA
Firma:		Firma:	<i>-PCV</i>	Firma:	<i>-REV</i>