

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

“ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO, DEBIDO A LA PRESENCIA DE ADITIVOS”

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MÁSTER (MSc) EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

Juan Carlos Rocha Hoyos
jhonroch23@yahoo.es

Víctor Danilo Zambrano León
danilozl@hotmail.com

DIRECTOR: Ing. Luis Alberto Celi Apolo Ph. D.
alberto.celi@hotmail.com

Quito, Febrero 2015

DECLARACIÓN

Nosotros, Juan Carlos Rocha Hoyos, Víctor Danilo Zambrano León, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ing. Juan Carlos Rocha Hoyos

Ing. Víctor Danilo Zambrano León

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por: Juan Carlos Rocha Hoyos, Víctor Danilo Zambrano León bajo mi supervisión.

Ing. Luis Alberto Celi Apolo Ph. D.
DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

“Bienaventurado el hombre que halla la sabiduría y que obtiene la inteligencia; porque su ganancia es mejor que la ganancia de la plata y sus frutos más que el oro fino” Prov.3:13-14

A mis padres que son la luz que guían mi sendero, que siempre depositaron en mí su apoyo y confianza, en cada momento difícil e importante de mi vida, ayudándome a alcanzar cada una de mis metas propuestas, para ustedes mi esfuerzo y dedicación.

A mí querida esposa Carli, que gracias a su incondicional apoyo, ha logrado impulsar día, día, la culminación de tan anhelado sueño.

A mi hermana, familiares y amigos que cada día mostraron su cariño alentador para poder concluir satisfactoriamente con una etapa más de mi vida.

Danilo Zambrano

DEDICATORIA

A mis padres que con su sabiduría y experiencia de vida han dado a su hijo el impulso para seguir el camino del bien, y esa tenacidad en el camino de esta meta tan anhelada y difícil que se alcanzó con bastante esfuerzo y entrega.

A mi familia que con su paciencia y amor, han renunciado a mi compañía, y ven ahora realizado una meta que bien lograda la tenemos, mis amores, Alejandro y Verónica.

A mis hermanos, familiares y amigos que en su momento supieron expresar sus palabras de aliento y el apoyo para seguir adelante.

Juan Carlos

AGRADECIMIENTO

A Dios en primer lugar, quien nos ha concedido, sabiduría, entendimiento, fortaleza para desenvolvernos en cada momento de nuestra vida.

A nuestros esposas, padres y hermanos, que hicieron posible la culminación de esta etapa importante de nuestras vidas.

Y a nuestros distinguidos Maestros, que impartieron sus experiencias de la mejor manera, en especial a nuestro tutor Dr. Luis Alberto Celi, quien con su conocimiento forjó en nosotros un espíritu de trabajo, dedicación y responsabilidad, de quien llevamos los más grandes recuerdos.

¡Muchas Gracias!

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| DECLARACIÓN | ii |
| CERTIFICACIÓN | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| DEDICATORIA | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| CONTENIDO | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xii |
| RESUMEN | xiv |
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 OBJETIVO GENERAL | 1 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 1 |
| 1.3 ALCANCE | 1 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN | 2 |
| CAPÍTULO 2 | 3 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 3 |
| 2.1 INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2.2 MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO (MEP) | 4 |
| 2.3 MOTORES DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN (MEC) | 5 |
| 2.4 CURVAS CARACTERÍSTICAS DE MCIA | 6 |
| 2.5 EMISIONES CONTAMINANTES | 7 |
| 2.5.1 Monóxido de Carbono (CO) | 7 |
| 2.5.2 Óxidos Nítricos (NOx) | 8 |
| 2.5.3 Hidrocarburos sin quemar (HC) | 8 |
| 2.6 COMBUSTIBLES | 8 |
| 2.6.1 Definición y clasificación | 9 |
| 2.6.2 Propiedades fisicoquímicas de los combustibles | 10 |
| 2.6.3 Parámetros termoquímicos de los combustibles | 12 |
| 2.7 MEZCLAS ESTEQUIOMÉTRICAS | 13 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.8 | ADITIVOS COMBUSTIBLES..... | 14 |
| 2.8.1 | Características físicas químicas de los aditivos | 15 |
| CAPÍTULO 3 | | 17 |
| 3. | METODOLOGÍA, RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO, DEBIDO A LA PRESENCIA DE ADITIVOS EN EL COMBUSTIBLE..... | 17 |
| 3.1 | METODOLOGÍA..... | 17 |
| 3.1.1 | Determinación de las características de los aditivos y muestras de combustible. | 17 |
| 3.1.2 | Características del motor | 21 |
| 3.1.3 | Determinación de las curvas características del motor | 22 |
| 3.1.3.1 | Pruebas Estáticas con cargas de Potencia y Par Motor..... | 23 |
| 3.1.3.2 | Consumo de combustible | 26 |
| 3.1.4 | Emisiones contaminantes..... | 32 |
| 3.2 | RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES REALIZADAS.. | 35 |
| 3.2.1 | Resultados de la caracterización del aditivo sólido y del aditivo líquido | 35 |
| 3.2.2 | Resultados de la caracterización de la muestra de gasolina extra, mezcla con el aditivo sólido y mezcla con el aditivo líquido..... | 38 |
| 3.2.3 | Resultados de los parámetros del motor..... | 42 |
| 3.2.4 | Resultados de emisiones contaminantes..... | 53 |
| 3.3 | ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES REALIZADAS | 66 |
| 3.3.1 | Análisis de la caracterización de los aditivos | 66 |
| 3.3.2 | Análisis de la caracterización de la gasolina extra, gasolina extra más aditivo líquido y gasolina extra más aditivo sólido..... | 69 |
| 3.3.3 | Análisis comparativo del rendimiento del motor..... | 75 |
| 3.3.4 | Análisis de las emisiones contaminantes emitidos al ambiente..... | 80 |
| 3.3.5 | Análisis económico del uso de los aditivos para gasolina extra..... | 84 |
| CAPÍTULO 4 | | 86 |
| 4. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 86 |
| 4.1 | CONCLUSIONES..... | 86 |
| 4.2 | RECOMENDACIONES | 89 |
| CAPÍTULO 5 | | 90 |
| 5. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 90 |
| 5.1 | REFERIDAS..... | 90 |

| | |
|--|-----|
| 5.2 CONSULTADAS | 91 |
| ANEXOS | 94 |
| ANEXO A..... | 95 |
| ANÁLISIS PARA CARACTERIZACIÓN DE ADITIVOS DE COMBUSTIBLE | 95 |
| ANEXO B..... | 102 |
| ANÁLISIS QUÍMICO SEMICUANTITATIVO POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO CON MICROANÁLISIS DE RAYOS X, PASTILLA DE ADITIVO SÓLIDO .. | 102 |
| ANEXO C..... | 104 |
| ANÁLISIS PARA CARACTERIZACIÓN DE COMBUSTIBLE Y MEZCLA DE COMBUSTIBLE CON LOS ADITIVOS | 104 |
| ANEXO D..... | 108 |
| PRUEBAS DE TORQUE Y POTENCIA DEL MOTOR VOLKSWAGEN 1.8 C.C..... | 108 |
| ANEXO E..... | 115 |
| PRUEBA DE EMISIONES CONTAMINANTES | 115 |
| ANEXO F..... | 121 |
| PRUEBAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE..... | 121 |
| ANEXO G | 125 |
| NORMAS INEN | 125 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 3.1. Ficha técnica del vehículo..... | 21 |
| Tabla 3.2. Características Técnicas de equipo GPS..... | 27 |
| Tabla 3.3. Distancias tramo a tramo del Ciclo combinado (ciudad-carretera). | 30 |
| Tabla 3.4. Datos técnicos Analizador MGT-5..... | 34 |
| Tabla 3.5. Cantidad metálica de los aditivos para gasolina utilizados..... | 35 |
| Tabla 3.6. Cantidad de elementos del aditivo sólido determinado por MEB con microanálisis de Rayos X. | 38 |
| Tabla 3.7. Datos de las pruebas de potencia al usar gasolina extra. | 42 |
| Tabla 3.8. Datos de las pruebas de potencia al usar gasolina extra más aditivo líquido. | 44 |
| Tabla 3.9. Datos de las pruebas de potencia al usar gasolina extra más aditivo sólido. | 45 |
| Tabla 3.10. Datos de las pruebas de par motor al usar gasolina extra. | 47 |
| Tabla 3.11. Datos de las pruebas de par motor al usar gasolina extra más aditivo líquido. | 48 |
| Tabla 3.12. Datos de las pruebas de par motor al usar gasolina extra más aditivo sólido. | 50 |
| Tabla 3.13. Resultados de consumo de combustible (Gasolina extra)..... | 52 |
| Tabla 3.14. Resultados de consumo de combustible (Gasolina + aditivo líquido)..... | 52 |
| Tabla 3.15. Resultados de consumo de combustible (Gasolina + Aditivo Sólido)..... | 53 |
| Tabla 3.16. Datos de CO obtenidos al usar gasolina extra. | 54 |
| Tabla 3.17. Datos de CO obtenido al usar gasolina extra más aditivo líquido. | 55 |
| Tabla 3.18. Datos de CO obtenidos al usar gasolina extra más aditivo sólido. | 56 |
| Tabla 3.19. Datos de HC obtenidos al usar gasolina extra. | 57 |
| Tabla 3.20. Datos de HC obtenidos al usar gasolina extra más aditivo líquido. | 58 |
| Tabla 3.21. Datos de HC obtenidos al usar gasolina extra más sólido | 59 |
| Tabla 3.22. Datos de la relación lambda obtenidos al usar gasolina extra..... | 60 |
| Tabla 3.23. Datos de la relación lambda obtenidos al usar gasolina extra más aditivo líquido. | 61 |
| Tabla 3.24. Datos de la relación lambda obtenidos al usar gasolina extra más aditivo sólido..... | 62 |
| Tabla 3.25. Datos del CO ₂ generados al usar gasolina extra. | 63 |
| Tabla 3.26. Datos del CO ₂ obtenidos al usar gasolina extra más aditivo líquido. | 64 |
| Tabla 3.27. Datos del CO ₂ obtenidos al usar gasolina extra más aditivo sólido. | 65 |
| Tabla 3.28. Datos del número de octanos. | 69 |
| Tabla 3.29. Datos de ensayo de destilación. | 70 |
| Tabla 3.30. Datos del ensayo de presión de vapor de Reid. | 73 |
| Tabla 3.31. Datos del ensayo a la corrosión a la lámina de cobre..... | 73 |
| Tabla 3.32. Datos del ensayo al contenido de azufre. | 74 |
| Tabla 3.33. Datos del ensayo al contenido de gomas..... | 74 |
| Tabla 3.34. Tabla estadística de valoración de torque y potencia. | 75 |
| Tabla 3.35. Tabla estadística de valoración del rendimiento de combustible | 78 |

| | |
|--|----|
| Tabla 3.36. Costo proyectado a 20000 kilómetros de recorrido. | 84 |
|--|----|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|--------------|--|----|
| Figura 2.1. | Morfología típica de curvas características a plena carga..... | 6 |
| Figura 2.2. | Evolución de las emisiones contaminantes en el escape de un MEP en función de lambda..... | 7 |
| Figura 2.3. | Clasificación de los combustibles utilizables en MCIA..... | 9 |
| Figura 3.1. | Prueba del vehículo en dinamómetro..... | 23 |
| Figura 3.2. | Dinamómetro de chasis LPS 3000..... | 24 |
| Figura 3.3. | Equipo para medir el consumo de combustible..... | 26 |
| Figura 3.4. | Receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global)..... | 27 |
| Figura 3.5. | Medida Inicial de combustible y registro para el inicio de la prueba..... | 28 |
| Figura 3.6. | Medida final de combustible y datos del recorrido de la prueba, GPS..... | 28 |
| Figura 3.7. | Tendencia Ciclo combinado Ciudad-Carretera..... | 30 |
| Figura 3.8. | Ciclo Carretera Autopista General Rumiñahui-Avenida Simón Bolívar..... | 31 |
| Figura 3.9. | Ciclo ciudad Guápulo-Coruña-Orellana-10 de Agosto-Amazonas-Veintimilla-CCICEV..... | 31 |
| Figura 3.10. | Prueba estática de análisis de gases contaminantes..... | 32 |
| Figura 3.11. | Analizador de gases MGT5 y sus accesorios para lectura de gases contaminantes..... | 33 |
| Figura 3.12. | Metales contenidos inferiores al 3 mg/kg..... | 36 |
| Figura 3.13. | Metales contenidos inferiores a 35 mg/kg..... | 37 |
| Figura 3.14. | Metales contenidos inferiores a 800 mg/kg..... | 37 |
| Figura 3.15. | Hierro contenido en los aditivos..... | 38 |
| Figura 3.16. | Cantidad de número de octanos en las muestras..... | 39 |
| Figura 3.17. | Resultados, curva típica de destilación de las muestras de gasolina..... | 39 |
| Figura 3.18. | Resultado de la presión de vapor Reid de las muestras..... | 40 |
| Figura 3.19. | Resultado de la corrosión a la lámina de cobre de las muestras..... | 40 |
| Figura 3.20. | Resultado del contenido de azufre de las muestras..... | 41 |
| Figura 3.21. | Resultado del contenido de gomas de las muestras..... | 41 |
| Figura 3.22. | Prueba estática de potencia y par motor..... | 42 |
| Figura 3.23. | Resultado de la potencia con gasolina extra..... | 43 |
| Figura 3.24. | Resultado de la potencia con gasolina extra más aditivo líquido..... | 45 |
| Figura 3.25. | Resultado de la potencia desarrollada en el motor con gasolina extra más aditivo sólido..... | 46 |
| Figura 3.26. | Resultado del par motor desarrollado con gasolina extra..... | 48 |
| Figura 3.27. | Resultado del par motor desarrollado con gasolina extra más aditivo líquido..... | 49 |
| Figura 3.28. | Resultado del par motor desarrollado con gasolina extra más aditivo sólido..... | 51 |
| Figura 3.29. | Resultado de las pruebas de análisis de gases contaminantes..... | 54 |
| Figura 3.30. | Resultado del monóxido de carbono al utilizar gasolina extra..... | 55 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.31. Resultado del monóxido de carbono al utilizar gasolina extra más aditivo líquido..... | 56 |
| Figura 3.32. Resultado del monóxido de carbono al utilizar gasolina extra más aditivo sólido..... | 57 |
| Figura 3.33. Resultado de los hidrocarburos al utilizar gasolina extra..... | 58 |
| Figura 3.34. Resultado de los hidrocarburos al utilizar gasolina extra más aditivo líquido..... | 59 |
| Figura 3.35. Resultado de los hidrocarburos al utilizar gasolina extra más aditivo sólido..... | 60 |
| Figura 3.36. Resultado de la relación lambda al utilizar gasolina extra..... | 61 |
| Figura 3.37. Resultado de la relación lambda al utilizar gasolina extra más aditivo líquido..... | 62 |
| Figura 3.38. Resultado de la relación lambda al utilizar gasolina extra más aditivo sólido..... | 63 |
| Figura 3.39. Resultado de CO ₂ al utilizar gasolina extra..... | 64 |
| Figura 3.40. Resultado de CO ₂ al utilizar gasolina extra más aditivo líquido..... | 65 |
| Figura 3.41. Resultado de CO ₂ al utilizar gasolina extra más aditivo sólido..... | 66 |
| Figura 3.42. Metales relevantes del aditivo sólido aplicado en las pruebas..... | 67 |
| Figura 3.43. Porcentaje de elementos del aditivo sólido..... | 67 |
| Figura 3.44. Metales relevantes del aditivo líquido aplicado en las pruebas..... | 68 |
| Figura 3.45. Resumen de potencia obtenida en los procesos de medición..... | 76 |
| Figura 3.46. Porcentaje de variación de la potencia..... | 76 |
| Figura 3.47. Resumen estadístico de comportamiento del par motor..... | 77 |
| Figura 3.48. Porcentaje de variación de par motor..... | 78 |
| Figura 3.49. Rendimiento de combustible en km/galón para las diferentes composiciones..... | 79 |
| Figura 3.50. Porcentaje de variación del consumo de combustible..... | 79 |
| Figura 3.51. Resultado del monóxido de carbono en ralentí de las muestras..... | 80 |
| Figura 3.52. Resultado de hidrocarburos en ralentí de las muestras..... | 81 |
| Figura 3.53. Resultado de lambda de las muestras..... | 82 |
| Figura 3.54. Resultado de dióxido de carbono de las muestras..... | 83 |
| Figura 3.55. Porcentaje de variación económica para proyección en 20000 km. de recorrido..... | 85 |

RESUMEN

La operación del motor de combustión interna y precisamente el motor de encendido provocado en la actualidad y desde siempre, se ha aplicado en la mayoría de vehículos que circulan en el mundo, consumiendo varios tipos de combustibles y ayudado por la electrónica en sus sistemas para su administración, de ahí, el propósito de la investigación, ha sido identificar los principales parámetros de rendimiento del motor, al uso de aditivos en el combustible.

Un aditivo de tipo sólido y otro de tipo líquido, se mezclaron con gasolina extra, para realizar las pruebas respectivas y compararlo con los resultados del uso normal de la gasolina extra en el motor del vehículo seleccionado.

Durante el desarrollo de la presente investigación se efectuaron, varios ensayos, como son:

Análisis de los aditivos y sus mezclas con la gasolina extra, para evidenciar sus principales características, según la Norma INEN 935:2012.

Para determinar el rendimiento del motor, se realizaron pruebas estáticas con carga, en laboratorio de: par, potencia y emisión de gases contaminantes, con cada una de las combinaciones del combustible aditivado en el vehículo seleccionado.

Adicionalmente se realizó, pruebas dinámicas con el vehículo, para determinar la proporción de combustible necesario para una distancia recorrida, con cada una de las combinaciones de combustible aditivado.

Estas variables se analizaron para evidenciar el comportamiento del motor de encendido provocado, al momento de utilizar los aditivos en el combustible, con el objetivo de obtener los resultados y determinar las respectivas conclusiones de la investigación.

CAPÍTULO 1.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la influencia de los aditivos de combustible, en el funcionamiento del motor de encendido provocado.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características físico – químicas de los combustibles con y sin aditivos.
- Determinar el rendimiento del motor: par, potencia, emisiones contaminantes, en cada una de las mezclas.
- Determinar el consumo de combustible real del vehículo, con cada una de las mezclas.

1.3 ALCANCE

- Se realizará la caracterización de la muestra de gasolina, también la mezcla con el aditivo sólido y la mezcla con el aditivo líquido.
- Se realizará pruebas de par, potencia y emisión de gases contaminantes en el motor, utilizando la gasolina extra, y gasolina más los aditivos.
- Se evaluará el consumo de combustible del motor, en una prueba dinámica en ruta.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El incremento acelerado del parque automotor en nuestro país, en especial en la ciudad de Quito, aumenta la emisión de gases contaminantes al medio ambiente, lo que ha hecho que se comercialice diferentes tipos de aditivos de combustibles que ofrecen alternativas ecológicas, al ser utilizados en los vehículos.

Los aditivos de combustible que comercialmente se expenden en el País, crean diferentes expectativas sobre sus resultados benéficos al mezclarlo con gasolina extra, y usarlo en un motor de encendido provocado de un automóvil, ya que aseguran que se mejora el rendimiento general del motor, optimizando la combustión y por tanto contaminando en menor proporción.

Con la presente investigación, se busca identificar, si se generará un cambio significativo, en el rendimiento real de un vehículo, que utiliza motor de encendido provocado, y determinar si el uso de aditivos en su combustible es favorable para el medio ambiente.

Por tanto evaluar la medida de la variación en el rendimiento real del motor, es el motivo de estudio.

CAPÍTULO 2.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN¹

Un motor térmico se considera como un dispositivo que permite obtener energía mecánica a partir de la energía térmica contenida en un fluido compresible, para lograr obtener esta energía térmica es necesario transformar la energía química de la materia mediante un proceso adicional, como lo puede ser el proceso de la combustión, de esta manera dependiendo donde se realice este proceso de combustión los motores se puede clasificar en:

- Motores de combustión externa, cuando el proceso de combustión se lo realiza de forma externa al fluido de trabajo, como ejemplo motores Stirling.
- Motores de combustión interna, si el proceso de combustión tiene lugar en el propio fluido de trabajo, siendo este generalmente una mezcla de aire combustible.

En los motores de combustión interna, la combustión puede producirse de una forma continua y discontinua, lo que da la pauta para dividir a los motores de combustión interna en:

- Motores de combustión continúa, en los cuales el proceso de combustión ocurre de forma continua en el tiempo, por lo que el fluido de trabajo pasa a través del motor en forma constante como lo que sucede en una turbina de gas.
- Motores de combustión discontinua, en los cuales el proceso de combustión ocurre de una manera intermitente, en este tipo de motores el

¹ Benajes, J; Navarro, E. (2013). Clasificación de los MCIAs. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), *Motores de combustión interna alternativos*. (pp. 24-42). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté

fluido desarrolla un trabajo sobre una superficie móvil, lo que puede desplazarse mediante un movimiento giratorio o un movimiento rectilíneo, como ejemplo de lo dicho es el motor Wankel, y el motor alternativo.

El motor de combustión interna alternativo (MCIA), se clasifica de diferentes formas, poniendo atención a diferentes criterios como pueden ser: el proceso de combustión, el ciclo de trabajo, la forma de ingreso del aire en el cilindro, tipo de combustible, sistema de inyección de combustible, sistema de control utilizado, por el tipo de refrigerante, por la cantidad y disposición de los cilindros, entre otros.

Siendo uno de los principales criterios el del proceso de combustión, en el cual los MCIA, se clasifican en motores de encendido provocado (MEP), y motores de encendido por compresión (MEC).

Los sistemas que conforman el MCIA son:

- Sistema de lubricación
- Sistema de alimentación
- Sistema de encendido
- Sistema de refrigeración
- Sistema de inyección

2.2 MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO (MEP)²

La principal característica de este tipo de motor es que el inicio de la combustión se da por medio de un aporte de energía externo al ciclo termodinámico, en motores modernos se obtiene, al hacer saltar una chispa entre los dos electrodos de una bujía. El instante en el que se debe hacer saltar la chispa deberá ser el adecuado para obtener el proceso de combustión más eficiente.

² Benajes, J; Navarro, E. (2013). Clasificación de los MCIA. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), *Motores de combustión interna alternativos*. (pp. 24-42). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté

La mezcla de aire combustible en este tipo de motores, se la puede realizar fuera del cilindro durante el proceso de admisión (motores de mezcla homogénea), o puede introducirse únicamente aire durante el proceso de admisión y el combustible se introduce posteriormente durante la compresión directamente al cilindro, formándose una mezcla heterogénea (motores de combustión directa).

El proceso de combustión de estos motores se produce por el avance de un frente de llama que recorre la cámara de combustión, que parte desde la bujía y separando en todo momento dos zonas claramente definidas, una con gases frescos y otra con gases quemados.

Estos motores reciben otros nombres como son: motores de explosión, motor de encendido por chispa y motor Otto.

2.3 MOTORES DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN (MEC)³

En estos motores la combustión se inicia mediante un proceso de autoencendido de la mezcla de combustible al alcanzarse temperaturas elevadas en la cámara de combustión, al momento de realizarse la fase de compresión, para controlar el proceso de encendido, durante la admisión se introduce solo aire y el combustible se inyecta hacia el final de la carrera de compresión, cuando el aire alcanza niveles altos de temperatura para poder producir el autoencendido.

A diferencia de los MEP, en estos motores la mezcla de aire combustible es especialmente heterogénea, y la combustión se produce en aquellas zonas en las que las condiciones de la mezcla aire-combustible son las adecuadas, con preferencia donde el dosado local es cercano al estequiométrico. El proceso de combustión depende del proceso de inyección y está controlada por los procesos físicos que se dan en el seno del chorro de combustible como es la penetración, atomización, evaporación y la mezcla con el aire.

³ Benajes, J; Navarro, E. (2013). Clasificación de los MCI. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), *Motores de combustión interna alternativos*. (pp. 24-42). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté

El nombre más común para los MEC es el de motor Diesel, en honor al ingeniero alemán que lo inventó.

2.4 CURVAS CARACTERÍSTICAS DE MCIA⁴

Las curvas características de un MCIA a plena carga en los motores de encendido provocado se obtienen para la máxima densidad de admisión en régimen continuo. Representan el par motor, la potencia efectiva y el consumo específico en función del régimen de giro. En un motor instalado en un banco de ensayo su obtención es relativamente sencilla y rápida. Este se emplea para regular el régimen de giro, midiéndose el par motor, la potencia efectiva y el consumo específico para cada régimen.

En aplicaciones como la automoción, la morfología de las curvas características a plena carga de un MCIA, responde a la figura 2.1.

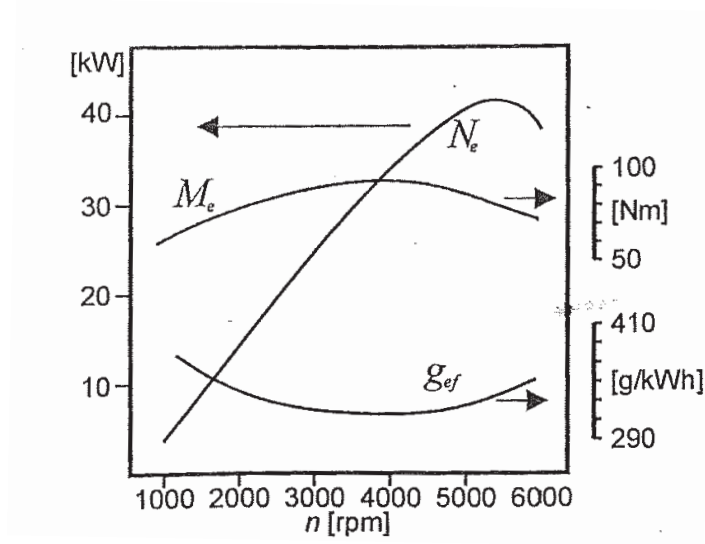


Figura 2.1. Morfología típica de curvas características a plena carga⁴

Dicha morfología es debida al comportamiento con el régimen de las variables de las que depende cada parámetro. En el caso del par su comportamiento depende del rendimiento indicado, rendimiento mecánico y rendimiento

⁴ Rodríguez, P; Nogueira, J. (2013). Curvas características y aplicaciones. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), *Motores de combustión interna alternativos*. (pp. 952-978). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.

volumétrico. La potencia depende del par y la velocidad angular del cigüeñal. Y en el caso del consumo específico depende del rendimiento indicado y rendimiento mecánico.

2.5 EMISIONES CONTAMINANTES⁵

En el caso concreto de los motores de encendido provocado, los contaminantes principales son el CO, los NO_x, los HC (hidrocarburos sin quemar), y el CO₂. Aunque casi la totalidad de motores a gasolina actualmente van equipados con un catalizador de tres vías, que exige que el motor opere con un dosado estequiométrico, es habitual analizar el efecto del dosado en las tres sustancias contaminantes principales, dicha evolución se presenta en la figura 2.2:

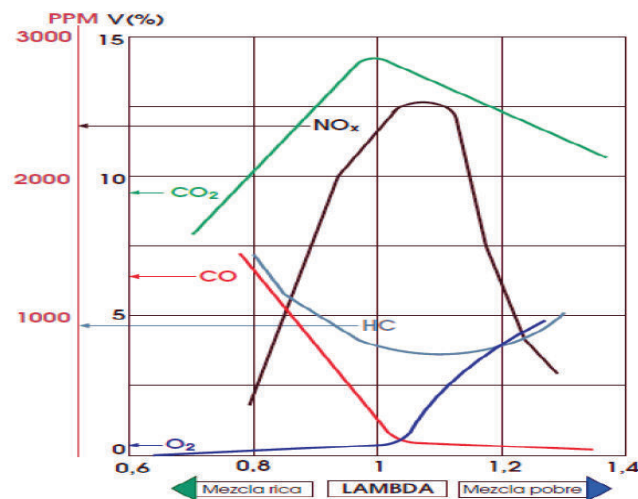


Figura 2.2. Evolución de las emisiones contaminantes en el escape de un MEP en función de lambda⁶

2.5.1 Monóxido de Carbono (CO)

Se puede ver que la emisión de CO aparece, principalmente, cuando la mezcla es rica. Esta emisión de hecho, está asociada a la combustión

⁵ Tinaut, F; López, J. (2013). Combustión en MEP. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), *Motores de combustión interna alternativos*. (pp. 538-577). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.

⁶ Guixot L. (2011). *Mecánica general catalizador*. Extraído de: http://mecanicageneral.webcindario.com/info_catalizador.pdf

incompleta, y es precisamente en las mezclas ricas donde se da la escasez de oxígeno que impide la conversión completa a CO₂.

2.5.2 Óxidos Nitrosos (NO_x)

Para que se dé la formación de NO_x hace falta, por un lado una temperatura elevada y, por otro, la existencia de oxígeno. Las temperaturas de combustión son máximas entorno al estequiométrico, y al oxígeno es tanto más abundante, cuanto más pobre es la mezcla. Ambos hechos conducen a que la máxima formación de NO_x, tenga lugar en un dosado pobre cercano al estequiométrico.

2.5.3 Hidrocarburos sin quemar (HC)

Estos son un producto de la combustión incompleta, teniendo esta lugar en dos escenarios opuestos: en dosado rico (al no existir suficiente oxígeno para oxidar todo el combustible, una parte de este permanece sin quemar), y en dosado pobre, cercano ya al límite de inflamabilidad (en este caso, las dificultades en la propagación del frente de llama puede provocar que ciertas partes de la mezcla queden sin quemar al tener lugar un apagado de llama).

2.6 COMBUSTIBLES⁷

Los combustibles utilizados por los motores alternativos por lo general son líquidos y de origen fósil, proceden del petróleo; la gasolina, en el caso de los MEP y el gasóleo, para los MEC, son los principales productos de las refinerías petroleras. Su facilidad de almacenamiento para las condiciones ambientales y su gran densidad energética, dan al motor una gran autonomía y un sistema de alimentación relativamente sencilla, haciendo que sean ventajosos para motores de combustión interna alternativos y en particular para el sector de la automoción.

⁷ Lapuerta, M; Hernández, J. (2013). Combustibles. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), *Motores de combustión interna alternativos*. (pp. 390-413). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.

Las vigentes normas ambientales, han obligado a las empresas automotrices a desarrollar sistemas de combustión y postcombustión, más eficientes, y a las empresas petroleras a mejorar la calidad de sus combustibles para disminuir las emisiones.

2.6.1 Definición y clasificación⁸

Los combustibles son sustancias que reaccionan exotérmicamente con el oxígeno, transformando su energía molecular en energía térmica.

La principal clasificación de los combustibles los divide en: sólidos, líquidos y gaseosos, pero debido a las altas prestaciones de los MCIAs, requieren combustibles líquidos o gaseosos, dejando a un lado el uso de los combustibles sólidos como el carbón o la biomasa.

Los combustibles se los puede clasificar según se muestra en la figura 2.3:

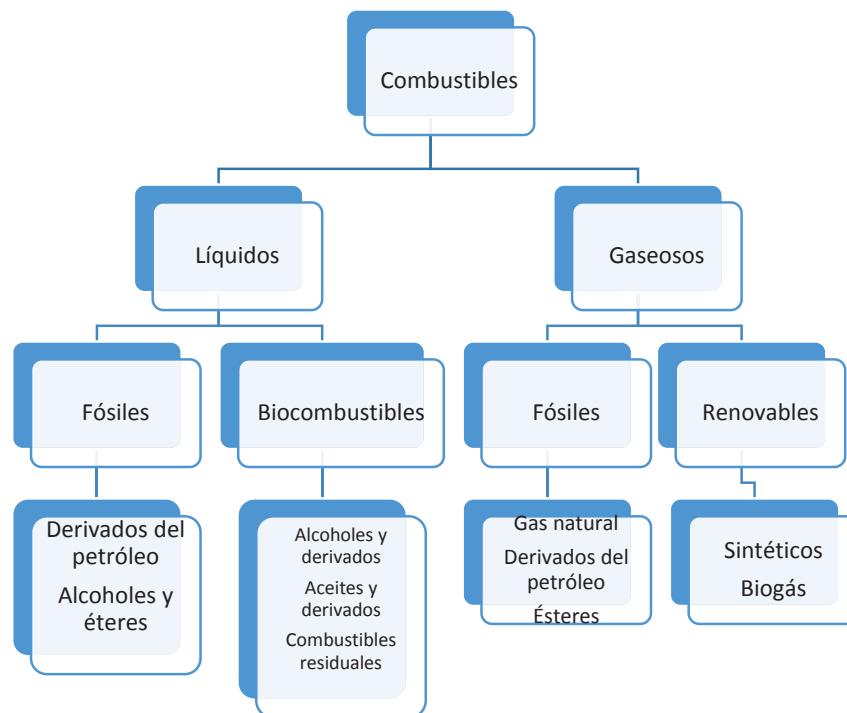


Figura 2.3. Clasificación de los combustibles utilizables en MCIAs.⁸

Elaborado por: Autores

⁸ Lapuerta, M; Hernández, J. (2013). Combustibles. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), *Motores de combustión interna alternativos*. (pp. 390-413). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.

2.6.2 Propiedades fisicoquímicas de los combustibles⁹

a. Densidad

La densidad (δ) es la masa por unidad de volumen de un fluido, si el combustible es líquido, su densidad depende ligeramente de la presión y la temperatura; debido a esta dependencia se utilizan sistemas gravimétricos en lugar de volumétricos cuando se pretende medir con precisión el consumo de combustible de una máquina térmica.

Todo esto obliga a considerar las variaciones de densidad del combustible en el diseño de los sistemas de inyección, ya que las variaciones de densidad en los combustibles repercuten negativamente en el rendimiento y las emisiones producidas.

Uno de los métodos para medir la densidad es mediante el hidrómetro, en la cual se emplean boyas calibradas, las mismas que se sumergen en el líquido de forma que la lectura se obtiene en el nivel de flotación de la boya.

b. Viscosidad

La viscosidad cinemática de un combustible (μ) es un parámetro importante, ya que su valor debe ser suficientemente bajo para poder circular por los circuitos de alimentación sin pérdidas excesivas, e incluso cumplir con algunas exigencias lubricantes.

Para medir la viscosidad cinemática de los combustibles, se emplean viscosímetros de tipo tubo capilar, a través de los cuales fluye un volumen calibrado bajo una columna de líquido reproducible, en un determinado tiempo, que es proporcional a la viscosidad, siendo esta constante de proporcionalidad la calibración del viscosímetro, a una temperatura controlada de 40° C.

⁹ Lapuerta, M; Hernández, J. (2013). Combustibles. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), *Motores de combustión interna alternativos*. (pp. 390-413). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.

c. Inflamabilidad

La inflamabilidad es el comportamiento de un combustible frente a la combustión, o durante esta, las principales características son:

- Temperatura de inflamabilidad: Es la temperatura mínima a la que puede inflamarse un combustible ante la presencia de un agente exterior, a presión ambiental.
- Temperatura de auto inflamación: Es la temperatura mínima a la que puede inflamarse un combustible al entrar en contacto con el aire, depende de la presión y la relación de mezcla.
- Número de octano: Es la resistencia a la auto inflamación del combustible, de gran importancia en los motores de encendido provocado, ya que la auto inflamación del combustible en zonas aún no alcanzadas por el frente de llama provoca aumentos bruscos de presión (picado), muy perjudiciales para el motor; mientras mayor el número de octano menor es la probabilidad que ocurra el picado. El método de medida consiste en aumentar la relación de compresión en un motor mono cilíndrico estándar (CFR) de relación de compresión ajustable, hasta determinar una intensidad de picado estándar, y encontrar la composición de la mezcla que provocó ésta intensidad de picado, el método más utilizado para su determinación es el RON.
- Número de cetano: Es una magnitud relacionada al tiempo de retraso desde la inyección de combustible hasta su combustión, en un motor Diesel, es una medida de la calidad de autoencendido de los gasóleos. Cuanto mayor es el número de cetano menor es el tiempo de retraso. El método de medida consiste en aumentar la relación de compresión de un motor CFR provisto de pre cámara de combustión, con un avance de inyección de 13° de cigüeñal y girando a 900 rpm, hasta que se consigue que la combustión inicie exactamente en el PMS, y obtener la composición de la mezcla que lo logró con la misma relación de compresión.

d. Volatilidad

Es la tendencia de un combustible líquido a evaporarse en condiciones específicas, un combustible es más volátil cuanto menor es su temperatura de ebullición, por su carácter multi componente, los combustibles no presentan un punto de ebullición fijo; se la determina mediante la curva de destilación obtenida con las normas ASTM D86, a presión atmosférica. Otra magnitud relacionada con la volatilidad de un combustible es la presión de vapor, que se define como la presión a la que se establece el equilibrio líquido/vapor a una determinada temperatura.

e. Estabilidad

La estabilidad de un combustible está relacionado a su resistencia a la degradación, puede ser térmica u oxidativa esta última la más crítica en procesos de almacenamiento; los bio carburantes, son más degradables que los combustibles de origen fósil, por lo que es necesario añadirles aditivos antioxidantes, que los vuelven más costosos.

f. Impurezas

Se relacionan con la calidad de combustible, cuantifican las impurezas derivadas de los proceso productivos o por la contaminación que se puede dar en la distribución o almacenamiento del mismo, entre las principales se pueden indicar el contenido de azufre, contenido de agua, contenido de etanol, ácidos grasos libres, glicerina, mono, di y triglicéridos, ácidos libres, metales, partículas sólidas entre otras.

2.6.3 Parámetros termoquímicos de los combustibles¹⁰

a. Poder calorífico

El contenido energético de un combustible se expresa por medio de su poder calorífico, se define como la energía liberada en forma de calor en la

¹⁰ Lapuerta, M; Hernández, J. (2013). Combustibles. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), *Motores de combustión interna alternativos*. (pp. 390-413). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.

combustión estequiométrica de una unidad de masa de combustible, donde los productos quemados quedan en las mismas condiciones de temperatura y presión que los reactivos iniciales.

b. Dosado estequiométrico

El dosado estequiométrico, está relacionado a la proporción de mezcla aire combustible adecuado para obtener la mayor eficiencia de combustión, existen un sin número de sistemas que tratan de obtener la mejor relación estequiométrica en diferentes regímenes de giro de un motor, como son los sistemas de recirculación de gases de escape, o sistemas de alimentación adicional de aire en el motor.

c. Temperatura adiabática de llama

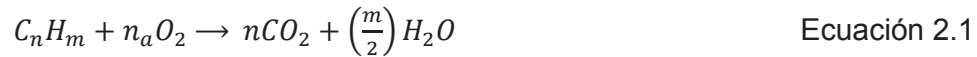
La temperatura adiabática de llama se define como, la temperatura que alcanzan los productos de la combustión, cuando todo el calor de la reacción se invierte en calentar dichos productos, es decir, el proceso de combustión se realiza de forma adiabática. La temperatura adiabática de llama disminuye de forma notoria con el contenido de oxígeno en el combustible, aumenta con el grado de insaturación y varía ligeramente con la longitud de la cadena carbonosa.

2.7 MEZCLAS ESTEQUIOMÉTRICAS¹¹

La estequiometría es el cálculo de las relaciones cuantitativas entre los reactantes (oxígeno y combustible) y los productos de la combustión. El balance de estas reacciones depende únicamente de la conservación de la masa de cada una de las especies químicas que intervienen en la reacción.

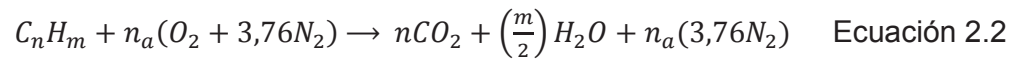
En un proceso de combustión ideal de un hidrocarburo, el balance de la reacción de combustión completa puede expresarse de acuerdo con la siguiente reacción:

¹¹ Desantes, J; Molina, S. (2013). Introducción a la combustión. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), *Motores de combustión interna alternativos*. (pp. 354-388). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.

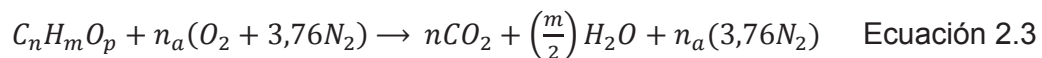


$$\text{donde: } n_a = n + \frac{m}{4}$$

Teniendo en cuenta que el oxígeno utilizado en el proceso de combustión en MCI A es en general el contenido en el aire atmosférico, la ecuación 2.1, puede expresarse como:



Teniendo en cuenta que en la actualidad muchos combustibles de los utilizados en MCI A, contienen oxígeno, la ecuación se puede generalizar de la siguiente forma:



$$\text{donde } n_a = \left(n + \frac{m}{4} - \frac{p}{2}\right)$$

Para obtener la relación estequiométrica en términos másicos es necesario multiplicar cada uno de los términos de la ecuación 2.3, por sus respectivos pesos moleculares.

2.8 ADITIVOS COMBUSTIBLES. ¹²

Un aditivo es una sustancia química agregada a un producto para mejorar sus propiedades, en el caso de los combustibles dicha sustancia es utilizada en pequeñas cantidades añadida durante su elaboración por el fabricante, para cambiar las características del mismo.

Hay diferentes características que puede mejorar los aditivos:

- Octanaje: Mejoran la resistencia del combustible a la auto inflamación, el principal compuesto que mejora esta característica es el tetraetilo de

¹² WRT BV. (2014). *Descripción de los aditivos*. Extraído de: <http://www.wrtbv.com/espanol/aditivos-para-combustibles>

plomo que se utilizó durante décadas, pero es muy contaminante y se ha prohibido su uso. En la actualidad se usa un compuesto químico de metilciclopentadienil manganeso tricarbonilo, que es menos tóxico que el compuesto de plomo.

- Oxigenadores: Mejoran la combustión del combustible. Evitando los humos los hidrocarburos no quemados y los restos de carbonilla. Además de mejorar el consumo y la potencia. El etanol y el éter metil tert-butílico, metil tert-butil éter, metil terc-butil éter (MTBE), que se usan como aditivos para lograr mejor combustión de la gasolina. Aunque no todos estos aditivos aumentan la potencia por no contener productos que aumenten concretamente el OCTANAJE.¹³
- Detergentes: Mejoran la pulverización de la gasolina, la mezcla y el contacto con el oxígeno del aire.
- Colorantes: Se utilizan para evitar confundir combustibles de diferente calidad.

La mayoría de los fabricantes afirman que sus productos de aditivos de combustibles, ofrecen dos funciones, una es la de lubricante de la mezcla, generando que los pistones tengan un recorrido más “liviano” y menos forzado, por lo que son derivados de aceites y con un origen oleaginoso en su composición. Y la otra función es que actúan como un comburente de la mezcla, mejorando su combustión y aumentando su rendimiento.

2.8.1 Características físicas químicas de los aditivos

En el mercado existen sin número de aditivos de combustible, dependiendo la característica que se requiera mejorar, se muestra algunos ejemplos.

¹³ Marchese, R; Bustos J, López J. (2014), *Los combustibles en los Motores Ciclo Otto: Características, Calidad, Efectos*, ISSN 1668-9178, extraído de: http://www.herrera.unt.edu.ar/revistacet/avances/avance37_05.pdf

- a. Aditivos mejoradores del octanaje de la marca Roshfrans, nombre comercial: Octan® en presentación líquido.¹⁴

Las principales propiedades físicas químicas de este aditivo son:

- Estado de agregación: líquido
- Color ASTM: 0.5
- Viscosidad Cinemática @ 40°C: 1.633 mm²/s (cSt)
- Punto de inflamación: 67 °C
- Densidad @ 15.6°C: 0.8192 Kg/L.

- b. Aditivos para mejorar la limpieza de los inyectores de la marca Roshfrans, nombre comercial: Gas Clean en presentación líquido.¹⁵

Las principales propiedades físicas químicas de este aditivo son:

- Estado de agregación: líquido
- Color ASTM: 0.5
- Viscosidad Cinemática @ 40°C: 1.388 mm²/s (cSt)
- Punto de inflamación: 65 °C
- Densidad @ 15.6°C: 0.7893 Kg/L

¹⁴ Hoja de datos técnicos división automotriz, Aditivos para combustibles, COMERCIAL ROSHFRANS S.A. (2013), México, extraído de: <http://www.roshfrans.com/assets/pdf/HDT/01%20ROSHFRANS/03%20ESPECIALIDADES/02%20ADITIVOS%20PARA%20%20COMBUSTIBLE/03%20HDT%20%2B%20OCTAN%20R3.pdf>

¹⁵ Hoja de datos técnicos división automotriz, Aditivos para combustibles, COMERCIAL ROSHFRANS S.A. (2013), México, extraído de: <http://roshfrans.com/wp-content/uploads/2012/01/02-HDT-GAS-CLEAN-R4.pdf>

CAPÍTULO 3.

3. METODOLOGÍA, RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO, DEBIDO A LA PRESENCIA DE ADITIVOS EN EL COMBUSTIBLE.

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1 Determinación de las características de los aditivos y muestras de combustible.

El motivo de la investigación es analizar las características de los aditivos en su composición para esto se aplica el método de Inducción de Plasma Acoplada, y el método de análisis químico semi cuantitativo por Microscopía Electrónica de Barrido con microanálisis de Rayos X, que aportará a su deducción.

Además se analiza las mezclas de combustible con los aditivos, para ello se aplicó la norma INEN 935:2012, presentando las variables importantes para el comportamiento de la gasolina en el motor térmico.

Método de Inducción de Plasma Acoplada de Masas (ICP)

Es una técnica usada para detectar el contenido de metales en muestras provenientes del medio. El objetivo del ICP, es hacer que los elementos emitan su onda específica de luz la cual puede ser medida, y así determinar el análisis cuantitativo de la muestra.

El ICP necesita estrictamente que las muestras a analizar estén en solución, sino el equipo se obstruye; las mayores ventajas de usar el ICP serán que determina todos los elementos que esta contiene, en un corto espacio de tiempo y en una proporción ínfima de hasta 0,5 mg/Kg. Dando como resultado el contenido metálico de los aditivos para nuestro estudio.

Para el análisis en el laboratorio de las muestras de aditivo para gasolina, se requirió un volumen de 375 ml. de aditivo líquido, denominado R-1 plus Premium, aditivo para gasolina, de la marca Qualco, que es un producto comercial de venta libre de expendio en las gasolineras del País; para la segunda muestra de aditivo sólido, se requirió un peso de 5 gramos de aditivo para gasolina, denominado MPG-CAPS, Pastillas Ahorro Combustible, de la marca Fuel Freedom International, que es también un producto de venta libre.

Análisis químico semi cuantitativo por Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) con microanálisis de Rayos X.¹⁶

Un microscopio es un sistema óptico que magnifica objetos pequeños para examinarlos con luz natural o luz emitida de una fuente artificial, en el microscopio electrónico, en lugar de luz se utiliza un haz electrónico para formar la imagen.

Una Microscopía Electrónica de Barrido tiene un rango de aumentos de 10 a 180000 X y junto con detectores de rayos X, hace posible identificar minerales muy pequeños y examinar la forma y distribución de estos.

Debido a que existe una gran variedad de campos de aplicación del MEB, hay muchos tipos de muestras que pueden ser observadas. En general las muestras a analizar por MEB son relativamente fáciles de preparar, uno de los requerimientos es el tamaño, que puede ser desde muy pequeño hasta 7 cm o tres veces más en los equipos más modernos. Sin embargo, para cada caso

¹⁶ Reyes, S.A.M., Microscopía Electrónica y Microanálisis a la Solución de Problemas Geoquímicos. VII Congreso Nacional de Geoquímica, Instituto de Geología, UNAM.

se deben tomar en consideración tres aspectos importantes: 1) La muestra debe estar limpia y seca, 2) se debe mantener la morfología original y 3) no debe tener cargas electrostáticas.

El laboratorio de Metalurgia Extractiva, utilizo el microscopio electrónico de barrido TESCAN – VEGA, con micro analizador de Rayos X Bruker. A través de este método se analiza el aditivo sólido, conformado en forma de pastilla, de peso de 0,5 gramos que fue entregado al Laboratorio y analizado para su posterior resultado; Mientras que para el caso del aditivo líquido no se pudo generar este análisis, ya que el método solo analiza muestras sólidas, y el compuesto líquido va a provocar problemas con el equipo y NO dieron solución al caso a analizar.

Análisis de las gasolinas según INEN 935:2012¹⁷

Para el análisis de las muestras, el laboratorio se requirió un volumen de 1 litro de cada muestra.

La primera muestra de gasolina extra adquirida en el sector Norte de la ciudad de Latacunga, en la estación de servicio PetroComercial, donde siempre se abasteció de combustible para todo el análisis de la tesis con las diferentes pruebas en el vehículo.

La segunda composición contiene 0.05 gramos de aditivo sólido por galón de gasolina extra, esta dosis se establece en base a las recomendadas por el fabricante del producto de venta libre.

La tercera composición contiene 12 mililitros de aditivo líquido por galón de gasolina extra, esta dosis regular se establece en base a las recomendadas por el fabricante del producto de venta libre, y el motivo de análisis en las pruebas en el vehículo Volkswagen.

¹⁷ Norma Técnica Ecuatoriana INEN 935:2012, Gasolina Requisitos. Octava revisión, Primera edición.

El laboratorio de Petróleos de la Politécnica Nacional realizó los siguientes ensayos:

a. Ensayo de número de octano

La medida del número de octano, es el rendimiento antidetonante de los combustibles de motor de encendido por chispa, se obtiene experimentalmente, utilizando el estándar ASTM D2699. Y se denomina por (RON). Mediante el análisis de este parámetro podemos conocer si ha existido variación en las mezclas y verificar sus efectos en el rendimiento del motor.

b. Ensayo de destilación

La medida de esta variable aplica un método experimental, donde se efectúan lecturas sistemáticas o simultáneas de la temperatura de los vapores y volúmenes recuperados, con eso se calcula los resultados, y se visualiza los diferentes componentes líquidos, sólidos disueltos en la gasolina y sus mezclas con los aditivos.

c. Ensayo Presión de vapor reíd

La medida de la presión de vapor reíd, es la presión de saturación, que es la presión a la que la temperatura de la fase líquida y vapor se encuentran en equilibrio, para que se mantenga estable la mezcla aire combustible en la cámara de combustión, y se ve reflejada en potencia del motor. Los resultados, dados en Kpa.

d. Ensayo corrosión a la lámina de cobre

La medida de esta variable evalúa el grado relativo de corrosividad de la gasolina y las mezclas aplicadas al motor y sus componentes, para evaluar su desgaste.

e. Ensayo contenido de azufre

Este método de ensayo permite controlar el nivel de azufre de gasolina y las mezclas aplicadas al motor. Los resultados, dados en ppm, que

permitirá analizar la presencia de este componente de forma positiva o perjudicial para el rendimiento del motor.

- f. Ensayo determinación de contenido de gomas por el método de evaporación

El ensayo determina la cantidad de depósitos generados en sistemas de admisión, puede asumirse que un bajo contenido de gomas asegura la ausencia de problemas en dicho sistema y por tanto en el motor. Los resultados, dados en mg/100 cm³.

3.1.2 Características del motor

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó un motor de encendido provocado perteneciente a un automóvil marca Volkswagen, de cilindrada 1.8 c.c., de inyección electrónica.

Las características principales del motor y vehículo son resumidas en la tabla 3.1, para dar idea del estado del vehículo aplicado en las pruebas:

Tabla 3.1. Ficha técnica del vehículo.

| DATOS DEL VEHÍCULO | |
|--|-----------------------------------|
| Número del motor | UDH600050 |
| Número del chasis | 9BWEC05W99P064915 |
| Placa | XCB0805 |
| KILOMETRAJE DEL VEHÍCULO | |
| Kilometraje Inicial del Proyecto | 105.344 km |
| Kilometraje Final del Proyecto | 135.000 km. |
| DATOS GENERALES DEL MOTOR | |
| Potencia | 73kW (99 cv) a 5250 rpm |
| Par máximo | 152 Nm (15,5 kgfm) a 3.000 rpm |
| Número de cilindros, cilindrada | 4 cilindros, 1.781cm ³ |
| Relación de compresión | Superior. 95, Normal o. 91 |
| Transmisión | Manual de 5 marchas |
| Con ligera reducción del desempeño y elevación del consumo, con aumento gradual del ruido del motor hasta la intervención del ajuste de detonación | |
| DESEMPEÑOS | |
| Aceleración 0 – 80 km/h | 8,0 s |

| | |
|--|----------|
| Aceleración 0 – 100 km/h | 11,9 s |
| Velocidad máxima | 162 km/h |
| Los valores corresponden al modelo básico. Es posible que ocurra pequeñas divergencias de acuerdo con el combustible local utilizado | |

| CONSUMO DE COMBUSTIBLE | |
|--|-----------------|
| Urbano | 41,85 km/galón |
| Extra Urbano | 60,45 km/galón |
| Promedio Ponderado | 50,375 km/galón |
| Los valores corresponden al modelo básico. Es posible que ocurra pequeñas divergencias de acuerdo con el combustible local utilizado | |

| PESOS | |
|--|--------------|
| Peso bruto admisible | 1.700 kg |
| Tara en orden de marcha ⁴⁾ | 975 kg |
| Tara en orden de marcha, incluyendo el conductor ⁴⁾ | 1,050 kg |
| Carga admisible sobre el eje delantero | 810 kg |
| Carga admisible sobre el eje trasero | 900 kg |
| Carga admisible sobre el techo | No aplicable |
| 4) Tara para modelo básico sin equipamientos opcionales | |

| DIMENSIONES | |
|---|----------------------|
| Ancho de vía delantero | 1387 mm |
| Ancho de vía trasero | 1386 mm (1385 mm) |
| De acuerdo con la medida de las ruedas y la presión de los neumáticos, es posible que ocurra variaciones en estos datos | |

| PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS |
|---|
| Neumáticos de verano: los valores de presión de los neumáticos están indicados en una etiqueta en el interior de la tapa del compartimento de la boca de carga de depósito de combustible |
| Neumáticos de invierno: se aplican los mismos valores de los neumáticos de verano, aumentados de 0,2 bar. |
| Rueda de repuesto: mantenga la presión máxima prevista para el vehículo |

| NEUMATICOS |
|-------------------|
| 185/65R14 |

(Manual del usuario Volkswagen, 2008)

3.1.3 Determinación de las curvas características del motor

De las pruebas realizadas en el dinamómetro de rodillos de marca MAHA (Maschinenbau Haldenwang) LPS 3000LKW, se obtiene los siguientes resultados en torque, potencia para a partir de ellos, en función a otros

indicadores verificar la variación de su rendimiento con los aditivos de gasolina adicionados.

La prueba se realiza a 2800 metros sobre el nivel del mar, con una presión atmosférica de 102.811 Pascales.

3.1.3.1 Pruebas Estáticas con cargas de Potencia y Par Motor.

Se determinó la potencia y el par desarrollado por el vehículo a través del dinamómetro señalado anteriormente, cada 3000 kilómetros de recorrido, considerando para cada prueba las mismas condiciones de mantenimiento y operación, para que el vehículo logre su máximo rendimiento en cada prueba. Las pruebas se desarrollaron en base al proceso con el equipo de la figura 3.1.



Figura 3.1. Prueba del vehículo en dinamómetro.¹⁸

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

¹⁸ Tesis Manual de Mantenimiento para el Dinamómetro de chasis LPS 3000 instalado en el CCICEV; Ing. Álvaro Rosas e Gustavo Barona. (2013). Quito Ecuador, EPN.

A continuación se enumeran los principales elementos que conforman el Dinamómetro de Chasis (LPS 3000):

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

Este equipo se usa para realizar pruebas dinámicas en vehículos ligeros y camiones que tengan motores Otto o Diesel. Posee una caja de interfaces que sirve para registrar el número de revoluciones del motor, datos del medio ambiente, datos OBD, temperaturas, presiones y señales analógicas. Se presenta en la figura 3.2.



Figura 3.2. Dinamómetro de chasis LPS 3000.

a. Protocolo de Pruebas de Potencia y Par Motor¹⁹

Para la realización de una prueba dinámica en un Dinamómetro de Chasis LPS 3000, se sigue el siguiente protocolo de pruebas:

¹⁹ Tesis Manual de Mantenimiento para el Dinamómetro de chasis LPS 3000 instalado en el CCICEV; Ing. Álvaro Rosas e Gustavo Barona. (2013). Quito Ecuador, EPN.

1. Verificar que el diámetro de las ruedas sea igual o superior a rin 13” (R13), y que cumplan con la capacidad de peso establecida por el fabricante.
2. Colocar el vehículo de prueba en los rodillos del dinamómetro.
3. Verificar que el perfil del neumático esté libre de piedras en el labrado.
4. Descender el elevador y dejar apoyadas las ruedas sobre los rodillos.
5. Verificar la alineación del tren en donde se encuentra la transmisión con respecto a los rodillos del dinamómetro, haciendo girar las ruedas a una velocidad máxima de 20[km/h].
6. Asegurar el vehículo con cintas para evitar que este se salga de los rodillos.
7. Revisar la seguridad del área de prueba.
8. En el software LPS 3000, se deben introducir los datos técnicos referentes al vehículo a ser probado.
9. Comprobar la relación de cambio y de transmisión de la unidad, la cual debe ser en relación 1:1.
10. Asegúrese que la temperatura del motor es normal de funcionamiento, caso contrario debe pasar un periodo de calentamiento del motor para alcanzar dicha temperatura.
11. Poner en funcionamiento el ventilador de refrigeración del banco de pruebas LPS 3000.
12. Iniciar la prueba de medición.
13. El conductor acelera el vehículo con el pedal a fondo en la marcha de prueba para alcanzar la velocidad deseada, llamada “corte de rpm” (4500 – 6000 rpm).
14. Cuando se ha llegado al “corte de rpm”, el conductor pisa el embrague, dejando la marcha puesta. El banco de potencia desacelera hasta detenerse. El resultado de la medición se presenta en la pantalla. El operador puede analizar los resultados obtenidos según las vueltas de motor (la potencia, el par motor, pérdidas de los mecanismos de rodadura, la potencia a las ruedas, los resultados de instrumentos de medida que tiene el banco de potencia, etc.).

3.1.3.2 Consumo de combustible

El objetivo de esta medición es conocer el rendimiento real del vehículo, esto es la proporción de combustible necesaria para una distancia recorrida, para esto se instalan un medidor de consumo de combustible a la línea de suministro y de retorno del sistema de combustible, obteniendo una diferencia que representa el consumo total. La prueba se realizará con dos personas en el vehículo.

a. Medidor de combustible²⁰

El equipo de medición se puede utilizar con gasolina o diesel. La cámara de presión tiene capacidad para 5 litros, se presuriza hasta 80 PSI. Contiene un juego de adaptadores universales JetClean para acoplar diferentes cañerías de sistema de alimentación. Figura 3.3.



Figura 3.3. Equipo para medir el consumo de combustible.²²

b. GPS²¹

Este equipo receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global) utiliza el sistema para determinar la posición con coordenadas de Latitud, Longitud y Altura. Se basa en una constelación de 21 satélites que orbitan a la tierra a una altura de 20200 Km, necesitando 11h58m para describir una órbita completa. Para éste estudio se utiliza el equipo para medir las distancias en la ruta recorrida (aplicación que posee el receptor) durante la realización de la

²⁰ Productos JETCLEAN-GERAT PLUS, LIQUI MOLY (2014), extraído de: http://www.liqui-moly.de/liquimoly/produktodb.nsf/id/es_5118.html?Opendocument&land=DE

²¹ Manual de usuario Garmin 62s extraído de: http://www.wellesley.edu/sites/default/files/assets/departments/libraryandtechnology/files/computing/garmin62s_ownersmanual.pdf

prueba, en base a la interfaz mostrada en la figura 3.4 y las características de la tabla 3.2.



Figura 3.4.Receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Tabla 3.2. Características Técnicas de equipo GPS

| Físicas | |
|------------------------------------|---|
| Carcasa | Aleación de plástico de elevada resistencia a los impactos y totalmente sellada, resistente al agua según los estándares IPX7 (resistente al agua a 1 metro durante 30 minutos) |
| Tamaño | 11,2 cm alto x 5,1 cm ancho x 3 cm prof. (4,4" x 2" x 1,2") |
| Peso | Aprox. 150 g (5,3 OZ) con pilas |
| Rango de temperaturas | De -15° a 70°C (de 5° a 158°F) |
| Rendimiento | |
| Receptor | Compatible con WAAS, de alta sensibilidad |
| Tiempo de adquisición | Aprox. 3 segundos (inicio en caliente), aprox. 32 segundos (inicio en tibio), aprox. 39 segundos (inicio en frío) |
| Frecuencia de actualización | 1/segundo, continua |
| Precisión GPS | < 10 metros (33 pies) RMS1 |
| Precisión DGPS (WAAS): | 3 metros (10 pies), 95% típica con correcciones DGPS2 |
| Precisión de la velocidad | 0,1 nudos RMS en estado Estable |
| Dinámica | Cumple las especificaciones hasta 6 g |
| Interfaces | NMEA 0183 (versiones 2.00-3.0), RTCM 104 (para correcciones DGPS) y RS-232 para interfaz con equipo informático |
| Antena | Integrada |
| Alimentación | |
| Entrada | Dos pilas AA de 1,5 voltios, adaptador de alimentación externo |
| Duración de las pilas | Hasta 17 horas en condiciones normales de uso |

c. Protocolo de pruebas consumo de combustible²²

La prueba de consumo de combustible se realizó con equipo de medición de combustible, este instrumento permite obtener el consumo total de combustible en los vehículos con motor ciclo Otto.

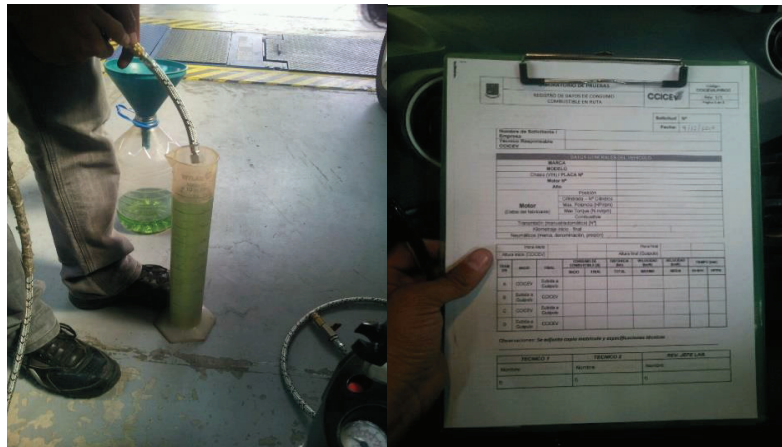


Figura 3.5. Medida Inicial de combustible y registro para el inicio de la prueba.

Establecer los valores iniciales y finales del combustible es primordial además se evidencia a través de las figura 3.5, y figura 3.6, y para seguir rigurosamente el protocolo de prueba siguiente.



Figura 3.6. Medida final de combustible y datos del recorrido de la prueba, GPS.

²²Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares, Quito Ecuador, EPN.

Para la realización de la prueba de consumo de combustible se sigue el protocolo de pruebas que se describe a continuación:

1. Verificar que el vehículo se encuentre apagado.
2. Identificar las tuberías de admisión y retorno de combustible.
3. Buscar en las cañerías los acoples que puedan ser desinstalados fácilmente, y desconectarlos.
4. Instalar las cañerías del equipo de medición a las tuberías de admisión y retorno del sistema de combustible del vehículo.
5. Revisar que todas las conexiones estén bien sujetas.
6. Insertar 5 litros del combustible a ensayar.
7. Verificar que se encuentre tapado y sellado correctamente la cámara de depósito.
8. Generar presión [PSI] de inyección de acuerdo a las especificaciones de fabricante.
9. Poner en modo abierto a las válvulas de paso (admisión y retorno)
10. Encender el vehículo y comprobar que no existan fugas.
11. Comenzar a manejar por la ruta seleccionada; ciudad carretera y con la ayuda de un GPS se conoce el kilometraje exacto del recorrido.

d. Descripción del ciclo combinado ciudad-carretera:

La ruta seleccionada para este proyecto tiene una longitud de 27.95 kilómetros, los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- 16.30 kilómetros de carretera desde el CCICEV hasta la subida a Guápulo de la Av. Simón Bolívar.
- 11.65 kilómetros de ciudad desde Guápulo hasta el CCICEV.

Las distancias tramo a tramo se establecen en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Distancias tramo a tramo del ciclo combinado (ciudad-carretera).

| TRAMO | DISTANCIA (Km) | CICLO |
|---|----------------|-----------|
| CCICEV-Autopista General Rumiñahui (ingreso Intercambiador) | 7.43 | Carretera |
| Avenida Simón Bolívar- subida a Guápulo | 8.87 | Carretera |
| Subida a Guápulo-Parque de la Vicentina | 4.04 | Ciudad |
| Parque de la Vicentina-Hotel Quito | 1.40 | Ciudad |
| Hotel Quito-10 de Agosto | 1.83 | Ciudad |
| 10 de Agosto-Mariana de Jesús | 0.81 | Ciudad |
| Mariana de Jesús-Amazonas-Veintimilla | 2.32 | Ciudad |
| Veintimilla- CCICEV | 1.25 | Ciudad |

En la siguiente figura 3.7, se puede apreciar el ciclo combinado ciudad carretera.

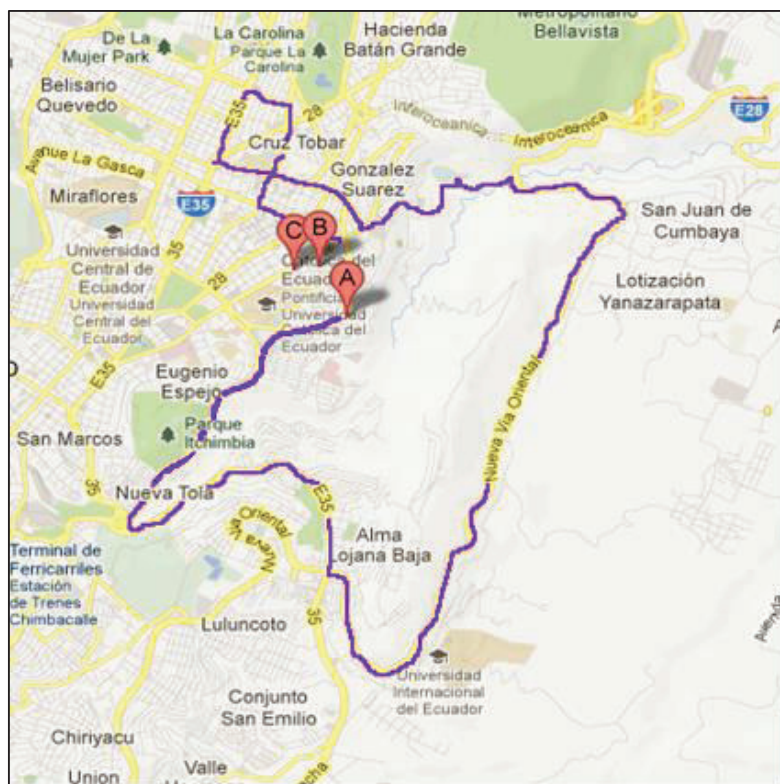


Figura 3.7. Tendencia Ciclo combinado Ciudad-Carretera.

En la Figura 3.8., se muestra una ampliación del ciclo carretera.

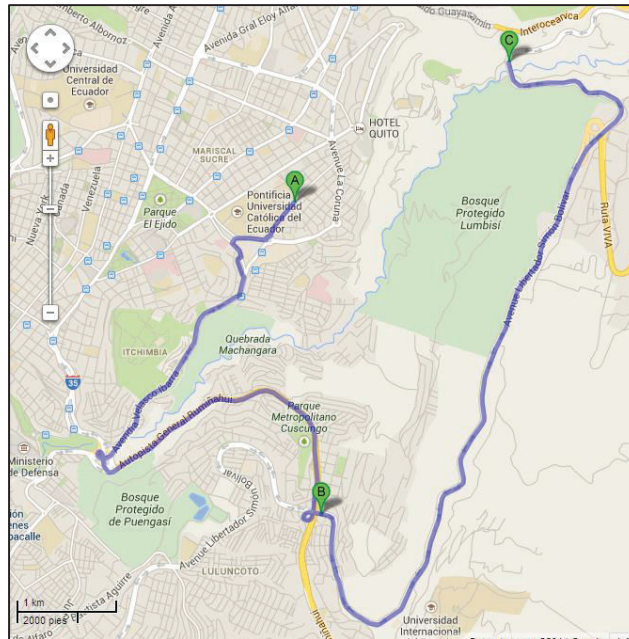


Figura 3.8. Ciclo Carretera Autopista General Rumiñahui-Avenida Simón Bolívar.

En la Figura 3.9., se muestra una ampliación del ciclo ciudad.

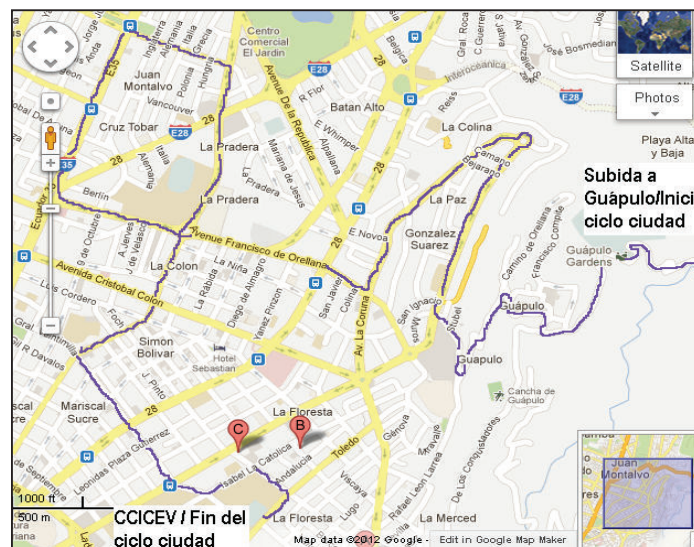


Figura 3.9. Ciclo ciudad Guápulo-Coruña-Orellana-10 de Agosto- Amazonas-Veintimilla-CCICEV.

3.1.4 Emisiones contaminantes

La medida de esta variables se llevó a cabo a través de un analizador de gases de escape marca MAHA (Maschinenbau Haldenwang). Tal como de la figura 3.10. Dichos parámetros permite evaluar el grado de emisiones contaminantes del motor, con el propósito de la evaluación posterior del estado del motor, la prueba se la realiza en condición estática con carga, en funcionamiento en la condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de funcionamiento. Esto en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204:2002.



Figura 3.10. Prueba estática de análisis de gases contaminantes.

El periodo de comprobación de la contaminación emitida por el motor a través de los gases de escape se ha desarrollado al final de los 3000 km de recorrido, considerando para cada prueba las mismas condiciones de mantenimiento para estandarizar el proceso.

a. Analizador de emisiones, MGT 5.²³

- Es un analizador de gases, para visualizar las variables de HC, CO, CO₂, O₂, con cálculo del valor lambda, con una interfaz amigable a un monitor para el registro de datos. Se presenta en la figura 3.11.

²³ Analizador de emisiones, MGT 5 Stand Alone, MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG (2014), Alemania, extraído de: <http://www.maha.de/analizador-de-emisiones-mgt-5-stand-alone.htm>.



Figura 3.11. Analizador de gases MGT5 y sus accesorios para lectura de gases contaminantes.

A continuación se enumera los principales elementos que conforman el analizador de emisiones, MGT 5, marca MAHA:

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

En la tabla 3.4, se establecen los datos técnicos de medición, apreciación y resolución para las diferentes variables de medida.

Tabla 3.4. Datos técnicos Analizador MGT-5.²⁴

| | |
|--|---------------|
| Tiempo de calentamiento célula de medición | 480 s |
| Alimentación de corriente conexión a tensión de a bordo | 12 - 42 V |
| Principio de medición HC | 0 |
| Principio de medición CO | 0 |
| Principio de medición CO2 | 0 |
| Principio de medición O2 | 1 |
| Principio de medición NO (opción) | 1 |
| Rango de medición HC | 0 - 4000 ppm |
| Rango de medición 2 HC | 0 - 20000 ppm |
| Rango de medición CO | 0 - 15 % Vol. |
| Rango de medición O2 | 0 - 25 % Vol. |
| Rango de medición CO2 | 0 - 20 % Vol. |
| Rango de medición NO (opción) | 0 - 5000 ppm |
| Resolución de valores de medición HC | 0,1 ppm |
| Resolución de valores de medición (rango de medición 2) HC | 1 ppm |
| Resolución de valores de medición CO | 0,001 % |
| Resolución de valores de medición CO2 | 0,01 % |
| Resolución de valores de medición O2 | 0,01 % |
| Resolución de valores de medición NO (opción) | 1 ppm |
| Presión de trabajo mín. | 0.75 bar |
| Presión de trabajo máx. | 1.1 bar |
| Tensión de red mín. | 85 V |
| Tensión de red máx. | 285 V |

b. Protocolo de pruebas para emisiones

1. Preparar el vehículo
2. Disponer del equipo necesario para el diagnóstico: Analizador de emisiones.
3. Mantener encendido el vehículo para que logre la temperatura normal de funcionamiento
4. Encender el analizador de gases una vez que la sonda se encuentre conectada al tubo de escape.

²⁴ Analizador de emisiones, MGT 5 Stand Alone, MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG (2014), Alemania, extraído de: <http://www.maha.de/analizador-de-emisiones-mgt-5-stand-alone.htm>.

5. Colocar la configuración del equipo analizador para la lectura de datos de las emisiones contaminantes
6. Registrar los datos desplegados en el monitor del equipo.

3.2 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES REALIZADAS

En esta parte del capítulo se analiza los datos de cada uno de los procesos de medición de campo, experimental y pruebas de laboratorio aplicados a los aditivos para gasolina y en la camioneta Saveiro motor Volkswagen gasolina, mencionados en el marco metodológico.

3.2.1 Resultados de la caracterización del aditivo sólido y del aditivo líquido

A continuación se presenta la caracterización del aditivo líquido y sólido, a través del método de inducción de plasma acoplada de masas, donde se visualiza la variedad de contenido metálico que a continuación, en la tabla 3.5, se presenta su respectivo valor para tener claro la estructura de su composición.

Tabla 3.5. Cantidad metálica de los aditivos para gasolina utilizados.

| METALES | Muestra de aditivo sólido (mg/kg). | Muestra de aditivo líquido (mg/kg). |
|------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Hierro</i> | 138809,69 | 174,75 |
| <i>Magnesio</i> | 237,08 | 46,64 |
| <i>Aluminio</i> | 790,81 | 117,39 |
| <i>Boro</i> | 173,91 | 11,93 |
| <i>Zinc</i> | 52,92 | 446,13 |
| <i>Fosforo</i> | 65,59 | 735,13 |
| <i>Silicio</i> | 96,85 | 38,2 |
| <i>Sodio</i> | 178,64 | 22,69 |
| <i>Calcio</i> | 516,13 | 444,38 |
| <i>Plomo</i> | 19,97 | 0,49 |
| <i>Talio</i> | 21,24 | 1,2 |
| <i>Antimonio</i> | 4,7 | 0,21 |
| <i>Vanadio</i> | 4,76 | 0,34 |

| | | |
|------------------|----------|---------|
| Estaño | 6,34 | 6,06 |
| Níquel | 1,28 | 6,67 |
| Titanio | 13,74 | 6,48 |
| Potasio | 32,38 | 13,08 |
| Cadmio | 0,05 | 0,27 |
| Arsénico | 0,5 | 0,01 |
| Molibdeno | 1 | 1,37 |
| Litio | 1 | 0,03 |
| Berilio | 1 | 0,06 |
| Cromo | 0,5 | 0,39 |
| Plata | 0,5 | 2,22 |
| Estroncio | 2,06 | 2,26 |
| Selenio | 1 | 2,35 |
| Cobre | 0,5 | 1,14 |
| Bario | 2,95 | 1,01 |
| Cobalto | 1 | 0,04 |
| TOTAL | 141038,1 | 2082,92 |

A continuación se presenta las gráficas comparativas de los aditivos en la que establece la cantidad metálica que presenta cada muestra como resultado respectivamente.

En la figura 3.12. se observa el primer grupo de metales como: cadmio, arsénico, molibdeno, litio, berilio, cromo, plata, estroncio, selenio, cobre, bario, cobalto, que contienen cantidades inferiores a 3 mg/kg., tanto para el aditivo sólido como para el aditivo líquido respectivamente.

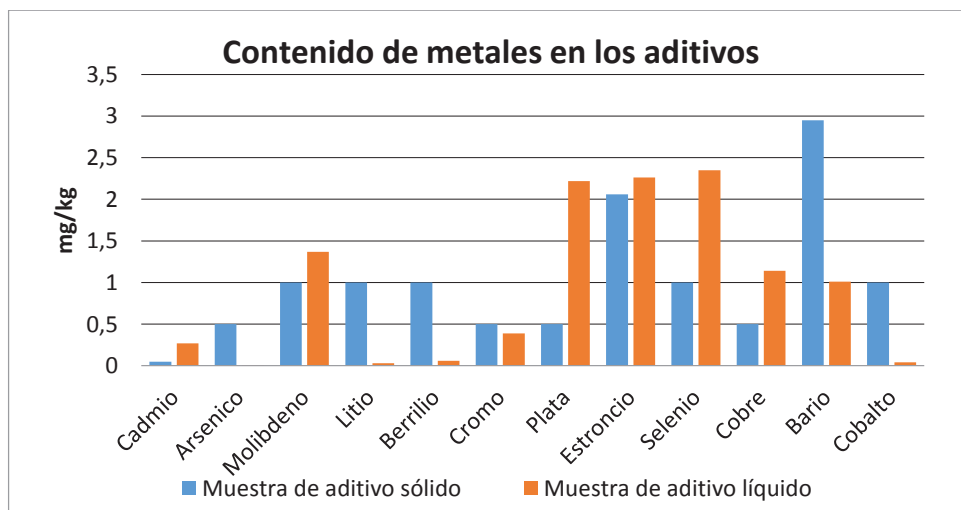


Figura 3.12. Metales contenidos inferiores al 3 mg/kg.

En la figura 3.13., se presenta el segundo grupo de metales, como: plomo, talio, antimonio, vanadio, estaño, níquel, titanio, potasio que contienen cantidades inferiores a 35 mg/kg., tanto para el aditivo sólido como para el aditivo líquido.

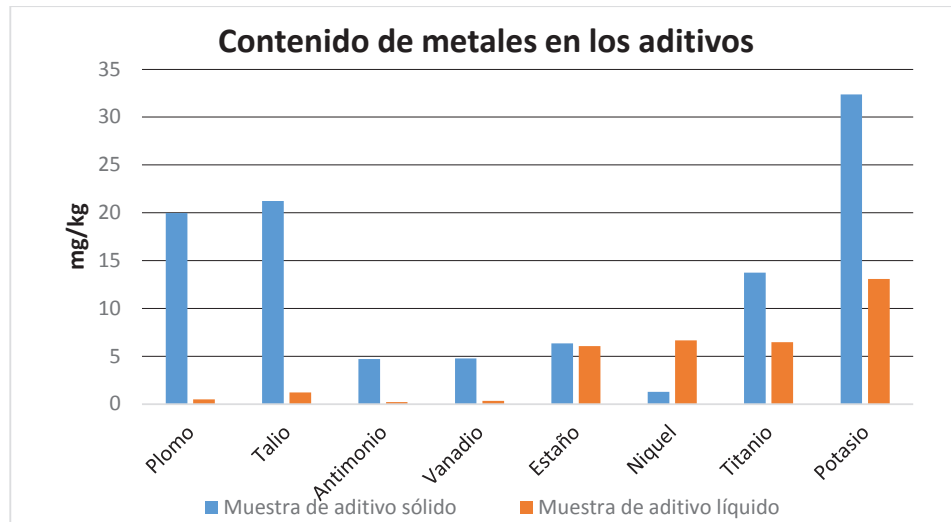


Figura 3.13. Metales contenidos inferiores a 35 mg/kg.

En la figura 3.14, se muestra el tercer grupo de metales como: magnesio, aluminio, boro, zinc, fosforo, silicio, sodio, calcio que poseen un contenido de metal hasta 800 mg/kg., tanto para el aditivo sólido como para el aditivo líquido respectivamente.

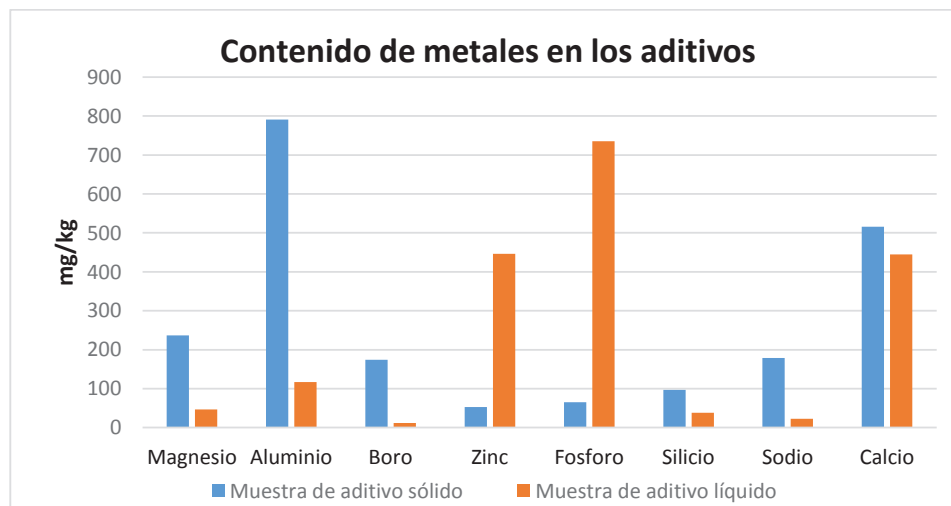


Figura 3.14. Metales contenidos inferiores a 800 mg/kg.

Finalmente en la figura 3.15., se presenta la cantidad de hierro existente en mg/kg, en los aditivos sólido y líquido respectivamente.

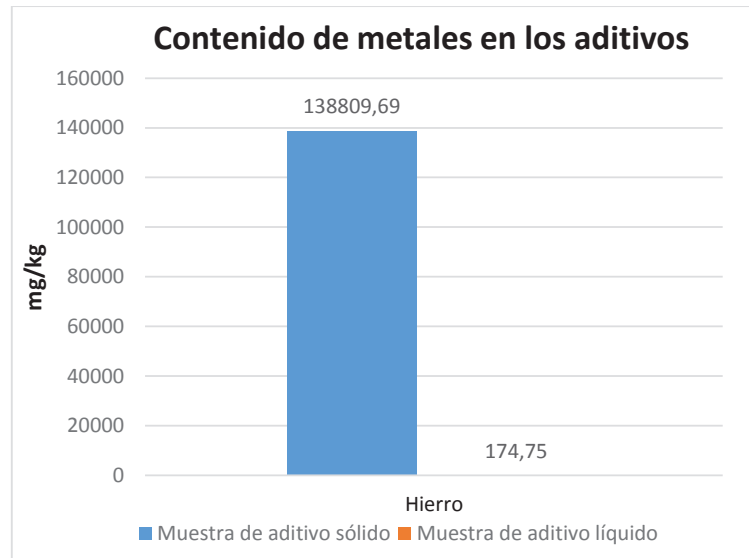


Figura 3.15. Hierro contenido en los aditivos.

Mientras que los resultados mediante el método de análisis químico semi cuantitativo por Microscopía Electrónica de Barrido con microanálisis de Rayos X, presentan los siguientes resultados en porcentaje del aditivo sólido tal como visualiza la tabla 3.6.

Tabla 3.6. Cantidad de elementos del aditivo sólido determinado por MEB con microanálisis de Rayos X.

| ELEMENTO | ANÁLISIS (%) |
|----------------------|--------------|
| <i>Carbono (C)</i> | 75,6 |
| <i>Aluminio (Al)</i> | 1,0 |

3.2.2 Resultados de la caracterización de la muestra de gasolina extra, mezcla con el aditivo sólido y mezcla con el aditivo líquido

A continuación, se presentan las figuras relevantes de los parámetros del análisis de las gasolinas según INEN 935:2012, que establece variables de la gasolina para una operación óptima en el proceso de combustión del motor.

a. Ensayo de número de octano

En la figura 3.16, se visualiza el resultado del ensayo del número de octano, en el que todas las muestras superan los 87 octanos, que establece la norma como valor mínimo para gasolina extra, NTE INEN 935:2012.

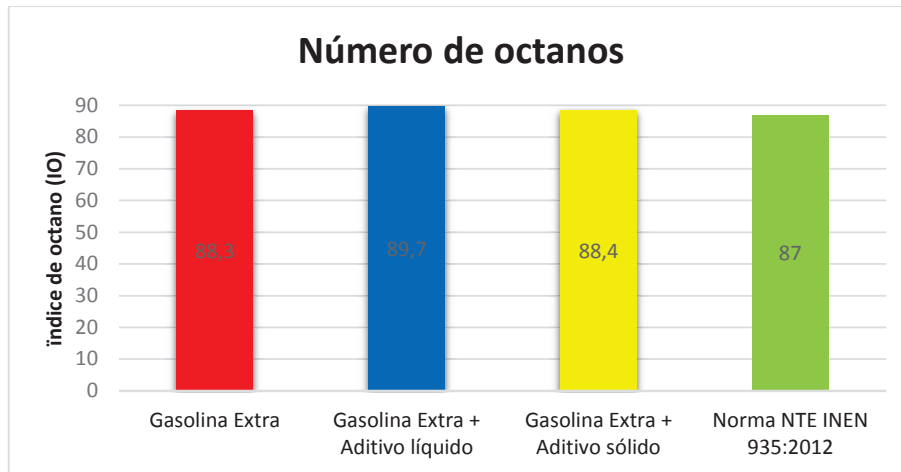


Figura 3.16. Cantidad de número de octanos en las muestras.

b. Ensayo de destilación

En la figura 3.17., se observa los resultados para el ensayo de destilación de todas las muestras analizadas, donde se evidencia el porcentaje de evaporación en función de la temperatura, que establece la norma para gasolina extra, NTE INEN 935:2012.

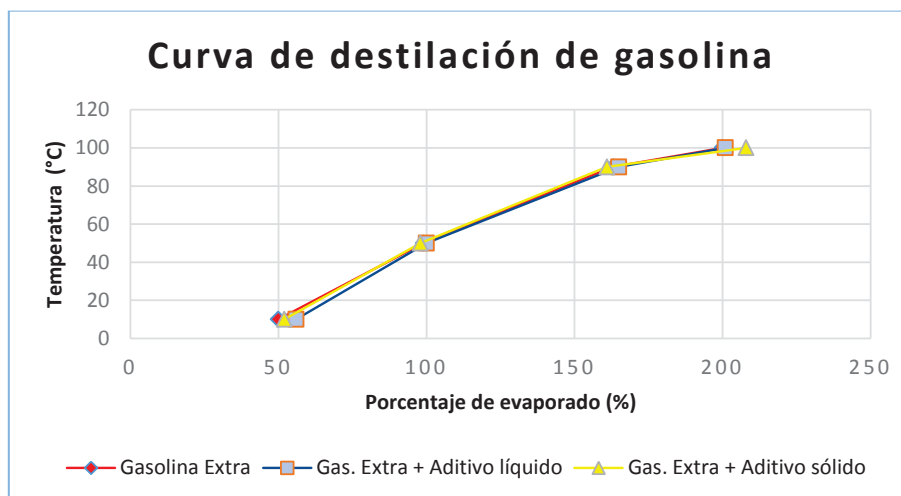


Figura 3.17. Resultados, curva típica de destilación de las muestras de gasolina.

c. Ensayo presión de vapor reíd

En la figura 3.18., se evidencia los resultados del ensayo de presión de vapor de reíd, realizada en todas las muestras de prueba, en el que se observa que ninguna sobrepasa el valor máximo de 60 kPa., que establece la norma para gasolina extra, NTE INEN 935:2012.

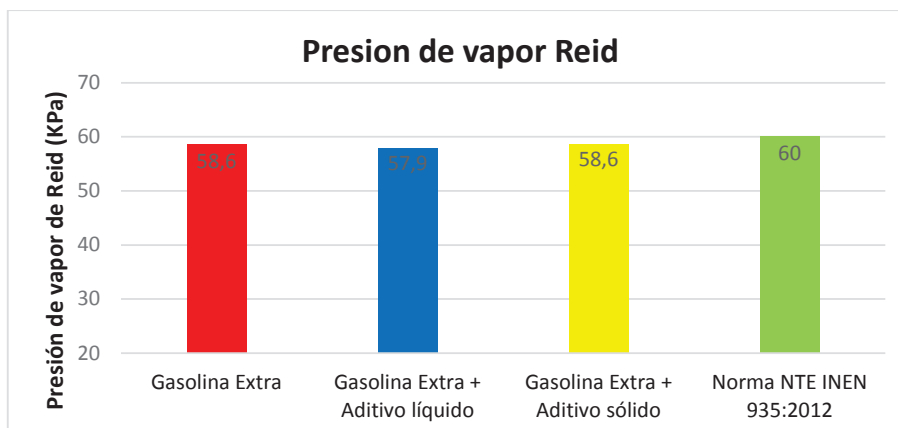


Figura 3.18. Resultado de la presión de vapor Reid de las muestras.

d. Ensayo corrosión a la lámina de cobre

En la figura 3.19., se visualiza los resultados del ensayo de corrosión a la lámina de cobre, realizado a cada una de las muestras de prueba, las mismas que cumplen con el valor máximo de 1B., que establece la norma para gasolina extra, NTE INEN 935:2012.

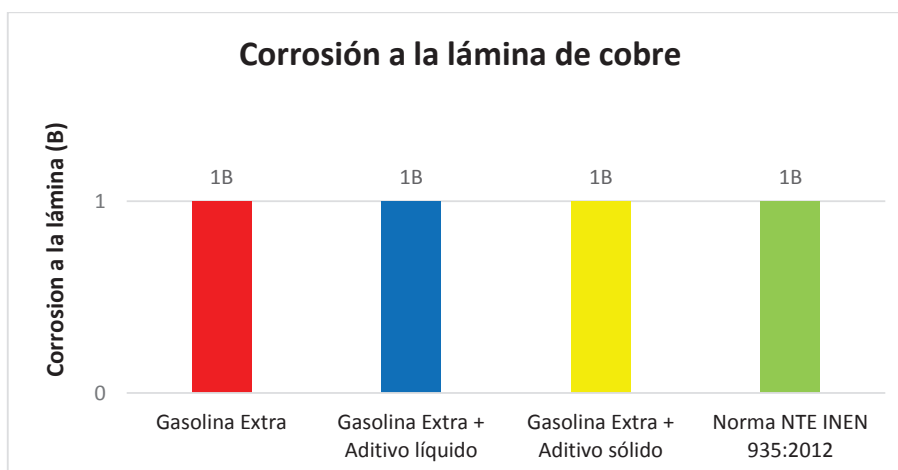


Figura 3.19. Resultado de la corrosión a la lámina de cobre de las muestras.

e. Ensayo contenido de azufre

En la figura 3.20., se observa los resultados obtenidos al realizar el ensayo de contenido de azufre en todas las muestras, se puede observar que ninguna supera los 650 ppm, que establece la norma como máximo para gasolina extra, NTE INEN 935:2012.

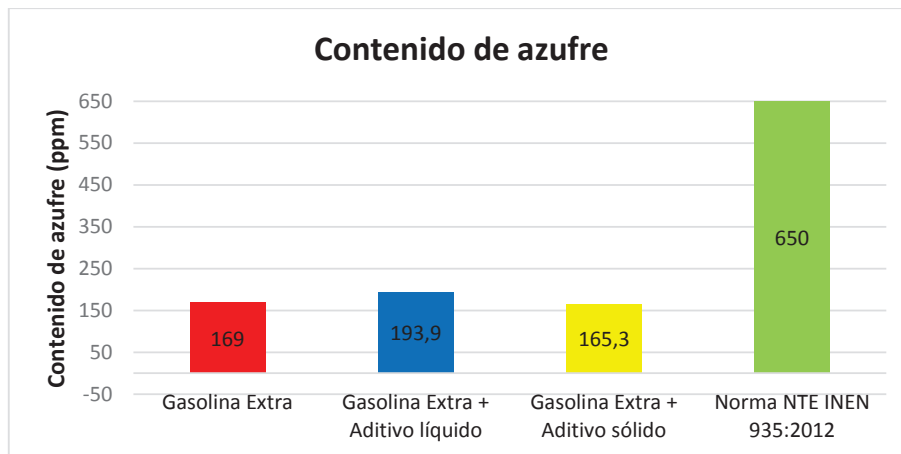


Figura 3.20. Resultado del contenido de azufre de las muestras.

f. Ensayo determinación de contenido de gomas por el método de evaporación

En la figura 3.21., se visualiza los resultados del ensayo de contenido de gomas realizado a todas las muestras, en la cual se observa que ninguna supera los límites máximos permitidos que es de 3 mg/100cc, que establece la norma para gasolina extra, NTE INEN 935:2012.

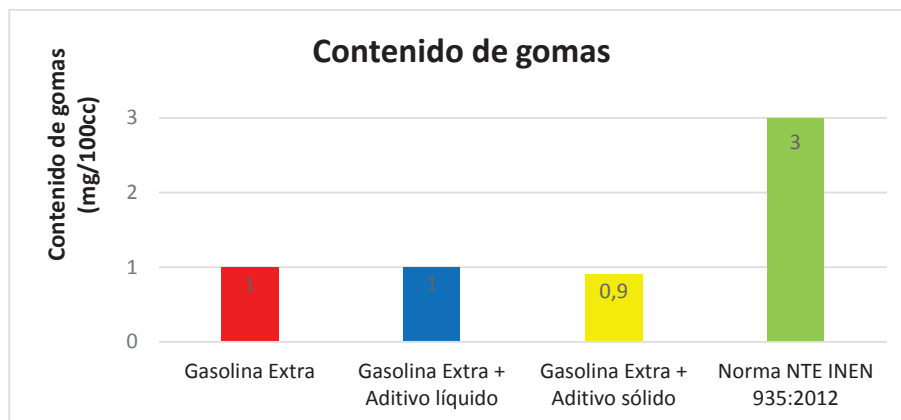


Figura 3.21. Resultado del contenido de gomas de las muestras.

3.2.3 Resultados de los parámetros del motor

Para determinar los parámetros de potencia y par, que genera el motor del vehículo Volkswagen con las diferentes mezclas de aditivo de combustible, se realizó la prueba estática con carga, utilizando el dinamómetro de rodillos, bajo la Norma ISO 1585, realizando tres pruebas para cada caso y obteniendo el resultado de las mismas. En la figura 3.22, presenta la evolución de la prueba en el equipo.



Figura 3.22. Prueba estática de potencia y par motor.

a. Obtención de la potencia

Tanto en la tabla 3.7 como en la figura 3.23., se indica los resultados de medición de la potencia obtenida en la camioneta Saveiro, en el dinamómetro hecha por tres veces consecutivas, al utilizar gasolina extra, en esta edición se observa que las curvas generadas no muestran mayor diferencia en sus valores entre sí.

Tabla 3.7. Datos de las pruebas de potencia al usar gasolina extra.

| [rpm] | Potencia Prueba 1 [kW] | Potencia Prueba 2 [kW] | Potencia Prueba 3 [kW] |
|-------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1900 | 20,65 | 21,32 | 21,47 |
| 2000 | 21,85 | 22,59 | 23,19 |
| 2100 | 22,82 | 24,01 | 24,38 |
| 2200 | 23,93 | 25,28 | 25,65 |
| 2300 | 25,20 | 26,69 | 26,54 |
| 2400 | 26,62 | 28,18 | 27,29 |
| 2500 | 28,03 | 29,53 | 28,71 |
| 2600 | 29,38 | 31,09 | 30,20 |
| 2700 | 30,87 | 32,43 | 31,54 |

| | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|
| 2800 | 31,54 | 33,33 | 32,66 |
| 2900 | 32,36 | 33,85 | 33,48 |
| 3000 | 33,03 | 34,37 | 34,45 |
| 3100 | 33,25 | 34,89 | 35,04 |
| 3200 | 33,55 | 35,12 | 35,57 |
| 3300 | 33,92 | 35,42 | 36,16 |
| 3400 | 34,30 | 35,94 | 36,53 |
| 3500 | 34,67 | 36,53 | 36,91 |
| 3600 | 34,97 | 37,13 | 37,50 |
| 3700 | 35,49 | 37,65 | 38,03 |
| 3800 | 36,46 | 38,62 | 38,85 |
| 3900 | 36,76 | 39,14 | 40,04 |
| 4000 | 36,98 | 39,22 | 40,49 |
| 4100 | 36,98 | 38,92 | 40,11 |
| 4200 | 37,43 | 39,14 | 40,56 |
| 4300 | 38,25 | 40,04 | 40,86 |
| 4400 | 38,10 | 40,26 | 40,71 |
| 4500 | 38,17 | 39,37 | 39,67 |
| 4600 | 38,92 | 37,80 | 38,55 |
| 4700 | 36,68 | 36,24 | 38,40 |
| 4800 | 35,42 | 34,22 | 37,80 |
| 4900 | 36,24 | 35,27 | 36,24 |
| POTENCIA MÁXIMA | 38,92 | 40,26 | 40,86 |

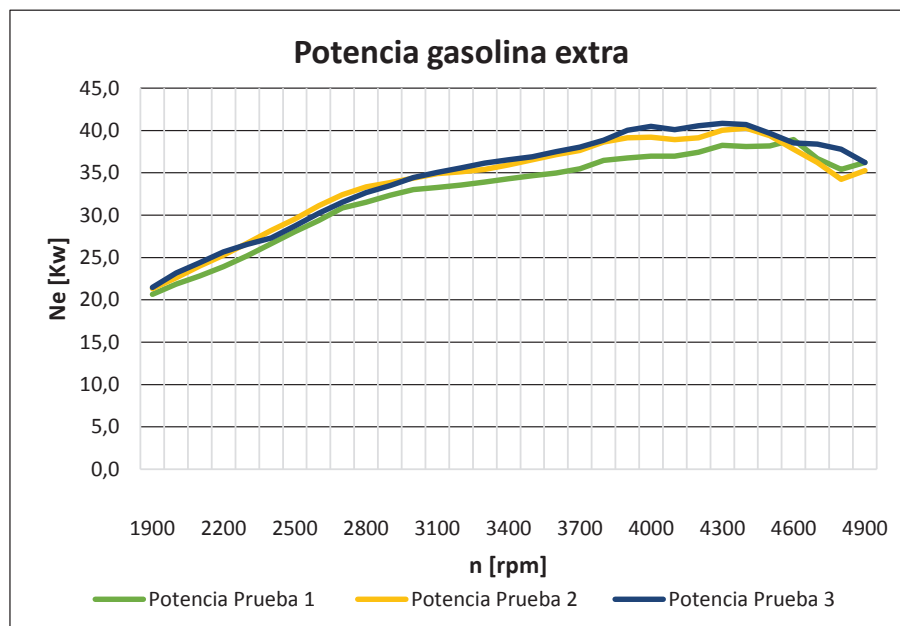


Figura 3.23. Resultado de la potencia con gasolina extra.

En la tabla 3.8 y en la figura 3.24., se presenta los resultados de medición de la potencia obtenida en la camioneta Saveiro, en el dinamómetro hecha por tres veces consecutivas, al utilizar gasolina extra más aditivo líquido, en esta edición se presenta que las curvas generadas no muestran mayor diferencia.

Tabla 3.8. Datos de las pruebas de potencia al usar gasolina extra más aditivo líquido.

| n [rpm] | Potencia Prueba 1 [KW] | Potencia Prueba 2 [KW] | Potencia Prueba 3 [KW] |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1900 | 19,386 | 20,504 | 20,728 |
| 2000 | 20,877 | 21,846 | 22,144 |
| 2100 | 22,144 | 23,114 | 23,337 |
| 2200 | 23,188 | 24,083 | 24,307 |
| 2300 | 24,232 | 25,127 | 25,500 |
| 2400 | 25,574 | 26,543 | 26,842 |
| 2500 | 27,140 | 27,960 | 28,184 |
| 2600 | 28,780 | 29,451 | 29,600 |
| 2700 | 30,197 | 30,570 | 30,868 |
| 2800 | 31,539 | 31,390 | 31,539 |
| 2900 | 32,210 | 32,210 | 32,061 |
| 3000 | 32,583 | 32,657 | 32,210 |
| 3100 | 32,657 | 32,806 | 32,508 |
| 3200 | 33,030 | 32,956 | 32,732 |
| 3300 | 33,179 | 33,328 | 33,179 |
| 3400 | 33,328 | 33,925 | 33,552 |
| 3500 | 33,627 | 34,521 | 33,850 |
| 3600 | 34,298 | 35,416 | 34,521 |
| 3700 | 35,341 | 36,236 | 35,416 |
| 3800 | 36,460 | 36,907 | 36,311 |
| 3900 | 37,876 | 37,653 | 37,578 |
| 4000 | 38,846 | 38,249 | 39,069 |
| 4100 | 39,517 | 38,771 | 40,039 |
| 4200 | 39,144 | 38,175 | 41,157 |
| 4300 | 38,771 | 38,100 | 42,201 |
| 4400 | 39,442 | 38,175 | 42,574 |
| 4500 | 38,846 | 37,951 | 42,872 |
| 4600 | 38,920 | 39,069 | 41,828 |
| 4700 | | 39,144 | |
| POTENCIA MÁXIMA | 39,51 | 38,77 | 42,87 |

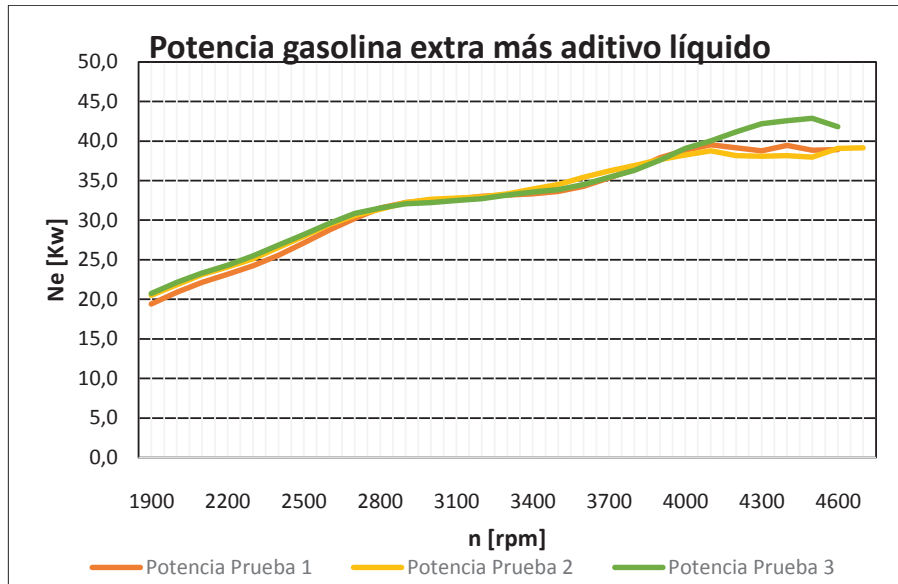


Figura 3.24. Resultado de la potencia con gasolina extra más aditivo líquido.

En la figura 3.25, se indica las curvas de la potencia obtenida en la camioneta Saveiro, con el dinamómetro, realizada por tres veces consecutivas, al utilizar gasolina extra más aditivo sólido, además se evidencia la tabla 3.9, donde muestra sus valores donde no existe mayor diferencia en sus valores entre sí.

Tabla 3.9. Datos de las pruebas de potencia al usar gasolina extra más aditivo sólido.

| n [rpm] | Potencia Prueba 1 [KW] | Potencia Prueba 2 [KW] | Potencia Prueba 3 [KW] |
|---------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1900 | 20,877 | 20,728 | 21,100 |
| 2000 | 22,144 | 21,772 | 22,368 |
| 2100 | 23,188 | 22,964 | 23,486 |
| 2200 | 24,232 | 24,083 | 24,530 |
| 2300 | 25,649 | 25,500 | 25,798 |
| 2400 | 27,289 | 26,692 | 26,991 |
| 2500 | 28,556 | 28,258 | 28,482 |
| 2600 | 29,973 | 29,526 | 29,899 |
| 2700 | 31,166 | 30,644 | 31,241 |
| 2800 | 32,061 | 31,464 | 32,434 |
| 2900 | 33,030 | 32,284 | 33,552 |
| 3000 | 33,776 | 32,732 | 34,447 |
| 3100 | 34,372 | 33,105 | 35,118 |

| | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|
| 3200 | 34,894 | 33,328 | 35,640 |
| 3300 | 35,192 | 34,148 | 35,863 |
| 3400 | 35,863 | 34,894 | 36,385 |
| 3500 | 36,460 | 35,491 | 36,907 |
| 3600 | 37,205 | 36,087 | 37,205 |
| 3700 | 38,249 | 36,609 | 37,578 |
| 3800 | 39,069 | 37,653 | 38,324 |
| 3900 | 39,666 | 38,622 | 39,069 |
| 4000 | 40,188 | 39,517 | 39,740 |
| 4100 | 40,113 | 40,486 | 40,710 |
| 4200 | 40,113 | 40,412 | 40,933 |
| 4300 | 39,517 | 39,442 | 40,859 |
| 4400 | 39,740 | 38,920 | 40,039 |
| 4500 | 40,933 | 38,622 | 39,740 |
| 4600 | 40,784 | 38,771 | 39,890 |
| 4700 | 40,113 | 38,622 | 39,368 |
| 4800 | | 38,995 | 37,727 |
| POTENCIA MÁXIMA | 40,93 | 40,48 | 40,93 |

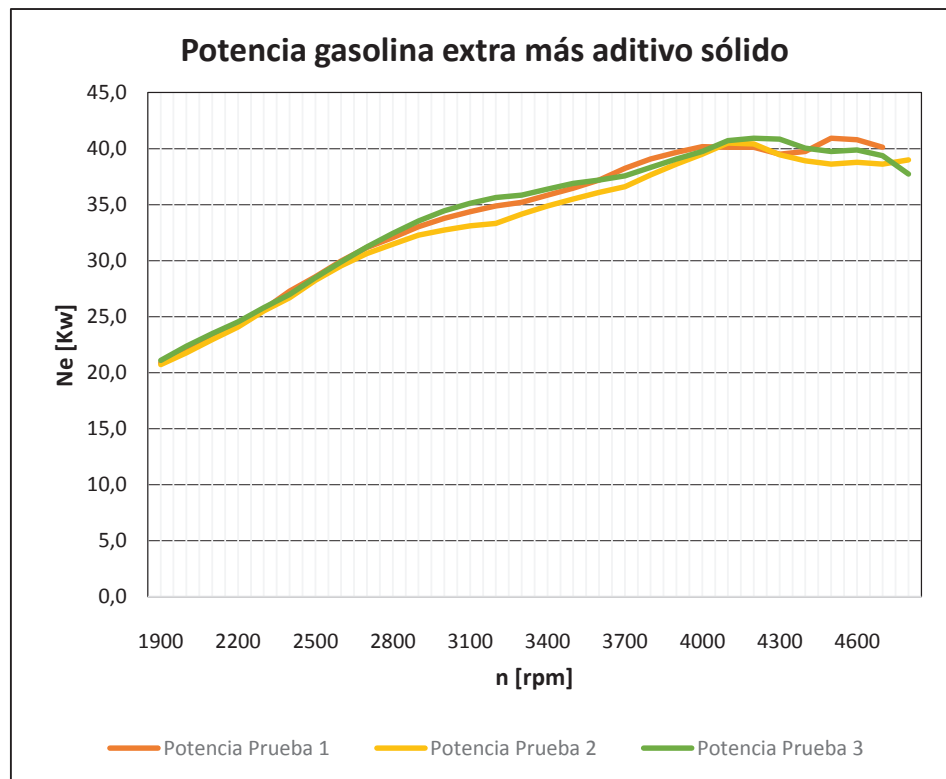


Figura 3.25. Resultado de la potencia desarrollada en el motor con gasolina extra más aditivo sólido.

b. Obtención del par motor

En la figura 3.26 y en la Tabla 3.10, se presenta los valores y curvas características de par motor, desarrollado por el vehículo en el dinamómetro, al utilizar gasolina extra.

Tabla 3.10. Datos de las pruebas de par motor al usar gasolina extra.

| n [rpm] | Par Motor Prueba 1 [Nm] | Par Motor Prueba 2 [Nm] | Par Motor Prueba 3 [Nm] |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1900 | 104,40 | 107,92 | 107,92 |
| 2000 | 104,67 | 108,46 | 110,50 |
| 2100 | 104,40 | 109,82 | 111,04 |
| 2200 | 104,26 | 110,50 | 111,18 |
| 2300 | 105,21 | 111,58 | 110,09 |
| 2400 | 106,43 | 112,67 | 108,74 |
| 2500 | 107,51 | 113,34 | 109,68 |
| 2600 | 108,46 | 114,97 | 111,04 |
| 2700 | 109,68 | 115,51 | 111,45 |
| 2800 | 108,19 | 114,29 | 111,31 |
| 2900 | 106,97 | 112,26 | 110,23 |
| 3000 | 105,75 | 110,09 | 109,55 |
| 3100 | 103,04 | 108,19 | 107,92 |
| 3200 | 100,60 | 105,35 | 106,02 |
| 3300 | 98,57 | 103,18 | 104,67 |
| 3400 | 96,67 | 101,41 | 102,50 |
| 3500 | 95,04 | 100,33 | 100,60 |
| 3600 | 93,14 | 98,97 | 99,52 |
| 3700 | 92,06 | 97,75 | 98,16 |
| 3800 | 91,92 | 97,62 | 97,62 |
| 3900 | 90,43 | 96,53 | 98,02 |
| 4000 | 88,67 | 94,09 | 96,67 |
| 4100 | 86,50 | 91,25 | 93,41 |
| 4200 | 85,42 | 89,48 | 92,19 |
| 4300 | 85,28 | 89,48 | 90,70 |
| 4400 | 83,11 | 87,99 | 88,40 |
| 4500 | 81,35 | 84,06 | 84,20 |
| 4600 | 81,08 | 79,04 | 80,13 |
| 4700 | 74,84 | 74,03 | 78,09 |
| 4800 | 70,77 | 68,60 | 74,84 |
| 4900 | 70,91 | 69,15 | 74,03 |
| PAR MOTOR MÁXIMO | 109,68 | 115,51 | 111,45 |

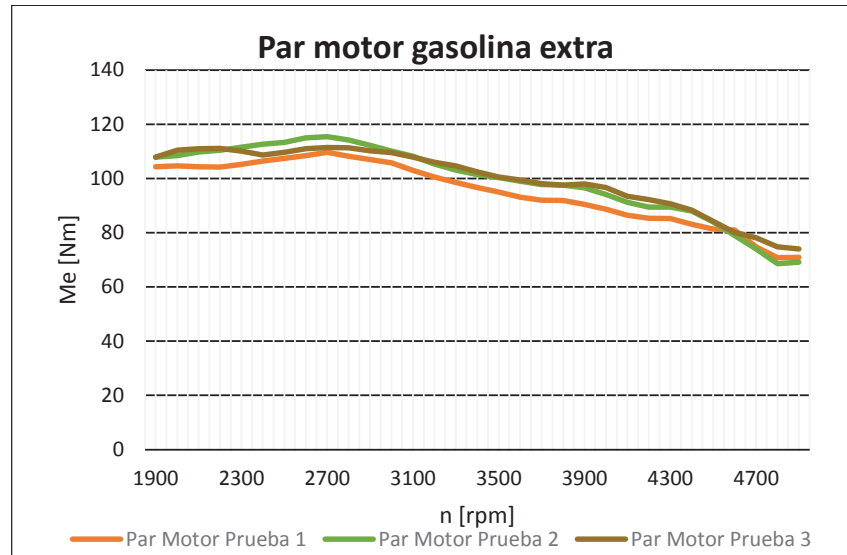


Figura 3.26. Resultado del par motor desarrollado con gasolina extra.

Tanto en la tabla 3.11, como en la figura 3.27, se visualiza los valores de par motor, desarrollado por el vehículo Saveiro en el dinamómetro, al utilizar gasolina extra más aditivo líquido, mostrando valores máximos de entre 107,5 a 108,8 Nm.

Tabla 3.11. Datos de las pruebas de par motor al usar gasolina extra más aditivo líquido.

| n [rpm] | Par Motor Prueba 1 [Nm] | Par Motor Prueba 2 [Nm] | Par Motor Prueba 3 [Nm] |
|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1900 | 97,48 | 102,91 | 103,99 |
| 2000 | 99,79 | 104,26 | 105,21 |
| 2100 | 100,74 | 105,07 | 105,75 |
| 2200 | 100,46 | 104,53 | 105,07 |
| 2300 | 100,60 | 104,40 | 105,35 |
| 2400 | 101,82 | 105,62 | 106,70 |
| 2500 | 103,72 | 106,70 | 107,38 |
| 2600 | 105,75 | 107,79 | 108,33 |
| 2700 | 106,84 | 108,06 | 108,87 |
| 2800 | 107,51 | 107,11 | 107,38 |
| 2900 | 106,02 | 106,16 | 105,35 |
| 3000 | 103,85 | 103,85 | 102,23 |
| 3100 | 100,74 | 101,14 | 99,92 |
| 3200 | 98,57 | 98,30 | 97,62 |
| 3300 | 96,13 | 96,40 | 95,86 |

| | | | |
|------------------|--------|--------|--------|
| 3400 | 93,55 | 95,18 | 94,23 |
| 3500 | 91,65 | 94,09 | 92,19 |
| 3600 | 91,11 | 93,82 | 91,38 |
| 3700 | 91,25 | 93,55 | 91,38 |
| 3800 | 91,65 | 92,74 | 91,25 |
| 3900 | 92,60 | 92,19 | 92,06 |
| 4000 | 92,74 | 91,38 | 93,28 |
| 4100 | 92,06 | 90,30 | 93,41 |
| 4200 | 89,08 | 86,91 | 93,69 |
| 4300 | 86,23 | 84,74 | 93,96 |
| 4400 | 85,55 | 82,84 | 92,47 |
| 4500 | 82,43 | 80,53 | 91,11 |
| 4600 | 80,81 | 81,08 | 87,18 |
| 4700 | | 78,09 | |
| PAR MOTOR MÁXIMO | 107,51 | 108,06 | 108,87 |

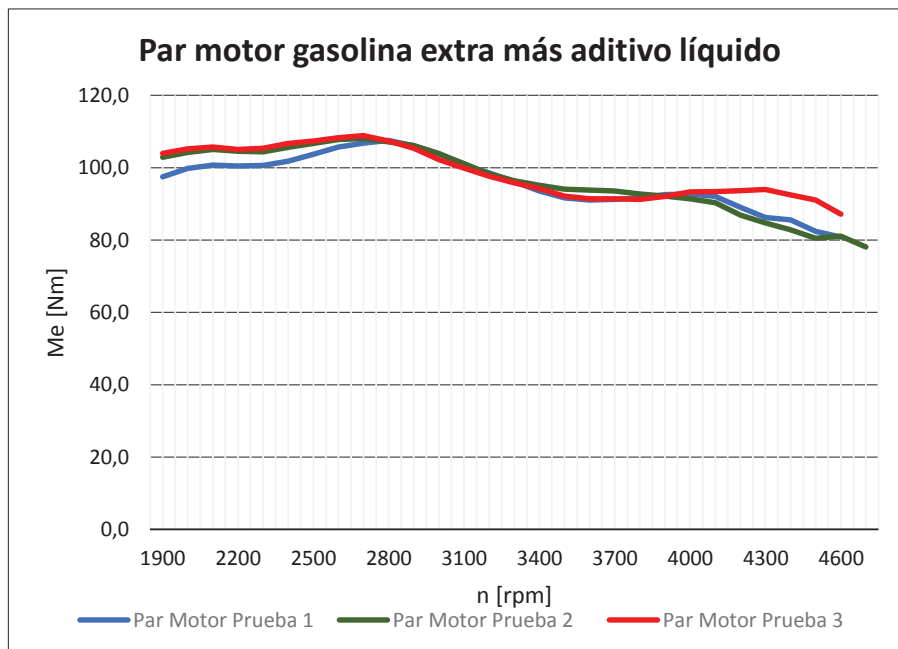


Figura 3.27. Resultado del par motor desarrollado con gasolina extra más aditivo líquido.

De la tabla 3.12, como en la figura 3.28., se visualiza los valores de par motor, desarrollado por el vehículo Saveiro en el dinamómetro, al utilizar gasolina extra más aditivo sólido, mostrando valores máximos de entre 108,8 Nm a 110,6 Nm.

Tabla 3.12. Datos de las pruebas de par motor al usar gasolina extra más aditivo sólido.

| n [rpm] | Par Motor Prueba 1 [Nm] | Par Motor Prueba 2 [Nm] | Par Motor Prueba 3 [Nm] |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1900 | 105,48 | 104,53 | 106,16 |
| 2000 | 106,02 | 104,53 | 106,97 |
| 2100 | 105,89 | 104,80 | 106,97 |
| 2200 | 105,89 | 105,07 | 106,43 |
| 2300 | 106,97 | 106,16 | 106,97 |
| 2400 | 109,01 | 106,70 | 107,51 |
| 2500 | 109,41 | 108,33 | 108,74 |
| 2600 | 110,63 | 108,87 | 109,68 |
| 2700 | 110,77 | 108,87 | 110,63 |
| 2800 | 109,96 | 107,79 | 110,50 |
| 2900 | 109,28 | 106,57 | 110,50 |
| 3000 | 108,06 | 104,67 | 109,68 |
| 3100 | 106,43 | 102,36 | 108,33 |
| 3200 | 104,67 | 99,92 | 106,29 |
| 3300 | 102,23 | 99,11 | 103,85 |
| 3400 | 101,14 | 98,43 | 102,09 |
| 3500 | 99,92 | 97,21 | 100,60 |
| 3600 | 99,24 | 96,13 | 98,57 |
| 3700 | 99,24 | 94,77 | 97,08 |
| 3800 | 98,70 | 94,91 | 96,26 |
| 3900 | 97,62 | 94,91 | 95,58 |
| 4000 | 96,40 | 94,77 | 94,91 |
| 4100 | 93,96 | 94,63 | 94,77 |
| 4200 | 91,65 | 92,33 | 93,14 |
| 4300 | 88,26 | 87,99 | 90,70 |
| 4400 | 86,64 | 84,87 | 86,91 |
| 4500 | 87,31 | 82,30 | 84,33 |
| 4600 | 85,14 | 80,81 | 82,70 |
| 4700 | 81,89 | 78,91 | 80,13 |
| 4800 | 0,00 | 77,82 | 75,11 |
| 4900 | 0,00 | 76,60 | 0,00 |
| PAR MOTOR MÁXIMO | 110,77 | 108,87 | 110,63 |

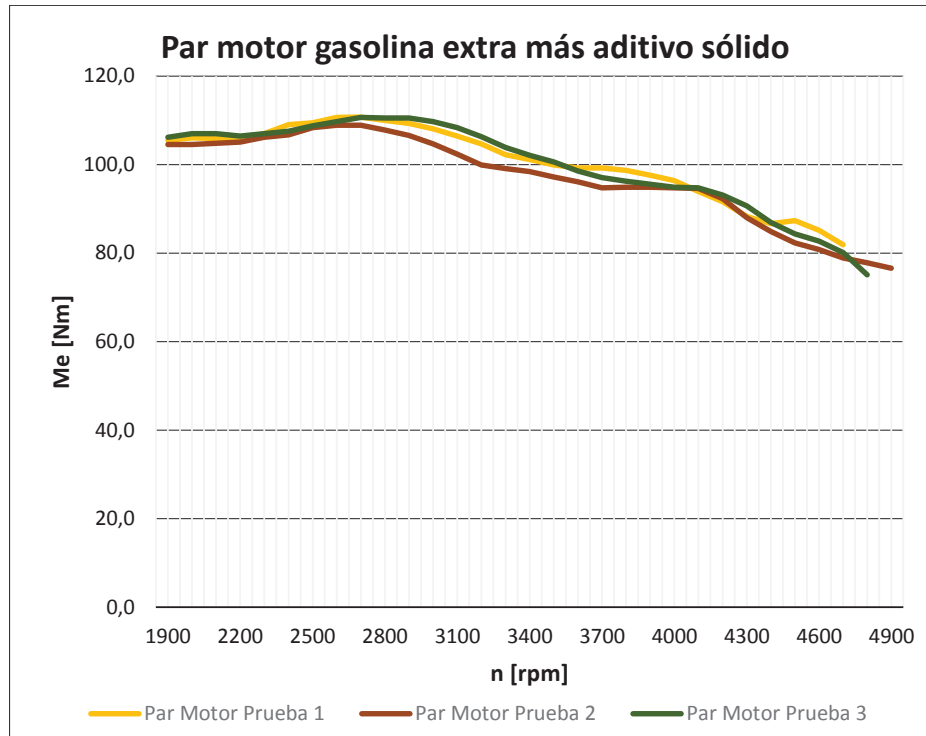


Figura 3.28. Resultado del par motor desarrollado con gasolina extra más aditivo sólido.

c. Obtención del consumo de combustible.

De los resultados de la investigación, aplicando el protocolo de pruebas descrito en el marco metodológico se presenta los siguientes resultados, para a partir de ellos poder verificar el rendimiento del vehículo respecto al consumo de combustible.

Los resultados de la tabla 3.13, son los más relevantes de las pruebas, realizado en ruta del rendimiento de combustible que se obtuvo, al usar gasolina extra. Donde se alcanzó un rango muy cercano entre sus resultados de entre 39,81 km/gal. y 40,37 km/gal.

Tabla 3.13. Resultados de consumo de combustible (Gasolina extra)

| TRAMOS | INICIO | FINAL | CONSUMO DE COMBUSTIBLE | | | DISTANCIA TOTAL (km) | VELOCIDAD | |
|--------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|-------------|---------|----------------------|---------------|--------------|
| | | | INICIO [lit] | FINAL [lit] | CONSUMO | | MÁXIMA (km/h) | MEDIA (km/h) |
| A | CCICEV | Subida a Guápulo | 5 | 2,11 | 2,89 | 16,4 | 88,5 | 52,8 |
| B | Subida a Guápulo | CCICEV | | | | 14 | 55,2 | 55,2 |
| C | CCICEV | Subida a Guápulo | 5 | 2,10 | 2,90 | 16,5 | 89,3 | 89,3 |
| D | Subida a Guápulo | CCICEV | | | | 14,3 | 58,4 | 58,4 |
| E | CCICEV | Subida a Guápulo | 5 | 2,15 | 2,85 | 16,4 | 88,4 | 52,8 |
| F | Subida a Guápulo | CCICEV | | | | 14 | 56,2 | 54,2 |
| Rendimiento Tramo A-B (km/gal) | | 39,819 | Rendimiento total (km/gal) | | | 40,133 | | |
| Rendimiento Tramo C-D (km/gal) | | 40,204 | | | | | | |
| Rendimiento Tramo A-B (km/gal) | | 40,378 | | | | | | |

En la tabla 3.14, se presenta los valores de las pruebas, que se generó para el rendimiento de consumo de combustible, al utilizar gasolina extra más aditivo líquido. Donde se presenta un rango muy cercano entre sus resultados de entre 40,67 km/gal. y 41,83 km/gal. Todo esto en los 30,5 kilómetros promedio recorridos que fue nuestra ruta combinada.

Tabla 3.14. Resultados de consumo de combustible (Gasolina + aditivo líquido)

| TRAMOS | INICIO | FINAL | CONSUMO DE COMBUSTIBLE | | | DISTANCIA TOTAL (km) | VELOCIDAD | |
|--------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|-------------|---------|----------------------|---------------|--------------|
| | | | INICIO [lit] | FINAL [lit] | CONSUMO | | MÁXIMA (km/h) | MEDIA (km/h) |
| A | CCICEV | Subida a Guápulo | 5 | 2,24 | 2,76 | 16,4 | 88 | 54,1 |
| B | Subida a Guápulo | CCICEV | | | | 14,1 | 57,8 | 17 |
| C | CCICEV | Subida a Guápulo | 5 | 2,18 | 2,82 | 16,3 | 88,6 | 54,4 |
| D | Subida a Guápulo | CCICEV | | | | 14 | 51,5 | 19,1 |
| E | CCICEV | Subida a Guápulo | 5 | 2,2 | 2,8 | 16,4 | 87 | 54,1 |
| F | Subida a Guápulo | CCICEV | | | | 14,1 | 55 | 17 |
| Rendimiento Tramo A-B (km/gal) | | 41,832 | Rendimiento total (km/gal) | | | 41,246 | | |
| Rendimiento Tramo C-D (km/gal) | | 40,673 | | | | | | |
| Rendimiento Tramo A-B (km/gal) | | 41,234 | | | | | | |

En la tabla 3.15, se evidencia los valores de las pruebas y sus promedios, desarrollados para el consumo de combustible, al utilizar gasolina extra más aditivo sólido. Donde presenta un rango de consumo de entre 40,81 km/gal. Y 42,94 km/gal. Considerando que nuestra ruta promedio tiene 30,5 kilómetros entre ciudad y carretera.

Tabla 3.15. Resultados de consumo de combustible (Gasolina + Aditivo Sólido)

| TRAMOS | INICIO | FINAL | CONSUMO DE COMBUSTIBLE | | | DISTANCIA TOTAL (km) | VELOCIDAD | |
|--------------------------------|------------------|------------------|--|-------------|---------|----------------------|---------------|--------------|
| | | | INICIO [lit] | FINAL [lit] | CONSUMO | | MÁXIMA (km/h) | MEDIA (km/h) |
| A | CCICEV | Subida a Guápulo | 5 | 2,19 | 2,81 | 16,3 | 89,5 | 52,9 |
| B | Subida a Guápulo | CCICEV | | | | 14 | 56,5 | 15,3 |
| C | CCICEV | Subida a Guápulo | 5 | 2,32 | 2,68 | 16,4 | 85,7 | 52,3 |
| D | Subida a Guápulo | CCICEV | | | | 14 | 66 | 33,51 |
| A | CCICEV | Subida a Guápulo | 5 | 2,19 | 2,81 | 16,3 | 89,5 | 52,9 |
| B | Subida a Guápulo | CCICEV | | | | 14 | 56,5 | 15,3 |
| Rendimiento Tramo A-B (km/gal) | | 40,818 | Rendimiento total (km/gal) 41,878 | | | | | |
| Rendimiento Tramo C-D (km/gal) | | 42,939 | | | | | | |
| Rendimiento Tramo A-B (km/gal) | | 42,939 | | | | | | |

3.2.4 Resultados de emisiones contaminantes

Para determinar el nivel de emisiones contaminantes, que genera el motor del vehículo con las diferentes mezclas de aditivo de combustible, se realizó la prueba estática, utilizando un analizador de gases de escape, y bajo la Norma INEN 2204:2002 “GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTRICES. LÍMITES PERMITIDO DE EMISIONES POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA”, mediante la cual se puede analizar diferentes variables como: monóxido de carbono, contenido de hidrocarburos, dosado estequiométrico. Visualizada también en la figura 3.29.



Figura 3.29. Resultado de las pruebas de análisis de gases contaminantes.

a. Resultados de emisión del monóxido de carbono

En la figura 3.30, se muestra las emisiones promedio de CO, producido por el motor en ralentí y a 2500 rpm, al utilizar gasolina extra, además en la tabla 3.16, se evidencia los datos de los resultados obtenidos en el analizador de gases, para cada una de las condiciones.

Tabla 3.16. Datos de CO obtenidos al usar gasolina extra.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|------------------------------------|----------|----------|---------------|
| CO - Gasolina extra | | | CO a 2500 rpm |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % vol. | % vol. | % vol. | % vol. |
| 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.017 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| CO - Gasolina extra | | | CO a ralentí |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % vol. | % vol. | % vol. | % vol. |
| 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.017 |

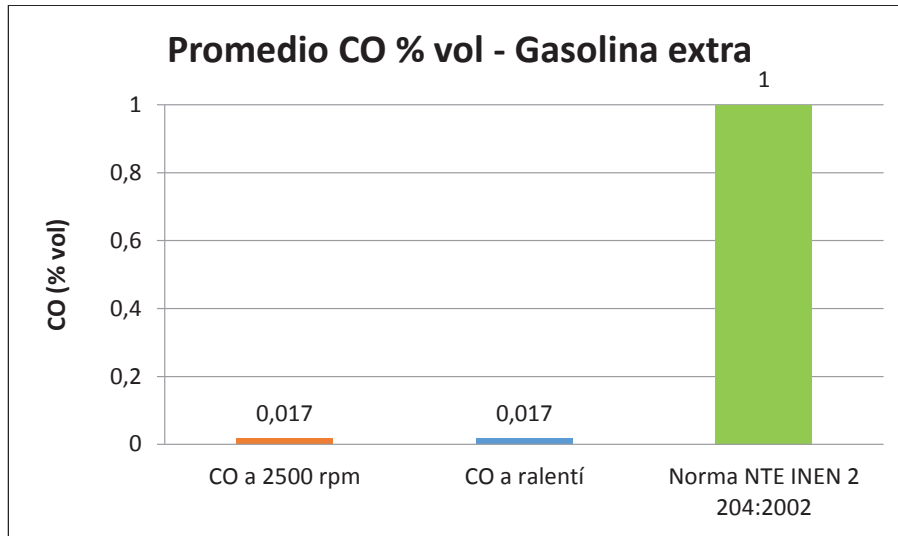


Figura 3.30. Resultado del monóxido de carbono al utilizar gasolina extra.

En la figura 3.31., se observa las emisiones promedio de CO, producido por el motor en ralentí y a 2500 rpm, utilizando la combinación de gasolina extra más aditivo líquido, la tabla 3.17, muestra los resultados obtenidos en el analizador de gases para cada una de las condiciones de prueba.

Tabla 3.17. Datos de CO obtenido al usar gasolina extra más aditivo líquido.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|---|----------|----------|-------------|
| CO - Gasolina extra más aditivo líquido | | | CO Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % vol. | % vol. | % vol. | % vol. |
| 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.017 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| CO - Gasolina extra más aditivo líquido | | | CO Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % vol. | % vol. | % vol. | % vol. |
| 0.01 | 0.01 | 0 | 0.007 |

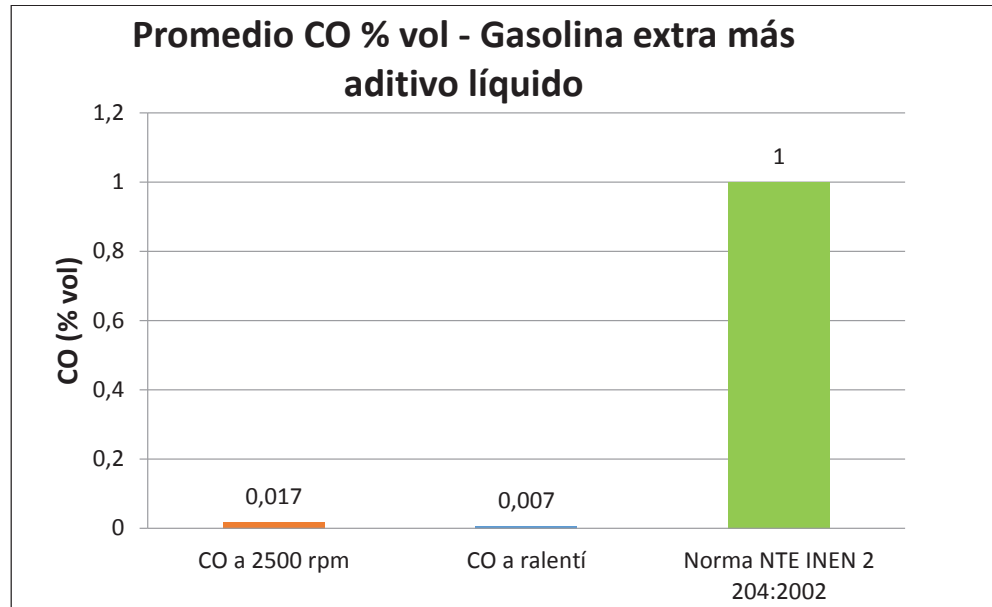


Figura 3.31. Resultado del monóxido de carbono al utilizar gasolina extra más aditivo líquido.

En la figura 3.32., se evidencia los datos de las emisiones promedio de CO, producido por el motor en ralentí y a 2500 rpm, al utilizar gasolina extra más aditivo sólido, en la tabla 3.18, se visualiza los datos obtenidos en el analizador de gases para cada una de las condiciones a las que se realizaron las pruebas.

Tabla 3.18. Datos de CO obtenidos al usar gasolina extra más aditivo sólido.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|--|----------|----------|-------------|
| CO - Gasolina extra más aditivo sólido | | | CO Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % vol. | % vol. | % vol. | % vol. |
| 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.020 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| CO - Gasolina extra más aditivo sólido | | | CO Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % vol. | % vol. | % vol. | % vol. |
| 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.010 |

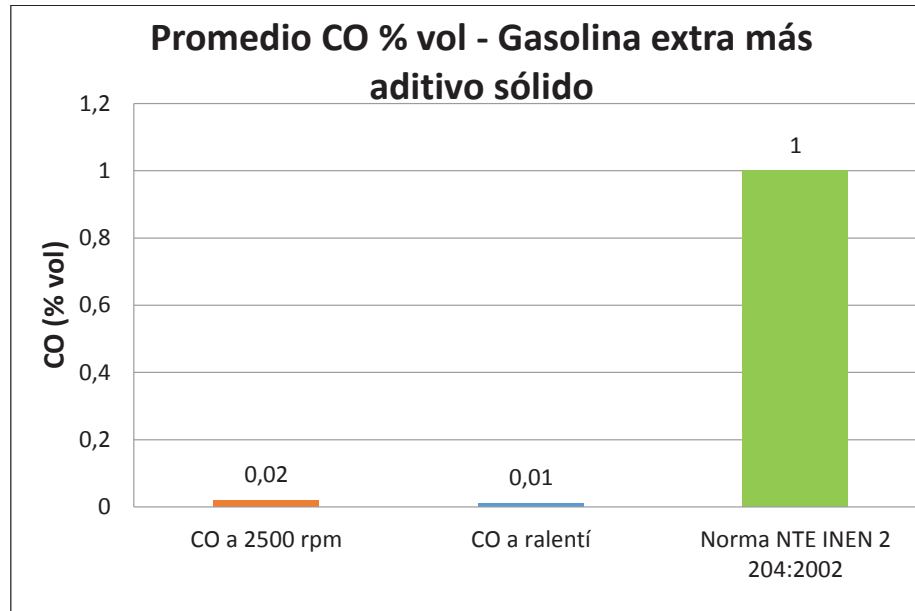


Figura 3.32. Resultado del monóxido de carbono al utilizar gasolina extra más aditivo sólido.

b. Resultados de emisión de hidrocarburos.

En la figura 3.33., se puede observar el resultado promedio de las emisiones de hidrocarburos, generado por el motor en las condiciones de ralentí y a 2500 rpm, al usar en el motor gasolina extra, la tabla 3.19 evidencia los datos obtenidos en el analizador de gases al realizar cada una de las pruebas en las diferentes condiciones.

Tabla 3.19. Datos de HC obtenidos al usar gasolina extra.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|------------------------------------|----------|----------|-------------|
| HC - Gasolina extra | | | HC Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| ppm | ppm | ppm | ppm |
| 47 | 21 | 16 | 28 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| HC - Gasolina extra | | | HC Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| ppm | ppm | ppm | ppm |
| 27 | 11 | 8 | 15.33 |

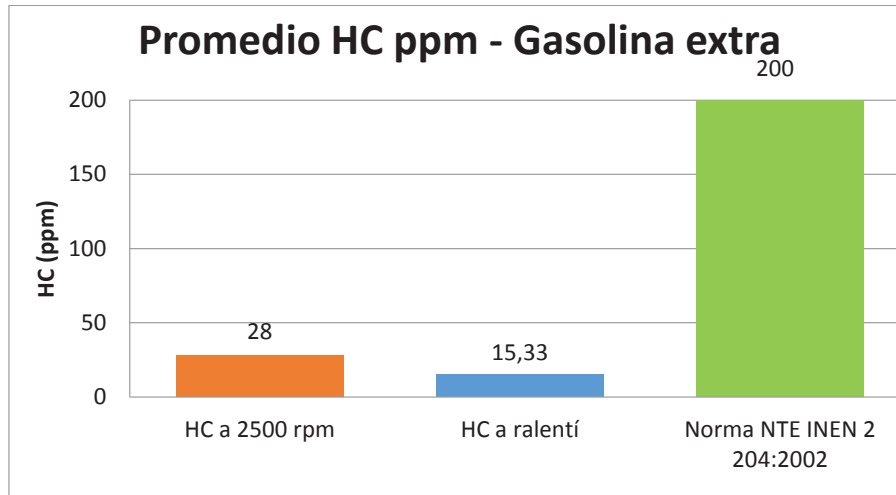


Figura 3.33. Resultado de los hidrocarburos al utilizar gasolina extra.

En la figura 3.34., se observa el resultado promedio de las emisiones de hidrocarburos, producido por el motor en ralentí y a 2500 rpm, al utilizar el analizador de gases, utilizando gasolina extra más aditivo líquido, en la tabla 3.20, se observa los datos con los resultados obtenidos en el equipo para cada una de las pruebas.

Tabla 3.20. Datos de HC obtenidos al usar gasolina extra más aditivo líquido.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|---|----------|----------|-------------|
| HC - Gasolina extra más aditivo líquido | | | HC Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| ppm | ppm | ppm | ppm |
| 24 | 23 | 32 | 26.333 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| HC - Gasolina extra más aditivo líquido | | | HC Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| ppm | ppm | ppm | ppm |
| 10 | 0 | 12 | 7.333 |

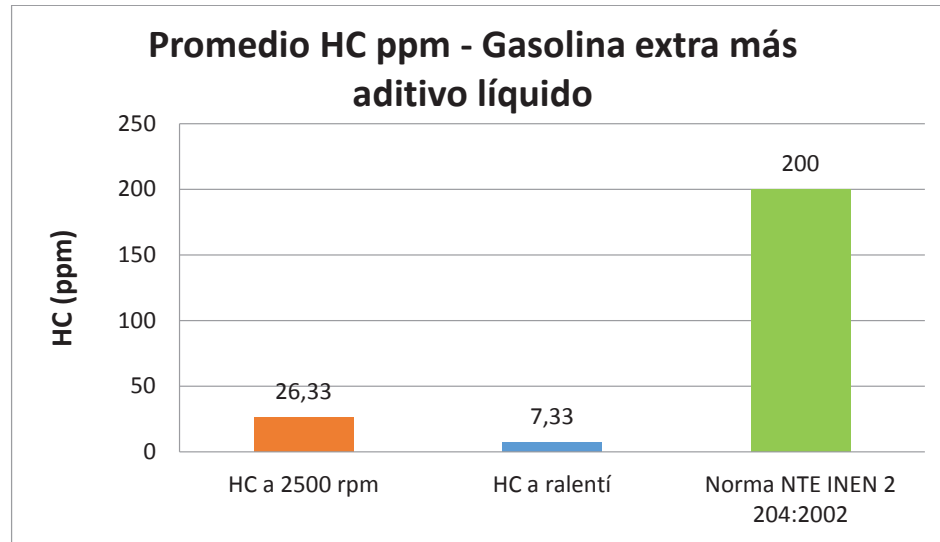


Figura 3.34. Resultado de los hidrocarburos al utilizar gasolina extra más aditivo líquido.

En la figura 3.35., se evidencia el resultado promedio de las emisiones de hidrocarburos, producido por el motor en ralentí y a 2500 rpm, al realizar las diferentes pruebas con el analizador de gases, utilizando gasolina extra más aditivo sólido, la tabla 3.21, muestra los datos con los resultados obtenidos en el equipo.

Tabla 3.21. Datos de HC obtenidos al usar gasolina extra más sólido

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|--|----------|----------|-------------|
| HC - Gasolina extra más aditivo sólido | | | HC Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| ppm | ppm | Ppm | ppm |
| 33 | 35 | 20 | 29.333 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| HC - Gasolina extra más aditivo sólido | | | HC Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| ppm | ppm | Ppm | ppm |
| 11 | 6 | 3 | 6.667 |

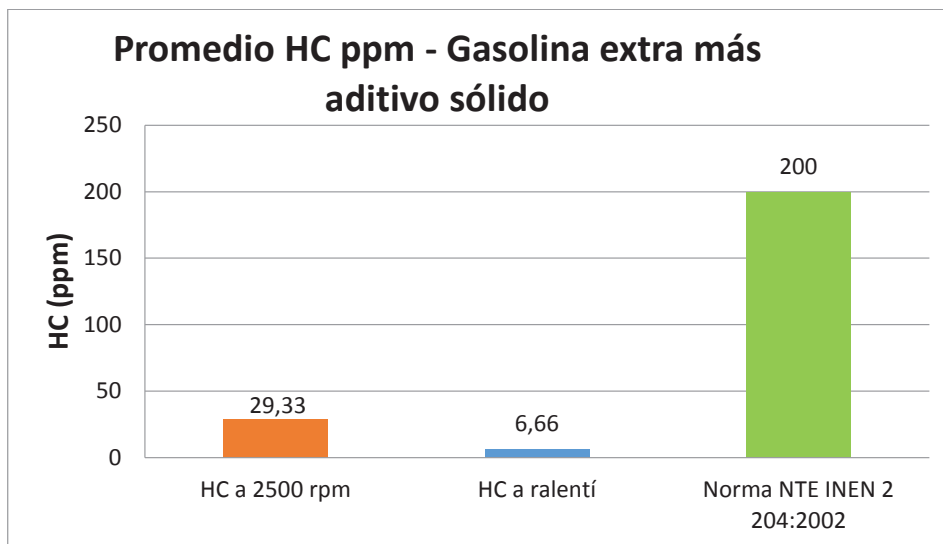


Figura 3.35. Resultado de los hidrocarburos al utilizar gasolina extra más aditivo sólido.

c. Resultados de la relación lambda

En la figura 3.36., se puede observar el resultado promedio obtenido con el analizador de gases de la relación lambda, al utilizar gasolina extra, en las condiciones de ralentí y a 2500 rpm, la tabla 3.22., evidencia los datos con los resultados obtenidos en el equipo para cada una de las pruebas.

Tabla 3.22. Datos de la relación lambda obtenidos al usar gasolina extra.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|------------------------------------|----------|----------|----------|
| Lambda - Gasolina extra | | | Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD |
| 1.012 | 1.006 | 1.005 | 1.008 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| Lambda - Gasolina extra | | | Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD |
| 1.01 | 1.003 | 1.004 | 1.006 |

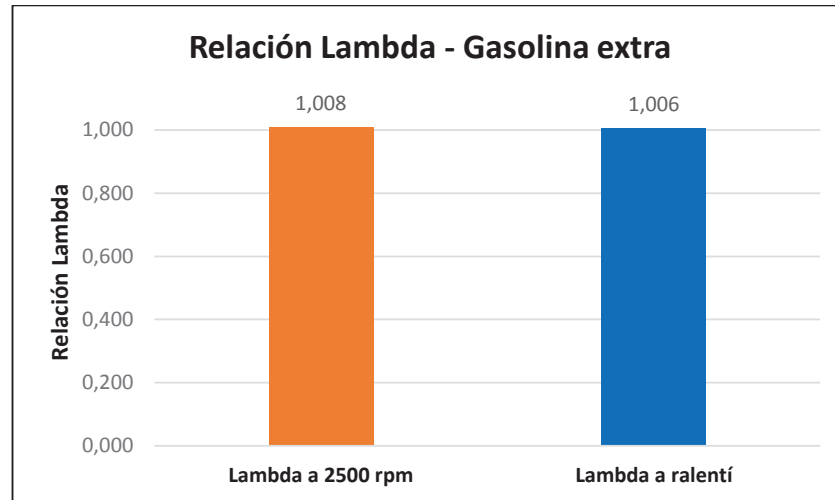


Figura 3.36. Resultado de la relación lambda al utilizar gasolina extra.

En la figura 3.37., se observa los resultados promedio obtenidos con el analizador de gases de la relación lambda, al utilizar gasolina extra más aditivo líquido, con las condiciones de ralentí y a 2500 rpm, tabla 3.23, muestra los datos con los resultados obtenidos en el equipo para cada una de las pruebas.

Tabla 3.23. Datos de la relación lambda obtenidos al usar gasolina extra más aditivo líquido.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|---|----------|----------|-----------------|
| Lambda - Gasolina extra más aditivo líquido | | | lambda Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD |
| 1.012 | 1.012 | 1.012 | 1.012 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| Lambda - Gasolina extra más aditivo líquido | | | lambda Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD |
| 1.009 | 1.009 | 1.013 | 1.010 |

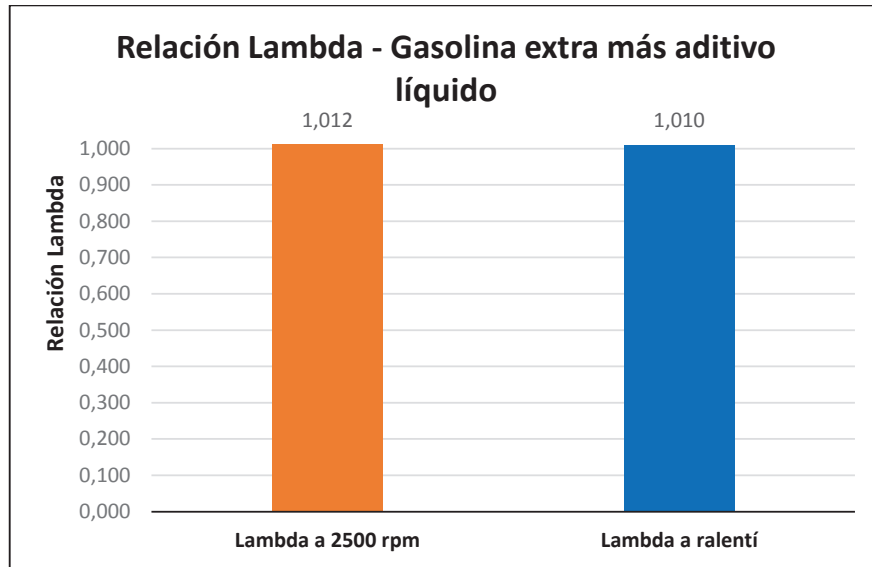


Figura 3.37. Resultado de la relación lambda al utilizar gasolina extra más aditivo líquido.

En la figura 3.38., se presenta los resultados promedios obtenido con el analizador de gases de la relación lambda, al utilizar gasolina extra más aditivo sólido, en las condiciones de ralentí y a 2500 rpm, la tabla 3.24., muestra los datos con los resultados obtenidos en el equipo para cada una de las pruebas.

Tabla 3.24. Datos de la relación lambda obtenidos al usar gasolina extra más aditivo sólido.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|--|----------|----------|-----------------|
| Lambda - Gasolina extra más aditivo sólido | | | lambda Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD |
| 1.009 | 1.002 | 1.002 | 1.004 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| Lambda - Gasolina extra más aditivo sólido | | | lambda Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD | UNIDAD |
| 1.003 | 1.003 | 1.003 | 1.003 |

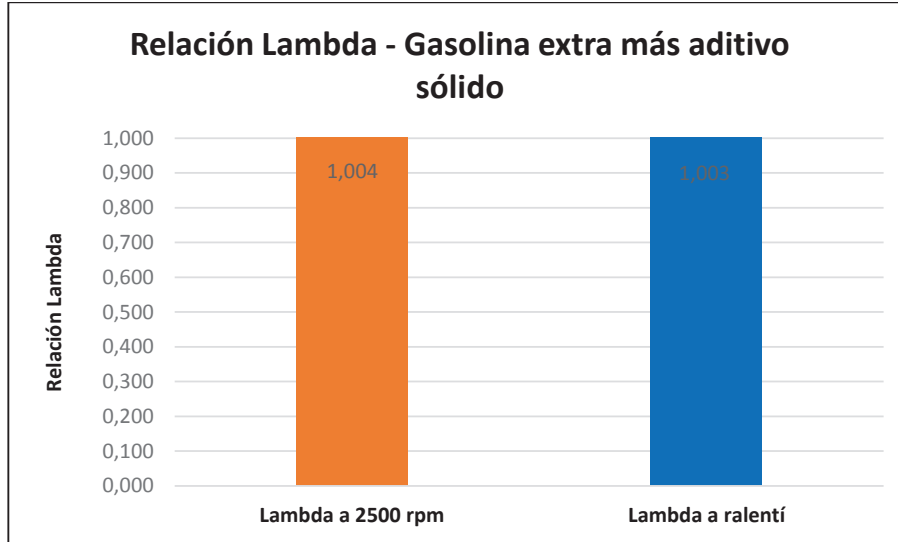


Figura 3.38. Resultado de la relación lambda al utilizar gasolina extra más aditivo sólido.

d. Resultados de Dióxido de Carbono CO₂.

En la figura 3.39., se observa el resultado promedio de CO₂, que se genera al utilizar gasolina extra, con el analizador de gases, en las diferentes condiciones de trabajo, la tabla 3.25 muestra los resultados obtenidos en cada una de las pruebas.

Tabla 3.25. Datos del CO₂ generados al usar gasolina extra.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|------------------------------------|----------|----------|-----------------------------|
| O ₂ - Gasolina extra | | | CO ₂ Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % Vol. | % Vol. | % Vol. | % Vol. |
| 12.8 | 14.7 | 14.7 | 14.067 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| O ₂ - Gasolina extra | | | CO ₂ Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % Vol. | % Vol. | % Vol. | % Vol. |
| 12.7 | 14.8 | 14.7 | 14.067 |

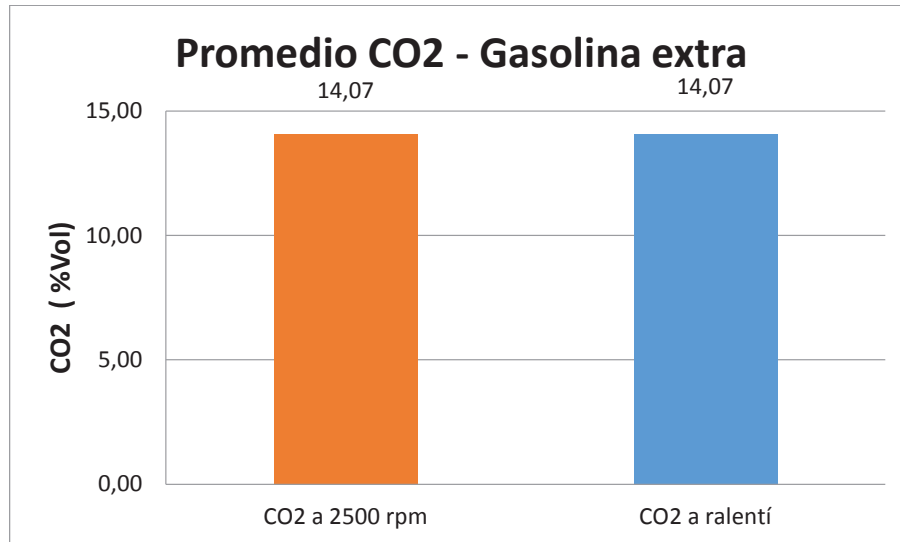


Figura 3.39. Resultado de la CO2 al utilizar gasolina extra.

En la figura 3.40., se visualiza el resultado promedio de CO2 que se genera con la mezcla de gasolina más aditivo líquido, utilizando el analizador de gases, en las condiciones de ralentí y a 2500 rpm, la tabla 3.26, evidencia los datos con los resultados obtenidos para cada una de las pruebas.

Tabla 3.26. Datos del CO2 obtenidos al usar gasolina extra más aditivo líquido.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|---------------------------------------|----------|----------|--------------|
| O2 - Gasolina extra + aditivo líquido | | | CO2 Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % Vol. | % Vol. | % Vol. | % Vol. |
| 14.8 | 14.9 | 14.6 | 14.767 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| O2 - Gasolina extra + aditivo líquido | | | CO2 Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % Vol. | % Vol. | % Vol. | % Vol. |
| 14.9 | 14.9 | 14.6 | 14.80 |

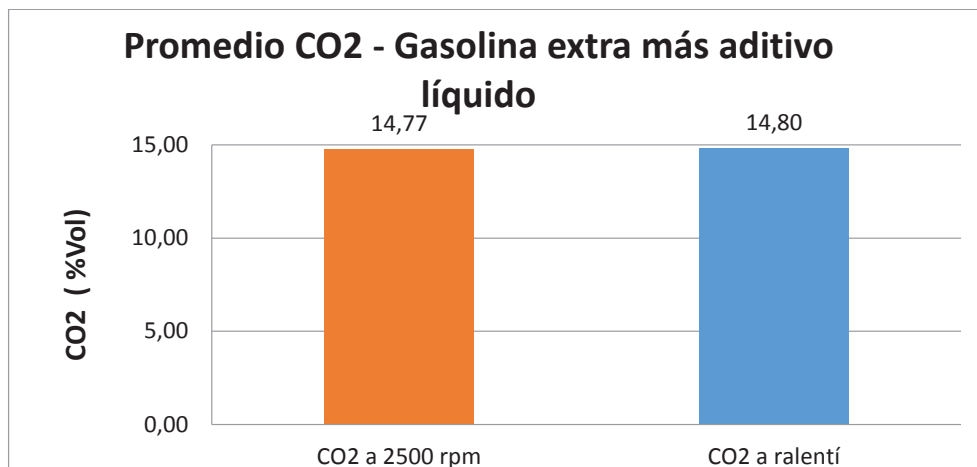


Figura 3.40. Resultado de CO2 al utilizar gasolina extra más aditivo líquido.

En la figura 3.41., se observa el resultado promedio de CO2 generado por el motor, al utilizar gasolina extra más aditivo sólido, en el analizador de gases para las condiciones de ralentí y a 2500 rpm, la tabla 3.27, muestra los datos de los resultados obtenidos en el equipo para cada una de las pruebas.

Tabla 3.27. Datos del CO2 obtenidos al usar gasolina extra más aditivo sólido.

| Aceleración promedio - 2500 rpm. | | | |
|--------------------------------------|----------|----------|--------------|
| O2 - Gasolina extra + aditivo sólido | | | CO2 Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % Vol. | % Vol. | % Vol. | % Vol. |
| 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.70 |
| Marcha ralentí promedio - 900 rpm. | | | |
| O2 - Gasolina extra + aditivo sólido | | | CO2 Promedio |
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | |
| % Vol. | % Vol. | % Vol. | % Vol. |
| 14.8 | 14.8 | 14.7 | 14.77 |

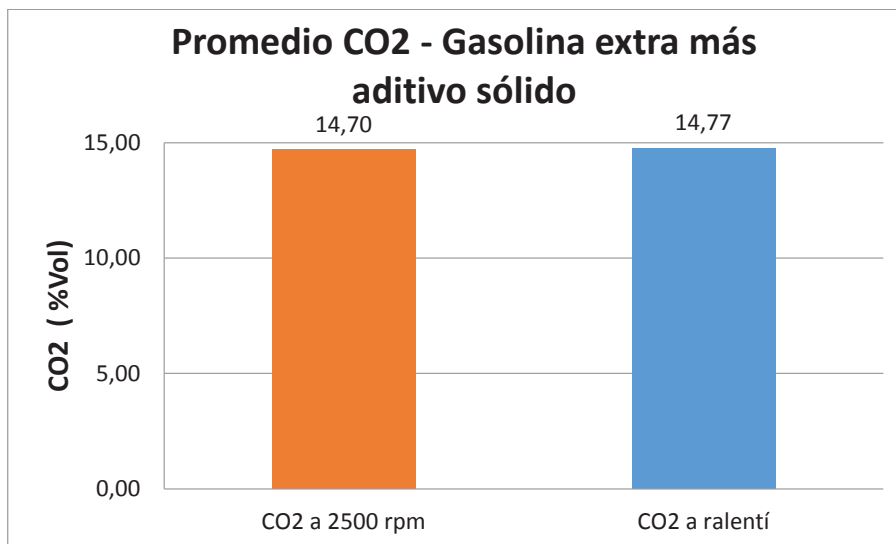


Figura 3.41. Resultado de la CO2 al utilizar gasolina extra más aditivo sólido.

3.3 ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES REALIZADAS

3.3.1 Análisis de la caracterización de los aditivos

A continuación, se presenta las tablas y curvas relevantes de los dos tipos de aditivos en la que se establece los valores metálicos que presenta cada una de las muestras para el análisis respectivo.

En la figura 3.42, se visualiza los más relevantes metales contenidos en el aditivo sólido por su porcentaje. Dando para el aditivo sólido un valor total de 141038,1 mg/kg, donde el 98,5% es contenido de Hierro y el 1,5% incluye el resto de metales obtenidos.

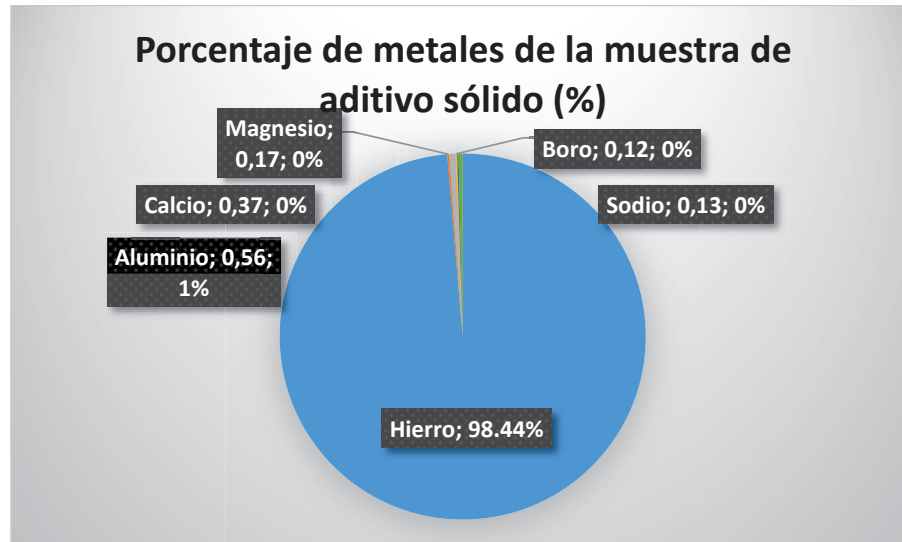


Figura 3.42. Metales relevantes del aditivo sólido aplicado en las pruebas.

De la figura 3.43, se presenta el análisis químico semi cuantitativo por Microscopía Electrónica de Barrido con microanálisis de Rayos X, y se determina que el 75,6% contiene Carbono, y el 24,4% contiene en su respectiva proporción los 29 metales obtenidos a través del método ICP.

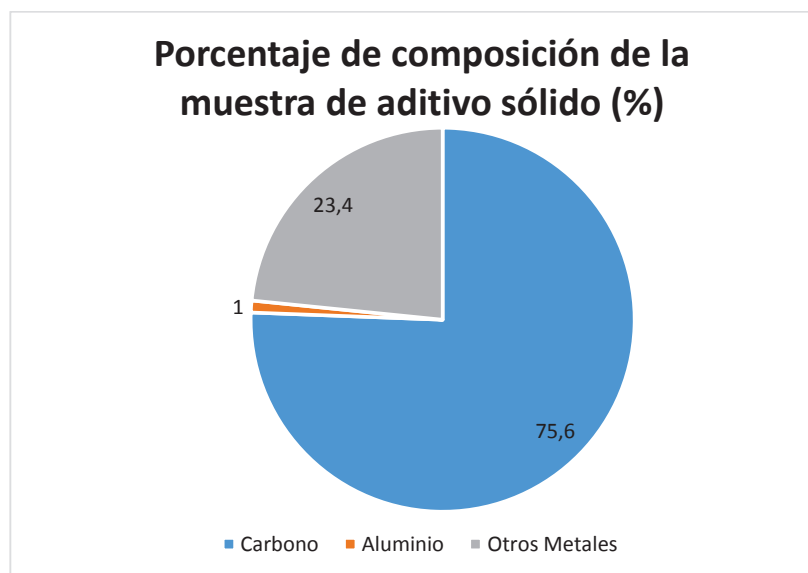


Figura 3.43. Porcentaje de elementos del aditivo sólido.

Estableciendo que el aditivo sólido forma parte de los aditivos modificadores de octanaje del tipo organometálicos, donde relaciona el 75,6% de Carbono

más el 24,4% de metales, contenido en cada pastilla de 0,5 gramos, donde se establece enlaces Metal – Carbono, del tipo Iónicos: compuestos organometálicos de sodio, potasio, calcio, estroncio, bario; del tipo Intermedios: compuestos organometálicos de litio, berilio, magnesio y aluminio; del tipo Covalentes: compuestos organometálicos de boro, silicio, zinc, cadmio, talio, estaño, plomo, arsénico, antimonio, selenio.

Como siguiente punto, en la figura 3.44, se presenta los más relevantes metales contenidos en el aditivo líquido por su porcentaje. Dando para el aditivo líquido un valor total de 2082,92 mg/kg de metales, donde el 36% es Fosforo, el 21,33% es Calcio, el 22% es Zinc, el 8% de Hierro, el 6% de Aluminio, y el 6% restante incluye los 25 metales restantes.

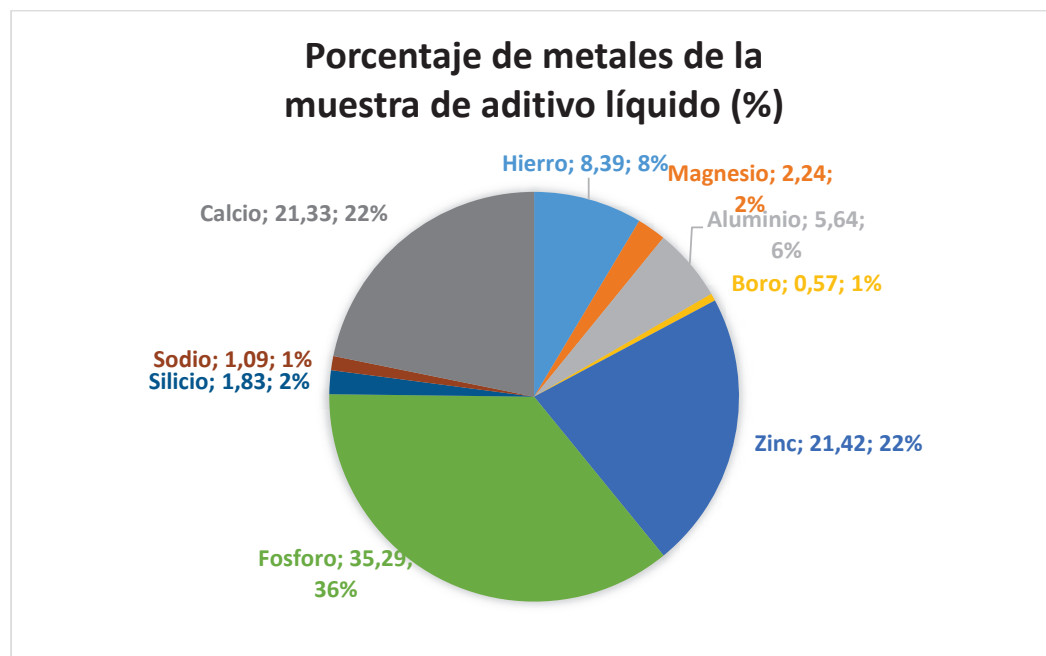


Figura 3.44. Metales relevantes del aditivo líquido aplicado en las pruebas.

Se establece que el aditivo líquido también forma parte de los aditivos modificadores de octanaje del tipo organometálicos, ya que se visualiza la cantidad de metales en sus proporciones.

3.3.2 Análisis de la caracterización de la gasolina extra, gasolina extra más aditivo líquido y gasolina extra más aditivo sólido.

Una vez realizadas las pruebas de laboratorio, para la caracterización de la gasolina extra, gasolina extra más aditivo líquido y gasolina extra más aditivo sólido, de los resultados se obtuvo los siguientes análisis:

a. Número de octano.

Uno de los principales requerimientos de calidad de la gasolina, lo representa su número de octanaje, ya que su valor está relacionado con la combustión correcta del combustible en el cilindro del MCI, el octanaje es la medida de la resistencia de la gasolina a la detonación, bajo este criterio en condiciones normales la combustión en el cilindro se realiza de una manera rápida y silenciosa, pero en ocasiones se produce una combustión violenta que provoca explosión o detonación, llamado comúnmente golpeteo o picado del motor, que es originado por un octanaje no adecuado para la relación de compresión del motor, y dependiendo también de las condiciones ambientales y altitud del lugar de aplicación del combustible, por tal motivo en el país se aplica la norma NTE INEN 2102, en la cual se especifica los valores mínimos de octanaje que debe tener la gasolina extra y su valor es de 87 octanos como mínimo, en la tabla 3.28. Se muestran los resultados obtenidos en el ensayo de laboratorio, correspondiente al número de octano de cada muestra.

Tabla 3.28. Datos del número de octanos.

| | Norma NTE INEN 2102 | Gasolina Extra | Gasolina Extra + Aditivo líquido | Gasolina Extra + Aditivo sólido |
|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---|--|
| Número de octanos | 87 mínimo | 88,3 | 89,7 | 88,4 |

En el cual comparados con la norma tanto la gasolina extra como la gasolina aditivada, presentan un valor mayor al permisible por la norma, la incidencia del uso de aditivo líquido con gasolina extra incrementa en 1.4 el valor del octanaje de la gasolina extra asegurando que el motor no presente problemas de auto detonación en condiciones poco severas (circulación urbana), ya que el método RON evalúa esta condición del motor, la gasolina extra más aditivo sólido incrementa en 0.1 el valor del octanaje en relación a la gasolina extra lo cual no incide en el comportamiento del motor, este a su vez se comporta de manera correcta al uso de cualquiera de las mezclas.

b. Ensayo de destilación

La volatilidad de la gasolina es un reflejo de su composición, esta presenta la temperatura a la cual un porcentaje determinado de gasolina de una muestra se evapora, la volatilidad afecta en la economía del combustible, el fácil arranque y operación del motor, para determinar estas propiedades físicas del combustible se realiza el ensayo de destilación.

En la tabla 3.29, se observa los resultados obtenidos al realizar la prueba de destilación con las diferentes muestras de combustible, en base a la norma INEN 926, se puede visualizar que todos los combustibles con los que se realizó el ensayo, se encuentran dentro de los parámetros que exige la norma.

Tabla 3.29. Datos de ensayo de destilación.

| Ensayo de destilación | Unidad | Norma INEN 926 | Gasolina Extra | Gasolina Extra + Aditivo líquido | Gasolina Extra + Aditivo sólido |
|-----------------------|--------|----------------|----------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Temperatura 10% | ° C | 70 máx. | 50 | 56 | 52 |
| Temperatura 50% | ° C | 77 a 121 | 99 | 100 | 98 |
| Temperatura 90% | ° C | 189 máx. | 163 | 165 | 161 |
| Punto final | ° C | 215 máx. | 200 | 201 | 208 |
| Residuo | % V | 2.0 máx. | 1.5 | 1.2 | 0.6 |

Analizando cada punto de la curva de destilación de las muestras de combustible, se puede citar que:

La temperatura a la que destila el 10% del volumen de la muestra, permite conocer cómo se comportará el carburante durante el arranque en frío del motor, esto se debe lograr con la mínima vaporización del mismo, y se considera en la norma que la temperatura de destilación del 10% de destilado no debe ser mayor a 70°C (volatilidad inicial), por lo que al revisar los resultados obtenidos la gasolina extra cumple con mayor eficiencia este punto ya que presenta la menor temperatura de ebullición para el 10% de destilado, y corresponde a 50°C, seguido de la gasolina extra más aditivo sólido con 52°C y finalmente por la gasolina extra más aditivo líquido con 56°C, pero recordemos que las tres muestras están dentro del rango y no inciden perjudicialmente en el motor.

La temperatura de destilación del 50% de destilado (volatilidad intermedia), garantiza el rápido calentamiento del motor, para alcanzar la máxima potencia del motor en el menor recorrido, la norma establece que no debe superar los 121°C y no bajar de los 77°C, las tres muestras se encuentran dentro del límite establecido en un valor medio del mismo, lo que asegura que el motor se comporte correctamente al momento de aceleración, los combustibles aditivados no modifican esta propiedad física del combustible.

La temperatura de destilación del 90% de destilado (volatilidad final), establece la presencia de hidrocarburos pesados en el combustible así como el rendimiento del mismo, la norma establece que el valor máximo de temperatura de destilación del 90% de destilado corresponde a 189°C, lo que evita depósitos, garantiza la mínima dilución de aceite de motor y proporciona una buena economía, bajo este criterio la gasolina extra más aditivo sólido presenta la mejor propiedad a la volatilidad final con una temperatura de 161°C, seguido de la gasolina extra y luego de la gasolina extra más aditivo líquido, pero se analiza que todas las muestras están dentro de las

especificaciones y sus valores no inciden desfavorablemente en el funcionamiento del motor.

El punto final de ebullición del combustible, muestra la presencia de componentes pesados en la gasolina, lo que ocasiona la reducción del octanaje en el mismo, la norma establece que la temperatura máxima de ebullición debe ser de 215°C, por lo que la gasolina extra al tener una temperatura de 200°C y la gasolina extra más aditivo líquido 201°C, presentan las mejores características a esta propiedad, pero los 208°C de la temperatura final de ebullición de la gasolina extra más aditivo sólido no presenta una mayor incidencia en la propiedad, ya que todas las muestras cumplen la norma y no implica un factor negativo en la operación del motor.

El residuo de la destilación mide la presencia de los componentes pesados en el combustible, permitiendo visualizar a los compuestos precursores de la formación de carbón y gomas en el motor, la norma establece que el porcentaje máximo en residuo en % de volumen es de 2%, por lo que se observa que la gasolina extra más aditivo sólido presenta 0.6% V, la gasolina extra más aditivo líquido es de 1.2 % V y para la gasolina extra es de 1.5 % V, lo que indica que todos se encuentran dentro de las especificaciones y garantizan un buen desempeño en el motor.

c. Ensayo de presión de vapor Reid

La presión de vapor Reid, es la presión que ejerce a una temperatura dada, la porción de líquido evaporado dentro de un recipiente cerrado, la presión de vapor indica de una forma indirecta, el contenido de compuestos volátiles que condicionan la seguridad durante el transporte, las pérdidas en almacenamiento y la volatilidad de la gasolina, en la tabla 3.30, se evidencia los resultados obtenidos al ensayo de la presión de vapor Reid.

Tabla 3.30. Datos del ensayo de presión de vapor de Reid.

| | Norma NTE INEN 928 | Gasolina Extra | Gasolina Extra + Aditivo líquido | Gasolina Extra + Aditivo sólido |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|---|--|
| Presión de vapor Reid | 60 Kpa máx. | 58.6 Kpa | 57.9 Kpa | 58.6 Kpa |

Desde el punto de vista ambiental, la norma establece como valor máximo de presión de vapor Reid a 60 Kpa. Donde podemos observar que las tres muestras cumplen con lo establecido y no inciden negativamente en la operación correcta del motor.

d. Ensayo de la corrosión a la lámina de cobre

El ensayo de la corrosión a la lámina de cobre, permite establecer los elementos presentes en el combustible, que en exceso origina la formación de depósitos en la cámara de combustión y provocan ataques a diversas partes del motor, en la tabla 3.31, se observa los resultados obtenidos al someter las tres muestras de combustible al ensayo de la corrosión a la lámina de cobre.

Tabla 3.31. Datos del ensayo a la corrosión a la lámina de cobre.

| | Norma NTE INEN 927 | Gasolina Extra | Gasolina Extra + Aditivo líquido | Gasolina Extra + Aditivo sólido |
|---|-------------------------------|---------------------------|---|--|
| Corrosión a la lámina de cobre | No. 1 máx. | 1B | 1B | 1B |

Se puede observar que la corrosión que producen las muestras a la lámina de cobre, cumplen con el valor límite especificado por la norma que es equivalente a 1B, y lo cual garantiza que no se generen depósitos al utilizar estos combustibles en la operación del motor.

e. Ensayo de contenido de azufre

Este ensayo permite establecer la capacidad corrosiva de los combustibles, con el contenido de azufre se puede establecer el aporte de emisiones de bióxido de azufre producto de la combustión del energético y además medir su corrosividad hacia las partes del motor y escape, originada por la combinación de bióxido de azufre con la humedad del aire usado para la combustión, para formar ácido sulfuroso y sulfúrico. En la tabla 3.32, se observa los resultados que se obtuvieron al realizar el ensayo de contenido de azufre, con las tres muestras analizadas.

Tabla 3.32. Datos del ensayo al contenido de azufre.

| | Norma NTE INEN 929 | Gasolina Extra | Gasolina Extra + Aditivo líquido | Gasolina Extra + Aditivo sólido |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---|--|
| Contenido de azufre | 650 ppm máx. | 169 ppm | 193.9 ppm | 165.3 ppm |

Los valores obtenidos se encuentran por debajo del valor estipulado por la norma, y no inciden negativamente en la formación de ácidos que perjudiquen los componentes internos del motor y generen mayor contaminación.

f. Ensayo de contenido de gomas

El contenido de gomas en los combustibles, muestran la capacidad a formar depósitos en los sistemas de inyección, que puede originar el atascamiento de las válvulas, en la tabla 3.33, se describe los resultados que se obtuvieron al realizar el ensayo de contenidos de gomas.

Tabla 3.33. Datos del ensayo al contenido de gomas.

| | Norma NTE INEN 933 | Gasolina Extra | Gasolina Extra + Aditivo líquido | Gasolina Extra + Aditivo sólido |
|-------------------------------|--|------------------------------------|---|--|
| Contenido de gomas | 3.0 mg/100 <i>cm</i> ³ máx | 1 mg/100 <i>cm</i> ³ | 1 mg/100 <i>cm</i> ³ | 0.9 mg/100 <i>cm</i> ³ |

Las tres muestras analizadas cumplen satisfactoriamente con las especificaciones de la norma, lo que garantiza que los sistemas de inyección del motor permanezcan limpios y puedan trabajar correctamente.

3.3.3 Análisis comparativo del rendimiento del motor.

a. Análisis del rendimiento del motor.

Con las pruebas realizadas y los valores obtenidos se dispone de una tabla estadística de comportamiento del motor Volkswagen la que servirá para desarrollar el análisis pertinente en lo referente a la parte de desempeño del motor, se va a trabajar con los valores promedios de torque y potencia para el presente análisis. Tal como se presenta en la tabla 3.34.

Tabla 3.34. Tabla estadística de valoración de torque y potencia.

| VALORES | GASOLINA EXTRA | | GASOLINA EXTRA MÁS ADITIVO LÍQUIDO | | GASOLINA EXTRA MÁS ADITIVO SÓLIDO | |
|---------------------|----------------|-------------|------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| | POTENCIA (Kw) | TORQUE (Nm) | POTENCIA (Kw) | TORQUE (Nm) | POTENCIA (Kw) | TORQUE (Nm) |
| VALOR MÁXIMO 1 | 38,92 | 109,68 | 39,51 | 107,51 | 40,93 | 110,77 |
| VALOR MÁXIMO 2 | 40,26 | 115,51 | 38,77 | 108,06 | 40,48 | 108,87 |
| VALOR MÁXIMO 3 | 40,86 | 111,45 | 42,87 | 108,87 | 40,93 | 110,63 |
| VALOR MÍNIMO | 40,26 | 109,68 | 38,77 | 107,51 | 40,48 | 108,87 |
| VALOR MÁXIMO | 40,86 | 115,51 | 42,87 | 108,87 | 40,93 | 110,77 |
| DESVIACIÓN ESTANDAR | 0,99 | 2,99 | 2,19 | 0,68 | 0,26 | 1,06 |
| FRECUENCIA RELATIVA | 1,00 | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIANA | 40,26 | 111,45 | 39,51 | 108,06 | 40,93 | 110,63 |
| RANGO | 0,60 | 5,83 | 4,10 | 1,36 | 0,45 | 1,90 |
| PROMEDIO | 40,01 | 112,21 | 40,38 | 108,15 | 40,78 | 110,09 |

La figura 3.45, se presenta claramente el valor de elevación de potencia al utilizar la gasolina extra más los aditivos líquido y sólido respectivamente, respecto a la gasolina extra.

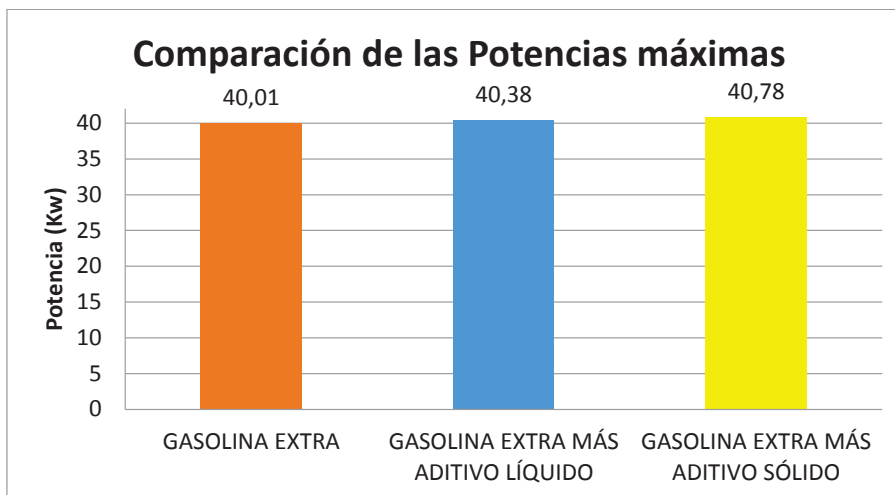


Figura 3.45. Resumen de potencia obtenida en los procesos de medición.

La figura 3.46 presenta los porcentajes de aumento de la potencia para las operaciones cuando trabaja con las mezclas de los aditivos, en relación a los valores especificados en función a las mediciones desarrolladas.

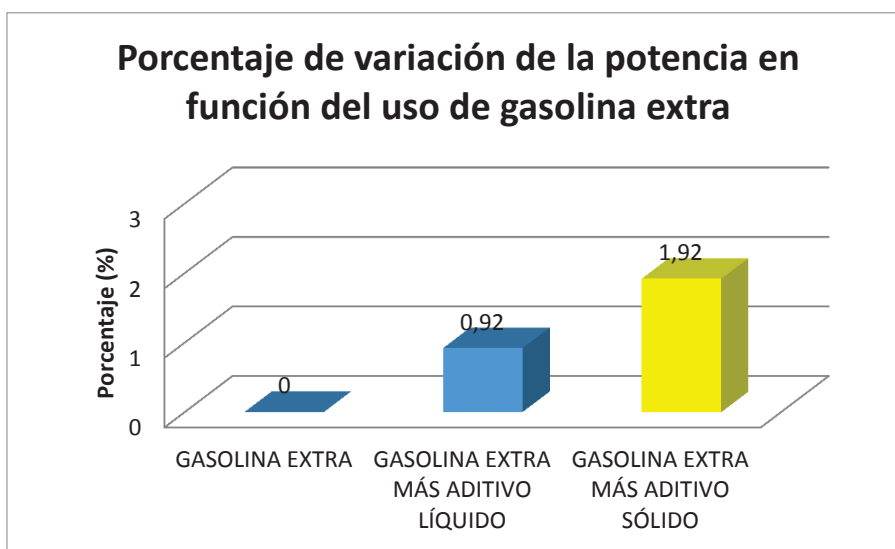


Figura 3.46. Porcentaje de variación de la potencia.

Se establece entonces de acuerdo a las mediciones realizadas que existe un aumento de desempeño mínimo de entre el 1% y 2%, cuando trabaja con las mezclas de aditivo líquido y sólido respectivamente, esto en relación a la gasolina extra que se comercializa en el país.

La Figura 3.47, se presenta claramente el valor de trabajo que se genera en los motores de combustión pues existe un decremento de torque para las mezclas de la gasolina extra más los aditivos.

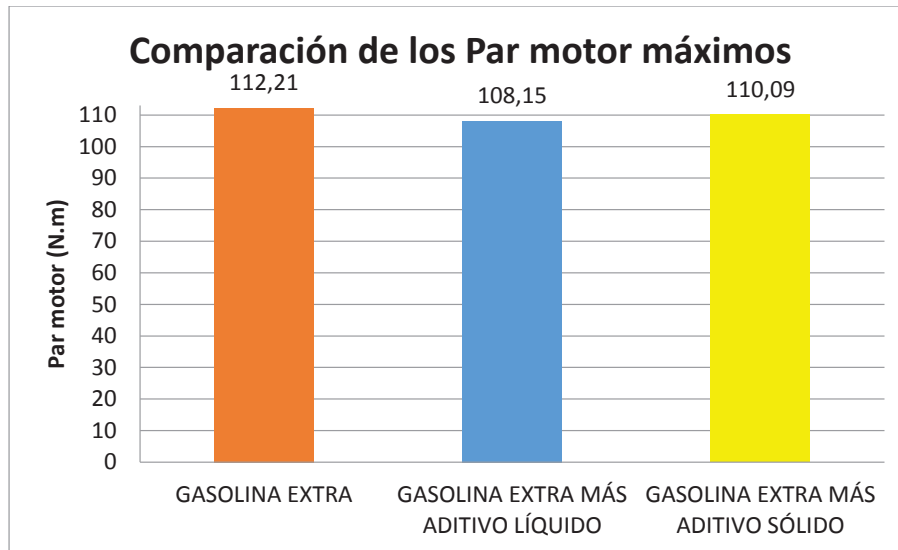


Figura 3.47. Resumen estadístico de comportamiento del par motor.

La figura 3.48, presenta los porcentajes de reducción del torque para las operaciones cuando se trabaja con las proporciones de las mezclas con aditivo, en relación a los valores especificados en función a las mediciones desarrolladas.

Se establece entonces de acuerdo a las mediciones realizadas que existe un desempeño menor de par motor, al usar los aditivos en las proporciones recomendada por los productos de venta libre, en relación a la gasolina extra. El descenso del par motor al utilizar la mezcla de aditivo líquido es un 3,62%; mientras que para la mezcla con aditivo sólido reduce el 1,89%.

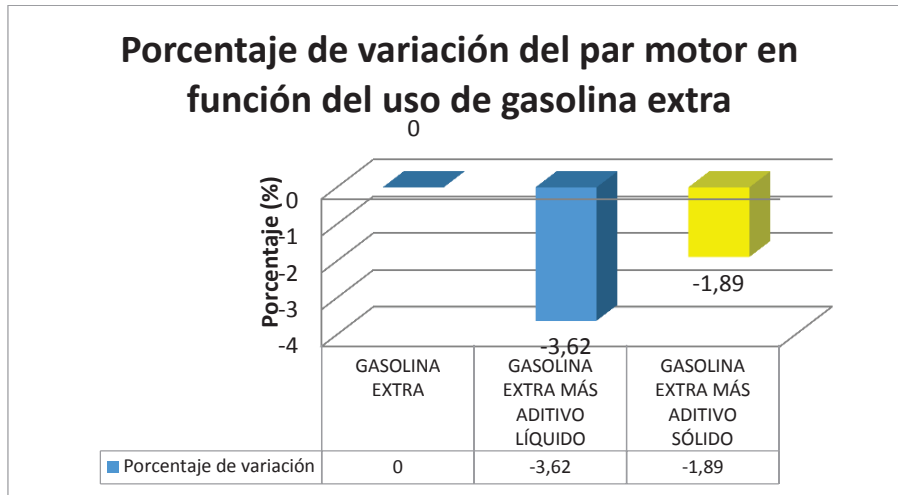


Figura 3.48. Porcentaje de variación de par motor.

b. Análisis del consumo de combustible

El consumo de combustible del vehículo durante la prueba en ruta se presenta en la tabla 3.35.

Tabla 3.35. Tabla estadística de valoración del rendimiento de combustible

| COMBUSTIBLE | CONSUMO (galón/km) | RENDIMIENTO (km/galón) |
|------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| GASOLINA EXTRA | 0.0244 | 40.01 |
| GASOLINA EXTRA MÁS ADITIVO LÍQUIDO | 0.0236 | 41.25 |
| GASOLINA EXTRA MÁS ADITIVO SÓLIDO | 0.0233 | 41.9 |

Las tendencias del rendimiento de combustible utilizado para los tres tipos de combustible se muestran a través de la figura 3.49. El rendimiento de combustible para el vehículo en ruta, está en el rango de 40,13 hasta 41,87 Km/gal.

Los valores se presenta, donde a medida que utilice los aditivos para la gasolina aumentan su rendimiento respecto al utilizar gasolina extra.

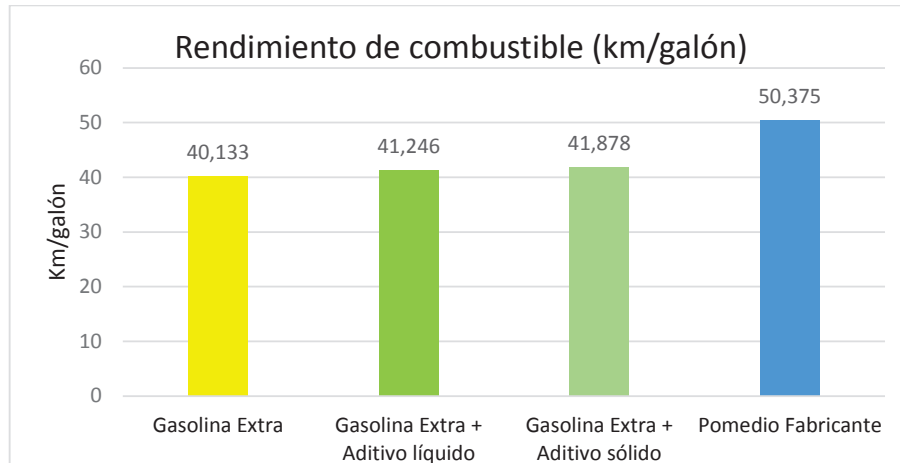


Figura 3.49. Rendimiento de combustible en km/galón para las diferentes composiciones

Así mismo se presenta el valor de consumo de combustible que se genera en el motor de combustión pues existe una disminución del consumo respecto a la línea base, gasolina extra, a medida del uso de los aditivos probados según la figura 3.50.

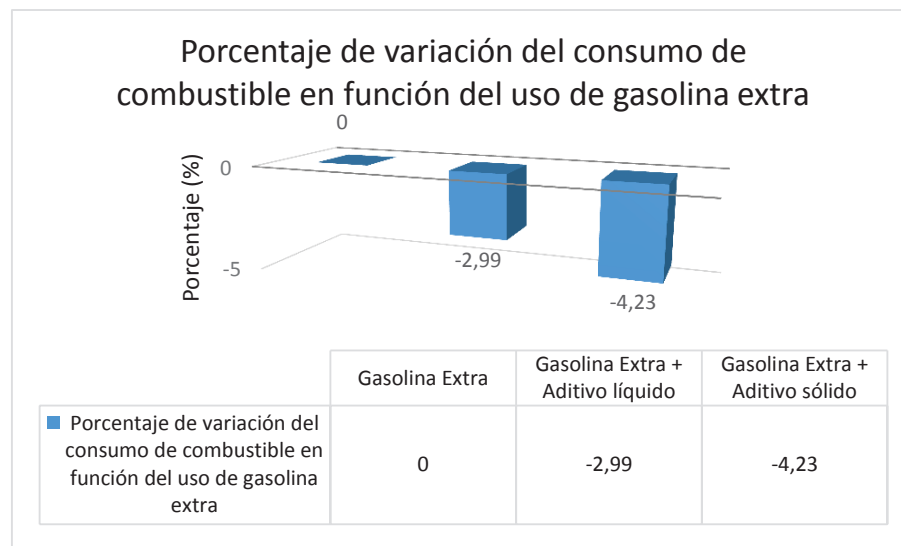


Figura 3.50. Porcentaje de variación del consumo de combustible

Se establece entonces de acuerdo a las mediciones realizadas que existe un buen desempeño cuando trabaja con los aditivos, se considera la mezcla de gasolina extra + aditivo líquido donde reduce un 3% del consumo, mientras

que para la mezcla de gasolina extra + aditivo sólido reduce un 4% del consumo, esto en relación a la gasolina extra que se comercializa en el país.

3.3.4 Análisis de las emisiones contaminantes emitidos al ambiente

Una vez realizada las pruebas de laboratorio, para determinar las emisiones contaminantes generadas por el motor, con los diferentes tipos de mezclas de combustible se pudieron obtener los siguientes análisis:

a. Análisis de la emisión de CO

En la figura 3.51, se muestra los resultados obtenidos de emisión de CO, por cada una de las mezclas de combustible de pruebas, comparadas con la norma INTE INEN 2 204:2002, que especifica que el valor máximo permisible de CO para la condición de ralentí es del 1% en volumen de CO, para vehículos de año modelo 2000 y posteriores, a una altura sobre los 1500 metros sobre el nivel del mar (msnm).

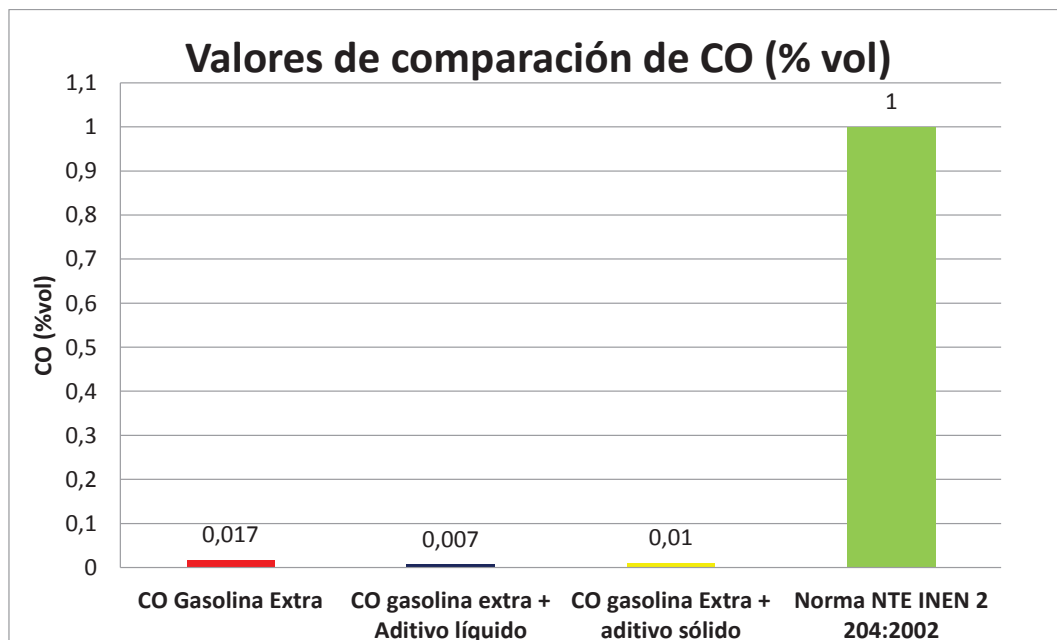


Figura 3.51. Resultado del monóxido de carbono en ralentí de las muestras.

Se puede observar que las concentraciones de CO, en los gases de combustión están en el rango de 0,007 al 0,017%, lo que evidencia un valor mínimo al valor permisible por la norma, por lo que el uso de los aditivos seleccionados para el proyecto no incide negativamente en el funcionamiento del motor.

b. Análisis de la emisión de hidrocarburos

En la figura 3.52, se evidencia los valores de hidrocarburos generados por el motor al uso de las diferentes muestras de combustible, comparados con la norma NTE INEN 2 204:2002, que especifica en 200 ppm de HC como valor máximo en condición de ralentí.

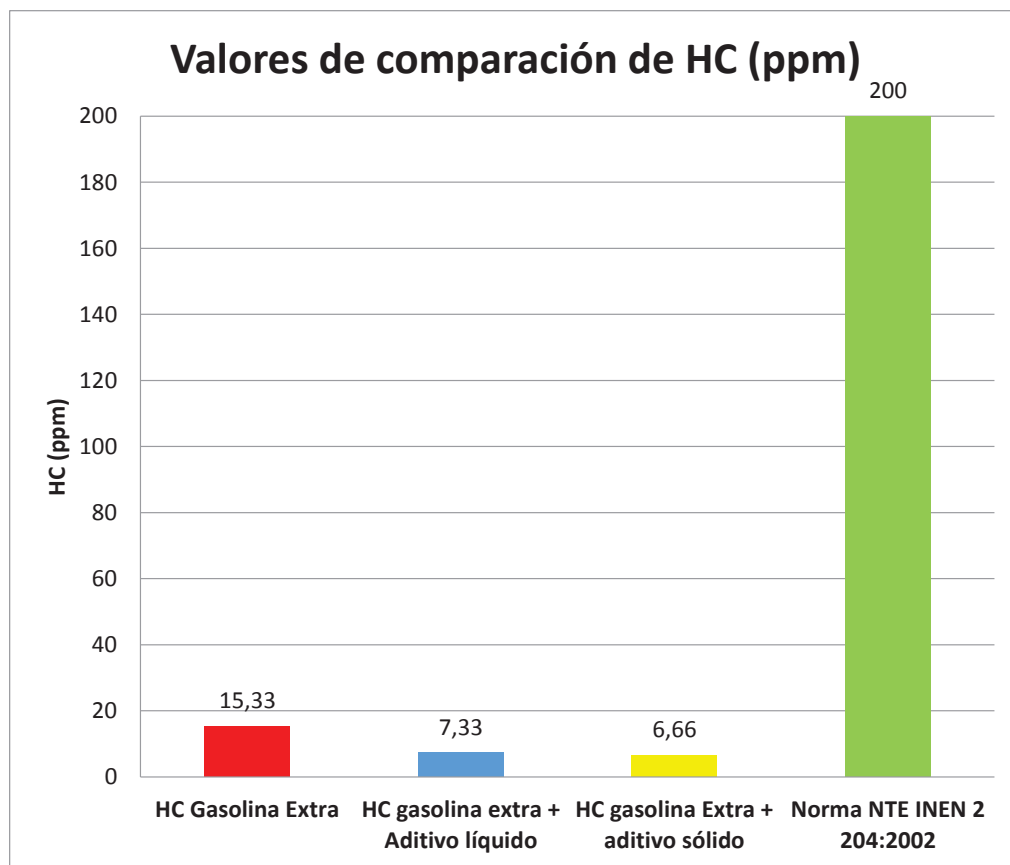


Figura 3.52. Resultado de hidrocarburos en ralentí de las muestras.

Al revisar los resultados de hidrocarburos, se puede analizar que los valores obtenidos de HC por las tres muestras de combustibles, se encuentran muy

por debajo de lo establecido por la norma, y su valor no incide en el funcionamiento del motor, el uso de los aditivos de este proyecto no incrementa la generación de HC, en la emisiones generadas por el motor.

c. Análisis de la relación estequiométrica de la mezcla, Lambda.

En la figura 3.53, se puede observar el resultado de la relación estequiométrica lambda, para cada condición de trabajo con cada muestra de combustible, referenciando que el valor correcto de lambda debe de ser 1.

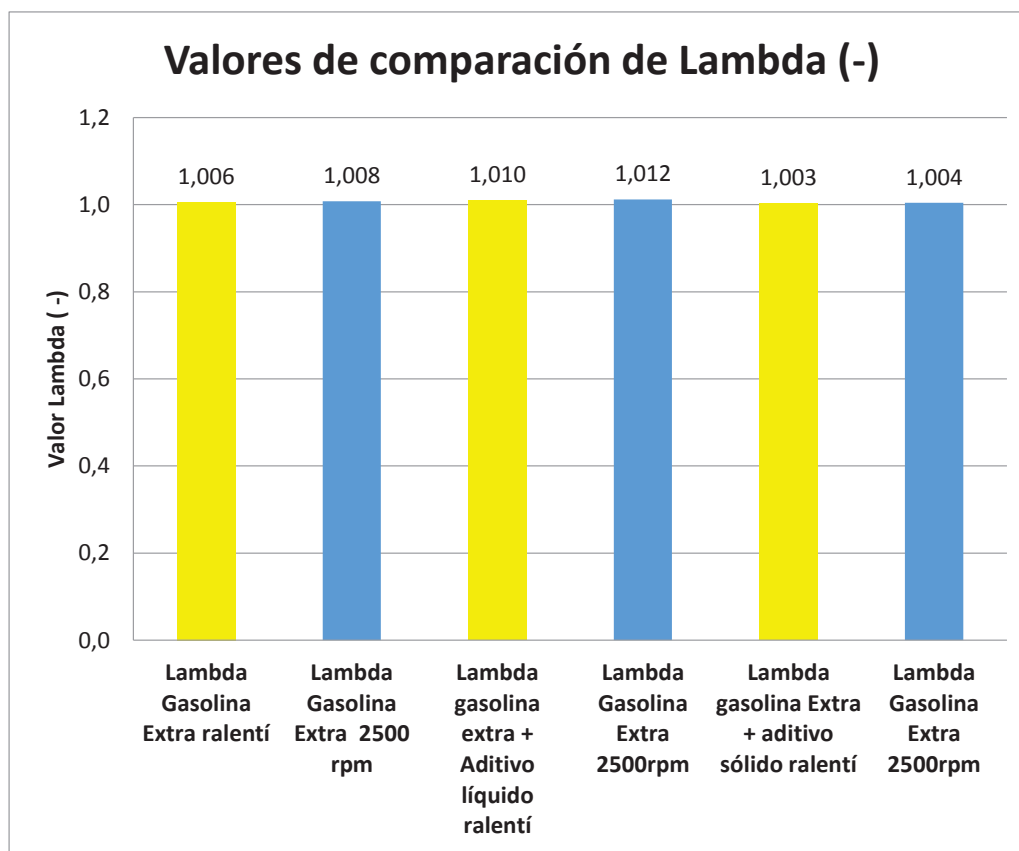


Figura 3.53. Resultado de lambda de las muestras.

Revisando los datos obtenidos, podemos indicar que el motor del vehículo en el que se realiza las pruebas, con cada una de las muestras de combustible, y bajo las diferentes condiciones de la prueba, tiende a mantener un valor de lambda muy cercano a 1, lo que explica que la mezcla estequiométrica de aire – combustible, se encuentra en la proporción correcta de 14.7 :1, el sistema

de inyección del vehículo está trabajando correctamente, y el uso de aditivos en el combustible no altera la compensación que hace el motor para mantener siempre la relación lambda lo más cercano a 1.

d. Análisis de la emisión de CO₂.

En la figura 3.54, se detalla los resultados obtenidos de la emisión de CO₂ al ambiente, bajo la condición de ralentí y aceleración de 2500 rpm, con cada una de las muestras de combustible que se está realizando el análisis.

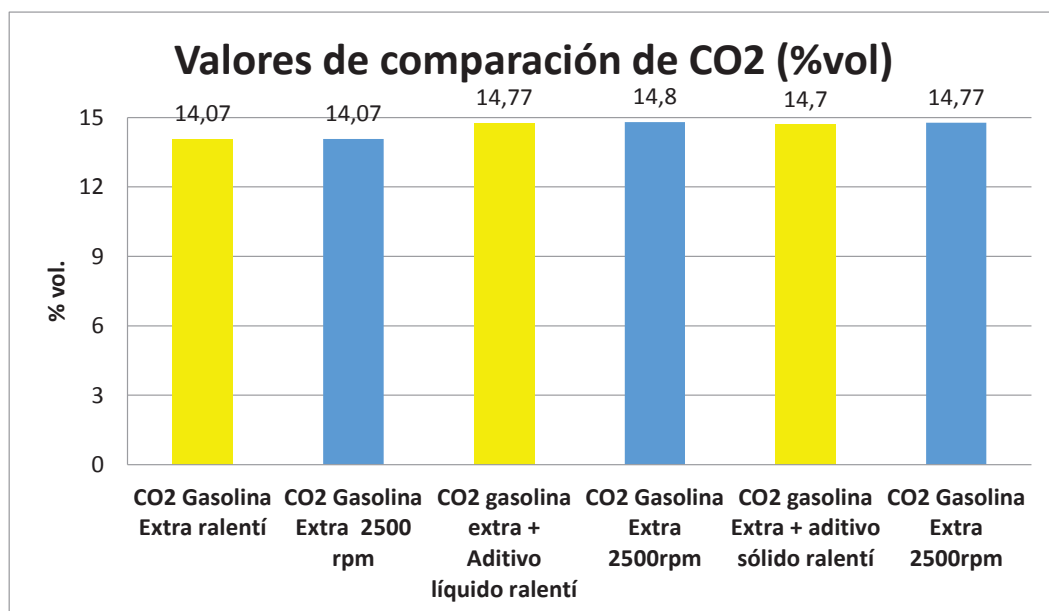


Figura 3.54. Resultado de dióxido de carbono de las muestras.

El dióxido de carbono es también resultado del proceso de combustión, no es tóxico a bajos niveles, el motor funciona correctamente cuando el CO₂ está a su nivel más alto, este valor porcentual se ubica entre el 12 al 15% de volumen, para los datos obtenidos, el valor de CO₂ se encuentra alrededor de los 14,7, que explica una eficiencia buena del motor de prueba al uso de aditivos en el combustible.

3.3.5 Análisis económico del uso de los aditivos para gasolina extra.

La propuesta sin duda marca una influencia en el ámbito económico ya que se genera un análisis del costo al uso de combustible más los aditivos, y será necesario realizar una inversión adicional al combustible con cada llenado del tanque del vehículo.

Se presenta el análisis económico de factibilidad y costo que tendría el adicionar los aditivos como potenciador del rendimiento, para lo cual se toman en cuenta las siguientes consideraciones, apoyado en los valores de venta al público de los productos.

El análisis se estimó para 20000 kilómetros, considerando un promedio de kilómetros de recorrido por un vehículo en un año. Los costos de uso de los aditivos se han generado en base al uso de los mismos en el periodo de un año, con cada aditivo para combustible utilizado, y la cantidad de gasolina extra para este periodo.

En la tabla 3.36, se presenta los costos de consumo de combustible, además de los valores consumidos en galones con cada mezcla de combustible y los valores para los aditivos. Como los valores totales de cada composición para su análisis.

Tabla 3.36. Costo proyectado a 20000 kilómetros de recorrido.

| Mezclas de combustible | Distancia asumida (Km) | Rendimiento combustible (km/galón) | Combustible consumido (Galones) | Costo de gasolina extra incluido IVA | Costo por km analizados | Costo aditivos incluido IVA | | Cantidad de aditivos (Unidades) | Costo Final incluido IVA | Variación porcentual en relación a gasolina extra (%) |
|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------|---------------------------------|--------------------------|---|
| | | | | | | Aditivo líquido | Aditivo sólido | | | |
| Gasolina Extra | 20000 | 40,01 | 499,88 | \$1,50 | \$ 749,81 | - | - | - | \$ 749,81 | 0,00 |
| Gasolina Extra más aditivo líquido | 20000 | 41,25 | 484,85 | \$1,50 | \$ 727,27 | \$ 3,00 | - | 48,5 | \$ 872,73 | 16,39 |
| Gasolina Extra más aditivo sólido | 20000 | 41,90 | 477,33 | \$1,50 | \$ 715,99 | - | \$ 2,50 | 47,7 | \$ 835,32 | 11,40 |

La figura 3.55 presenta los porcentajes de incremento económico, para el uso de la gasolina extra más los aditivos, en relación al uso de gasolina extra.

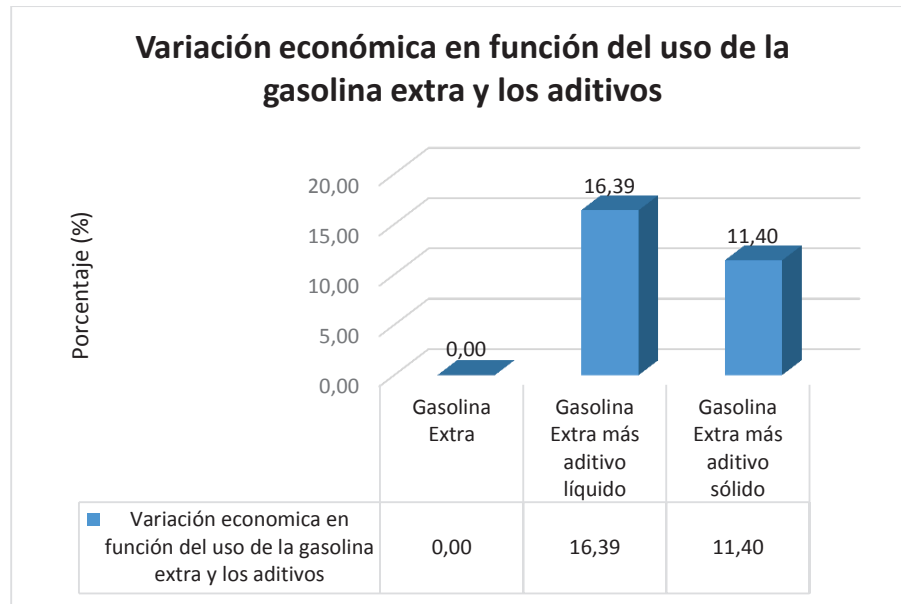


Figura 3.55. Porcentaje de variación económica para proyección en 20000 km. de recorrido.

Se establece de acuerdo a los cálculos generados para la proyección de los 20000 kilómetros recorridos, que existe un aumento económico cuando se trabaja con los aditivos en la gasolina, se observa un valor del 16% cuando se adiciona el aditivo líquido; mientras que al usar el aditivo sólido, en el mismo periodo de análisis, existe un aumento del 11%, esto en relación a la gasolina extra.

CAPÍTULO 4.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

El desarrollo del presente estudio se cumplió con los objetivos planteados, mediante la realización de pruebas guiadas bajo un protocolo establecido, por lo que permitió observar el comportamiento en general del motor a través del vehículo, aplicando los aditivos en sus proporciones recomendadas, en cada prueba realizada como: torque, potencia, consumo de combustible y sus emisiones contaminantes principalmente.

Se caracterizó los aditivos usados en la gasolina, estos forman parte de los aditivos modificadores de octanaje del tipo organometálicos, para el aditivo sólido relaciona el 75,6% de Carbono y el 24,4 % del contenido metálico, donde su componente principal es el Hierro y el Aluminio, conteniendo enlaces Metal – Carbono.

Se evaluó el rendimiento del motor gasolina Volkswagen, serie Saveiro con la gasolina extra y los aditivos, entonces de acuerdo al desempeño aumento la potencia entre el 1% y 2%, cuando trabaja con las mezclas de aditivo líquido y sólido respectivamente. Mientras que el par motor evaluado desciende al utilizar la mezcla de aditivo líquido en un 4%; mientras que para la mezcla con aditivo sólido reduce el 2%.

Se estableció un desempeño favorable cuando trabaja con los aditivos, si se considera la mezcla de gasolina extra más aditivo líquido, se tiene un 3% de reducción del consumo, mientras que para la mezcla de gasolina extra más aditivo sólido reduce el 4% del consumo, esto en relación a la gasolina extra que se comercializa en el país.

Se evaluó la proyección a los 20000 kilómetros recorridos en el motor Volkswagen, donde se observó un incremento económico cuando trabaja con los aditivos para gasolina, un valor del 16% cuando se utiliza el aditivo líquido; y cuando trabaja con aditivo sólido aumenta el 11%, esto en relación al consumo de la gasolina extra.

Se evaluó el costo beneficio del uso de aditivos, en el cual si bien disminuye el consumo de combustible del 3 al 4% por tanque lleno, económicamente sale más costoso utilizar los mismos ya que representa un incremento del 11 al 16%, con respecto al uso de gasolina extra, debido al valor actual del combustible tipo extra en nuestro país que se encuentra en 1.48 USD por galón.

Las propiedades físicas de los combustibles, se definen para garantizar un manejo seguro del producto en las instalaciones de almacenamiento y distribución, además para indicar la facilidad de uso en cualquier tipo de situación dentro del motor de combustión interna, ya sea en arranque en frío, puesta en operación y comportamiento en caliente, una de las principales características físicas de las gasolinas es su volatilidad, la misma que se refleja en el ensayo de destilación, la cual permite conocer su comportamiento para las diferentes etapas del motor, para el estudio realizado todos los puntos de destilación, se encuentran bajo las especificaciones respectivas que rige la norma, la presencia de aditivos no tuvo una incidencia perjudicial en las propiedades físicas del combustible, por lo que el motor no se verá afectado por el uso de estos compuestos en el combustible.

Las propiedades químicas de los combustibles, al igual que las propiedades físicas, están relacionados directamente con la calidad de la gasolina, ya que esta proporciona la energía necesaria para el desplazamiento del motor, por lo cual el análisis que se realizó a la gasolina aditivada para ver si se mantenía estas propiedades resulto favorable, ya que en cada mezcla analizada tanto de gasolina extra más aditivo líquido, o gasolina extra más aditivo sólido, no presento una incidencia drástica en las propiedades

químicas del combustible manteniéndose en cada condición dentro de los parámetros establecidos por la norma vigente en el país, las propiedades químicas que se analizaron, fue: número de octano RON, corrosión a la lámina de cobre, contenido de gomas, contenido de azufre, y en todas se evidenció que el uso de aditivos no provoca una incidencia mayor que la que produce la gasolina extra sola, y todas se mantuvieron dentro de las especificaciones.

En la actualidad, uno de los principales problemas de contaminación ambiental de las grandes ciudades, son originados principalmente por la combustión de gasolinas en los automotores que circulan por las mismas, por lo cual las tecnologías utilizadas en los motores, como los productos de combustión, son la principal fuente de reducción de los contaminantes emitidos, en el proyecto se utilizó el motor de un vehículo que se encuentra mecánicamente en buenas condiciones, al usar gasolina extra los valores de CO, HC, CO₂, se encuentran por debajo de los límites permisibles en la normativa vigente, al utilizar los aditivos en el combustible se evidenció que los valores de CO, HC, CO₂, no tuvieron una incidencia mayor en el comportamiento del motor, con todas las mezclas realizadas y analizadas, se mantiene siempre valores de emisiones muy por debajo de las especificadas en la norma, la relación estequiométrica lambda trabajo cerca del valor 1, en cada una de las pruebas garantizando una mezcla estequiométrica correcta y verificando un correcto estado del sensor de oxígeno del motor.

Por parte de la concentración de los hidrocarburos no combustionados, emitidos a la atmósfera el comportamiento que se evidencia es que la cantidad de HC se reduce a medida que se utiliza los aditivos en la gasolina extra, pero los valores obtenidos son muy inferiores a lo que establece la norma, por lo que el uso de estos dos tipos de aditivos en el motor no afecta la emisión de HC, en todas las condiciones se mantienen un valor de HC que respeta las normas.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda que se genere una normativa hacia la venta de aditivos de combustible en el país, la misma que regule la utilización de metales en el mismo como es el caso del plomo que al ser un aditivo que eleva el octanaje es perjudicial para la salud.

Se recomienda no abusar con el uso de los aditivos de combustible en los vehículos, ya que si bien incrementa algunas propiedades físicas del combustible, afectan a otros sistemas como es el de encendido al cual debemos darle mayores cuidados de mantenimiento, además puede ocasionar problemas de degradación temprana del aceite lubricante del motor.

Se recomienda analizar la aplicación del vehículo, para adquirir un aditivo que cumpla con las características necesarias para mejorar la productividad del automotor, ya que en ciertas ocasiones el mezclar tantos aditivos en los sistemas del motor puede ocasionar mayores inconvenientes.

Se recomienda que al utilizar un aditivo, este sea agregado en la proporción que se muestra en sus instrucciones, ya que al aumentar la concentración, algunas propiedades del combustible original se pueden perder y se aceleraría el desgaste de los elementos internos del motor.

Debemos considerar una muestra más amplia para comparar los datos, ya que por el tiempo y la metodología aplicada en el presente estudio, posiblemente no son los suficientes.

CAPÍTULO 5.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5.1 REFERIDAS

1. Benajes, J; Navarro, E. (2013). Clasificación de los MCIAs. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), Motores de combustión interna alternativos. (pp. 24-42). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté
2. Rodríguez, P; Nogueira, J. (2013). Curvas características y aplicaciones. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), Motores de combustión interna alternativos. (pp. 952-978). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.
3. Tinaut, F; López, J. (2013). Combustión en MEP. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), Motores de combustión interna alternativos. (pp. 538-577). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.
4. Lapuerta, M; Hernández, J. (2013). Combustibles. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), Motores de combustión interna alternativos. (pp. 390-413). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.
5. Desantes, J; Molina, S. (2013). Introducción a la combustión. En: Payri, F; Desantes, J. (ed.), Motores de combustión interna alternativos. (pp. 354-388). (3^a reimpresión). Barcelona, España: Editorial Reverté.
6. Marchese, R; Bustos J, López J. (2014), Los combustibles en los Motores Ciclo Otto: Características, Calidad, Efectos, ISSN 1668-9178. Extraído de: http://www.herrera.unt.edu.ar/revistacet/avances/avance37_05.pdf
7. WRT BV. (2014). Descripción de los aditivos. Extraído de: <http://www.wrtbv.com/espanol/aditivos-para-combustibles>
8. Industria Química del Nalón, S.A. (2004), Oviedo, España, extraído de: http://www.nalonchem.com/recursos/doc/Lineas_negocio/Carboquimica/642336743_288200911218.pdf

9. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 935:2012, Gasolina Requisitos. Octava revisión, Primera edición.
10. Guixot L. (2011). Mecánica general catalizador. Extraído de: http://mecanicageneral.webcindario.com/info_catalizador.pdf
11. Tesis Manual de Mantenimiento para el Dinamómetro de chasis LPS 3000 instalado en el CCICEV; Ing. Álvaro Rosas e Gustavo Barona. (2013). Quito Ecuador, EPN.
12. Compuesto organometálico. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 16 de diciembre de 2014 de: http://es.wikipedia.org/wiki/Compuesto_organomet%C3%A1lico
13. Productos JETCLEAN-GERAT PLUS, LIQUI MOLY (2014), extraído de: http://www.liqui-moly.de/liquimoly/produktodb.nsf/id/es_5118.html?Opendocument&land=DE
14. Manual de usuario Garmin 62s extraído de: http://www.wellesley.edu/sites/default/files/assets/departments/libraryandtechnology/files/computing/garmin62s_ownersmanual.pdf
15. Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares; Protocolo de pruebas EP-PETROECUADOR –ESTUDIO ETANOL (2014). Quito Ecuador, EPN.
16. Analizador de emisiones, MGT 5 Stand Alone, MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG (2014), Alemania, extraído de: <http://www.maha.de/analizador-de-emisiones-mgt-5-stand-alone.htm>.
17. Manual del usuario Volkswagen, (2008).

5.2 CONSULTADAS

- Instituto Ecuatoriano de Normalización., NTE INEN 929: 2013, Productos de petróleo. Determinación del contenido de azufre. Método de la lámpara, 1ª ed. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización., NTE INEN 928: 2013, Productos de petróleo. Determinación de la presión de vapor REID, 1ª ed. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013.


- Instituto Ecuatoriano de Normalización., NTE INEN 927: 2013, Productos de petróleo. Determinación de la corrosión de la lámina de cobre, 1ª ed. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización., NTE INEN 926: 2013, Productos de petróleo. Ensayo de destilación, 1ª ed. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización., NTE INEN 933: 2013, Gasolina. Determinación del contenido de gomas por el método de evaporación, 1ª ed. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización., NTE INEN 960:1984, Vehículos automotores. Determinación de la potencia neta del motor, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1984.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización., NTE INEN 2 204:2002, Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites Permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina, 1ª ed. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2002.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización., NTE INEN 935:2012, Gasolina. Requisitos, 1ª ed. 8ª rev. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012.
- Tormos, B. (2012). Diagnóstico de motores diésel mediante el análisis del aceite usado. Primera edición Barcelona, España: Editorial Reverté
- Fitch, J. & Troyer, D. (2010). Oil Analysis Basics. Segunda edición. Tulsa: Editorial Noria Corporation.
- Gilles, T. (2011). Automotive engines. Sexta edición. USA: Editorial: Delmar Cengage Learning.
- Halderman, J. (2012) automotive technology principles, diagnosis, and service. Cuarta edición. USA: Editorial Prentice Hall.
- Gómez, Y. (2013). Contribución al desarrollo y mejora para la cuantificación de la degradación en aceites lubricantes usados de MCIA a través de la técnica de espectrometría infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR). Trabajo de titulación para optar al título de Doctor en el programa de Doctorado en Sistemas Propulsivos en Medios de Transporte. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

- BOSCH. (1999). *Manual de la técnica automotriz*. Segunda edición. España: Ediciones Reverté.
- DE CASTRO, M. (2005). *CEAC Manual del automóvil*. Segunda edición. España: Ediciones Esparta.
- RUIZ / BERMUDEZ / BROATCH / CLIMENT / LOPEZ / TORMOS. (2005). *Prácticas de motores de combustión*. México: Ediciones Serrano.

ANEXOS

ANEXO A

**ANÁLISIS PARA CARACTERIZACIÓN DE ADITIVOS DE
COMBUSTIBLE**

| | |
|---|--|
|  LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC | LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléf.: (03)2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR |
|---|--|

INFORME DE ENSAYO No: 966
ST: 14 – 020 ANÁLISIS DE QUÍMICOS

Nombre Peticionario: NA
Atn. Juan Carlos Rocha
Dirección: Pasaje B 235-Quito

FECHA: 20 de Junio del 2014
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2014 / 06 / 11 – 12:30
FECHA DE MUESTREO: 2014 / 06 / 09 – 12:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2014 / 06 / 11 - 2014 / 06 / 20
TIPO DE MUESTRA: Aditivo para gasolina
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB- Q 78-14
CÓDIGO DE LA EMPRESA: FFI SÓLIDO
PUNTO DE MUESTREO: COMERCIAL
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Juan Carlos Roldán
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

| PARÁMETRO | MÉTODO /NORMA | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LIMITE PERMISIBLE | INCERTIDUMBRE (k=2) |
|-----------|---------------|--------|-----------|-------------------------|---------------------|
| Cadmio | ICP | mg/kg | <0,05 | - | - |
| Arsénico | ICP | mg/kg | <0,5 | - | - |
| Molibdeno | ICP | mg/kg | <1 | - | - |
| Plomo | ICP | mg/kg | 19,97 | - | - |
| Talio | ICP | mg/kg | 21,24 | - | - |
| Cromo | ICP | mg/kg | <0,5 | - | - |
| Plata | ICP | mg/kg | <0,5 | - | - |
| Antimonio | ICP | mg/kg | 4,70 | - | - |
| Selenio | ICP | mg/kg | <1 | - | - |
| Cobre | ICP | mg/kg | <0,5 | - | - |

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo
MC01-16


| | |
|---|--|
|  LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC | LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléf.: (03)2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR |
|---|--|

| | | | | | |
|-----------|-----|-------|-----------|---|---|
| Vanadio | ICP | mg/kg | 4,76 | - | - |
| Estaño | ICP | mg/kg | 6,34 | - | - |
| Magnesio | ICP | mg/kg | 237,08 | - | - |
| Cobalto | ICP | mg/kg | <1 | - | - |
| Níquel | ICP | mg/kg | 1,28 | - | - |
| Berilio | ICP | mg/kg | <1 | - | - |
| Estroncio | ICP | mg/kg | 2,06 | - | - |
| Titanio | ICP | mg/kg | 13,74 | - | - |
| Aluminio | ICP | mg/kg | 790,81 | - | - |
| Boro | ICP | mg/kg | 173,91 | - | - |
| Zinc | ICP | mg/kg | 52,92 | - | - |
| Fósforo | ICP | mg/kg | 65,59 | - | - |
| Silicio | ICP | mg/kg | 96,85 | - | - |
| Litio | ICP | mg/kg | <1 | - | - |
| Potasio | ICP | mg/kg | 32,38 | - | - |
| Sodio | ICP | mg/kg | 178,64 | - | - |
| Calcio | ICP | mg/kg | 516,13 | - | - |
| Bario | ICP | mg/kg | 2,95 | - | - |
| Hierro | ICP | mg/kg | 138809,69 | - | - |

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo

MC01-16

Página 2 de 3

| | |
|--|---|
|  <p>LABCESTTA Tecnología & Soluciones</p> <p>SGC</p> | <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléf.: (03)2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p> |
|--|---|

OBSERVACIONES:


- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

Ing. Marcela Erazo
JEFE DE LABORATORIO

COPIA

| | |
|---|--|
|  LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC | LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléf.: (03)2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR |
|---|--|

INFORME DE ENSAYO No: 966
ST: 14 – 020 ANÁLISIS DE QUÍMICOS


Nombre Peticionario: NA
Atn. Juan Carlos Rocha
Dirección: Pasaje B 235-Quito

FECHA: 20 de Junio del 2014
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2014 / 06 / 11 – 12:30
FECHA DE MUESTREO: 2014 / 06 / 10 – 17:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2014 / 06 / 11 - 2014 / 06 / 20
TIPO DE MUESTRA: Aditivo para gasolina
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB- Q 77-14
CÓDIGO DE LA EMPRESA: R-1 LIQUIDO
PUNTO DE MUESTREO: COMERCIAL
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Juan Carlos Roldán
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

| PARÁMETRO | MÉTODO /NORMA | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LIMITE PERMISIBLE | INCERTIDUMBRE (k=2) |
|-----------|---------------|--------|-----------|-------------------------|---------------------|
| Cadmio | ICP | mg/l | 0,27 | - | - |
| Arsénico | ICP | mg/l | <0,01 | - | - |
| Molibdeno | ICP | mg/l | 1,37 | - | - |
| Plomo | ICP | mg/l | 0,49 | - | - |
| Talio | ICP | mg/l | 1,20 | - | - |
| Cromo | ICP | mg/l | 0,39 | - | - |
| Plata | ICP | mg/l | 2,22 | - | - |
| Antimonio | ICP | mg/l | 0,21 | - | - |
| Selenio | ICP | mg/l | 2,35 | - | - |
| Cobre | ICP | mg/l | 1,14 | - | - |


Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo
MC01-16

| | |
|---|--|
|  LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC | LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléf.: (03)2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR |
|---|--|

| | | | | | |
|-----------|-----|------|--------|---|---|
| Vanadio | ICP | mg/l | 0,34 | - | - |
| Estaño | ICP | mg/l | 6,06 | - | - |
| Magnesio | ICP | mg/l | 46,64 | - | - |
| Cobalto | ICP | mg/l | 0,04 | - | - |
| Níquel | ICP | mg/l | 6,67 | - | - |
| Berilio | ICP | mg/l | <0,06 | - | - |
| Estroncio | ICP | mg/l | 2,26 | - | - |
| Titanio | ICP | mg/l | 6,48 | - | - |
| Aluminio | ICP | mg/l | 117,39 | - | - |
| Boro | ICP | mg/l | 11,93 | - | - |
| Zinc | ICP | mg/l | 446,13 | - | - |
| Fósforo | ICP | mg/l | 735,13 | - | - |
| Silicio | ICP | mg/l | 38,20 | - | - |
| Litio | ICP | mg/l | <0,03 | - | - |
| Potasio | ICP | mg/l | 13,08 | - | - |
| Sodio | ICP | mg/l | 22,69 | - | - |
| Calcio | ICP | mg/l | 444,38 | - | - |
| Bario | ICP | mg/l | 1,01 | - | - |
| Hierro | ICP | mg/l | 174,75 | - | - |

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo
MC01-16

Página 2 de 3

| | |
|--|---|
|  <p>LABCESTTA Tecnología & Soluciones</p> <p>SGC</p> | <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléf.: (03)2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p> |
|--|---|

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

Ing. Marcela Erazo
JEFE DE LABORATORIO

COPIA

ANEXO B

ANÁLISIS QUÍMICO SEMICUANTITATIVO POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO CON MICROANÁLISIS DE RAYOS X, PASTILLA DE ADITIVO SÓLIDO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

Resultados de Análisis

Solicitante: Víctor Zambrano

Referencia: ST-6561

Fecha: 27/03/2014

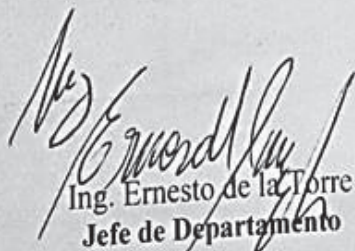
Muestras recibidas: Una muestra de aditivo en pastilla

Resultados Análisis químico semicuantitativo por
Microscopía Electrónica de Barrido con microanálisis de Rayos X

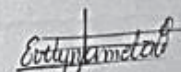
El análisis químico **semicuantitativo** de la muestra se realizó utilizando el microscopio electrónico de barrido Tescan-Vega, con microanalizador de rayos X Bruker.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

| Elementos | Análisis Aditivo (%) |
|---------------|----------------------------|
| Carbono (C) | 75,6 |
| Aluminio (Al) | 1,0 |


Ing. Ernesto de la Torre
Jefe de Departamento




Lcda. Evelyn Criollo
Jefe de Laboratorio

ANEXO C

ANÁLISIS PARA CARACTERIZACIÓN DE COMBUSTIBLE Y MEZCLA DE COMBUSTIBLE CON LOS ADITIVOS



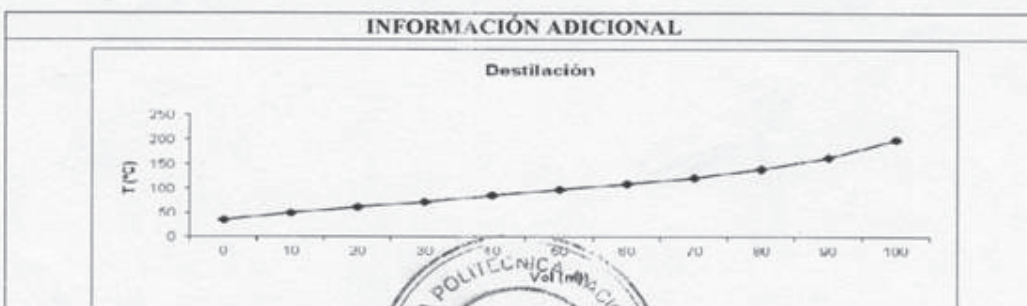
**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE PETRÓLEOS**

**REPORTE DE ANÁLISIS No. ALPEP 024-014
OT. 1520**

| INFORMACIÓN GENERAL | | | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------|
| CLIENTE | JUAN CARLOS ROCHA | | |
| MUESTRA | GASOLINA EXTRA | NUMERO DE MUESTRAS | 3 |
| FECHA RECEPCIÓN | 12-03-2014 | FECHA DE ENTREGA | 20-03-2014 |

| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------------|-------------|-----------|
| IDENTIFICACIÓN | CÓDIGO LABORATORIO | TIPO MUESTRA | TIPO ENVASE | CAPACIDAD |
| Gasolina Extra | LPM078-MAR | Gasolina | Metálico | 1 galón |

| RESULTADOS OBTENIDOS | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|------------|------------------------|--------------------------|----------------|
| MUESTRA | ENSAYO | NORMA | UNIDADES | VALOR NORMA ¹ | VALOR OBTENIDO |
| LPM078-MAR | Número de octano (RON) | ASTM D2699 | --- | 87 Mín. | 88.3 |
| | Ensayo de destilación: | INEN 926 | | | |
| | Temperatura del 10% | | °C | 70 Máx | 50 |
| | Temperatura del 50% | | °C | 77 a 121 | 99 |
| | Temperatura del 90% | | °C | 189 Máx | 163 |
| | Punto final | | °C | 215 Máx | 200 |
| | Residuo | | % V | 2.0 Máx | 1.5 |
| | Presión de vapor Reid | INEN 928 | Kpa | 60 Máx | 58.6 |
| | Corrosión a la lámina de cobre | INEN 927 | --- | No. 1 Máx | 1B |
| | Contenido de azufre | INEN 929 | ppm | 650 Máx | 169.0 |
| | Contenido de gomas | INEN 933 | mg/100 cm ³ | 3.0 Máx | 1.0 |



| | |
|---|---|
| Ing. Eduardo Rodríguez MSc. Jefe de Laboratorio de Petróleos | Ing. Luis Sinche Responsable de Laboratorio de Petróleos |
|---|---|

¹ Solo reportado cuando sea solicitada la comparación respectiva con la normativa vigente

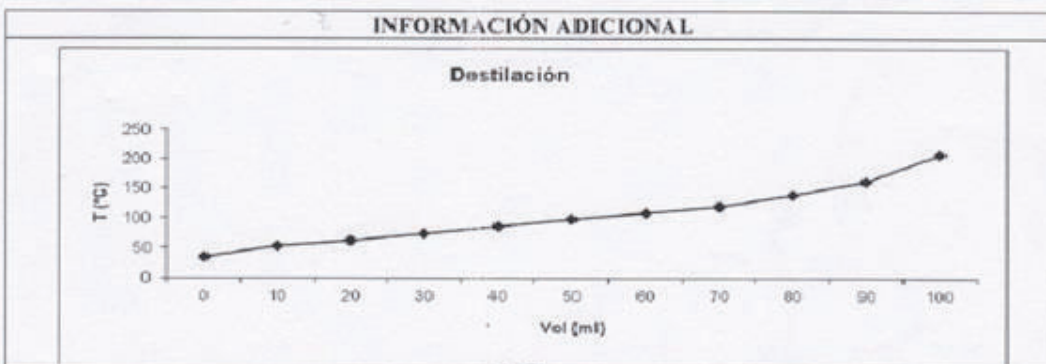


**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE PETRÓLEOS**

**REPORTE DE ANÁLISIS No. ALPEP 024-014
OT. 1520**

| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------|-------------|-----------|
| IDENTIFICACIÓN | CÓDIGO LABORATORIO | TIPO MUESTRA | TIPO ENVASE | CAPACIDAD |
| Gasolina Extra con aditivo sólido | LPM079-MAR | Gasolina | Metálico | 1 galón |

| RESULTADOS OBTENIDOS | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|------------------------|----------|--------------------------|----------------|
| MUESTRA | ENSAYO | NORMA | UNIDADES | VALOR NORMA ¹ | VALOR OBTENIDO |
| LPM079-MAR | Número de octano (RON) | ASTM D2699 | --- | 87 Mín. | 88.4 |
| | Ensayo de destilación: | INEN 926 | | | |
| | Temperatura del 10% | | °C | 70 Máx | 52 |
| | Temperatura del 50% | | °C | 77 a 121 | 98 |
| | Temperatura del 90% | | °C | 189 Máx | 161 |
| | Punto final | | °C | 215 Máx | 208 |
| | Residuo | | % V | 2.0 Máx | 0.6 |
| | Presión de vapor Reid | INEN 928 | Kpa | 60 Máx | 58.6 |
| | Corrosión a la lámina de cobre | INEN 927 | --- | No. 1 Máx | 1B |
| | Contenido de azufre | INEN 929 | ppm | 650 Máx | 165.3 |
| Contenido de gomas | INEN 933 | mg/100 cm ³ | 3.0 Máx | 0.9 | |



| | |
|--|---|
| Ing. Eduardo Rodríguez MSc Jefe de Laboratorio de Petróleos | Ing. Luis Sinche Responsable de Laboratorio de Petróleos |
|--|---|

¹ Solo reportado cuando sea solicitada la comparación respectiva con la normativa vigente

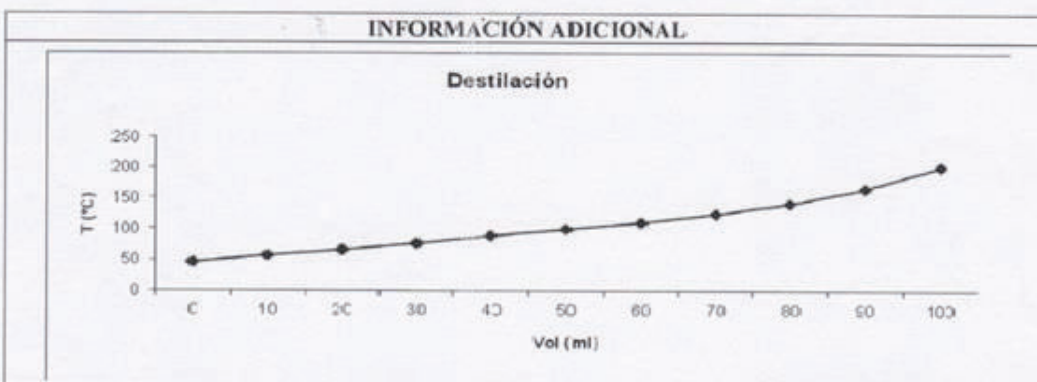


**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE PETRÓLEOS**

**REPORTE DE ANÁLISIS No. ALPEP 024-014
OT. 1520**

| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | | | | |
|------------------------------------|--------------------|--------------|-------------|-----------|
| IDENTIFICACIÓN | CÓDIGO LABORATORIO | TIPO MUESTRA | TIPO ENVASE | CAPACIDAD |
| Gasolina Extra con aditivo líquido | LPM080-MAR | Gasolina | Metálico | 1 galón |

| RESULTADOS OBTENIDOS | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|------------------------|----------|--------------------------|----------------|
| MUESTRA | ENSAYO | NORMA | UNIDADES | VALOR NORMA ¹ | VALOR OBTENIDO |
| LPM080-MAR | Número de octano (RON) | ASTM D2699 | --- | 87 Min. | 89.7 |
| | Ensayo de destilación: | INEN 926 | | | |
| | Temperatura del 10% | | °C | 70 Máx | 56 |
| | Temperatura del 50% | | °C | 77 a 121 | 100 |
| | Temperatura del 90% | | °C | 189 Máx | 165 |
| | Punto final | | °C | 215 Máx | 201 |
| | Residuo | | % V | 2.0 Máx | 1.2 |
| | Presión de vapor Reid | INEN 928 | Kpa | 60 Máx | 57.9 |
| | Corrosión a la lámina de cobre | INEN 927 | --- | No. 1 Máx | 1B |
| | Contenido de azufre | INEN 929 | ppm | 650 Máx | 193.9 |
| Contenido de gomas | INEN 933 | mg/100 cm ³ | 3.0 Máx | 1.0 | |



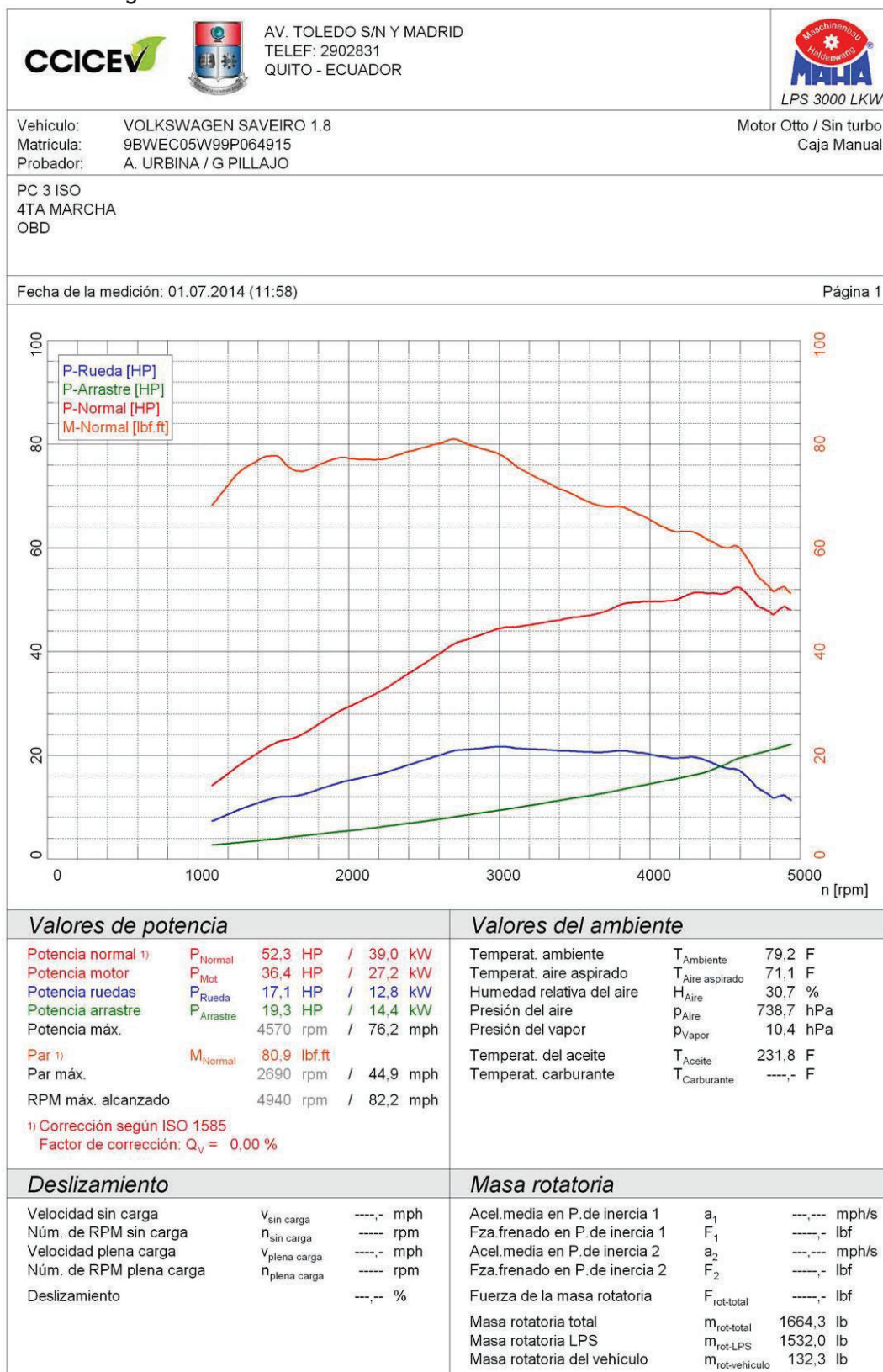
| | |
|--|--|
| Ing. Eduardo Rodríguez MSc. Jefe de Laboratorio de Petróleos | Ing. Luis Sinche Responsable de Laboratorio de Petróleos |
|--|--|

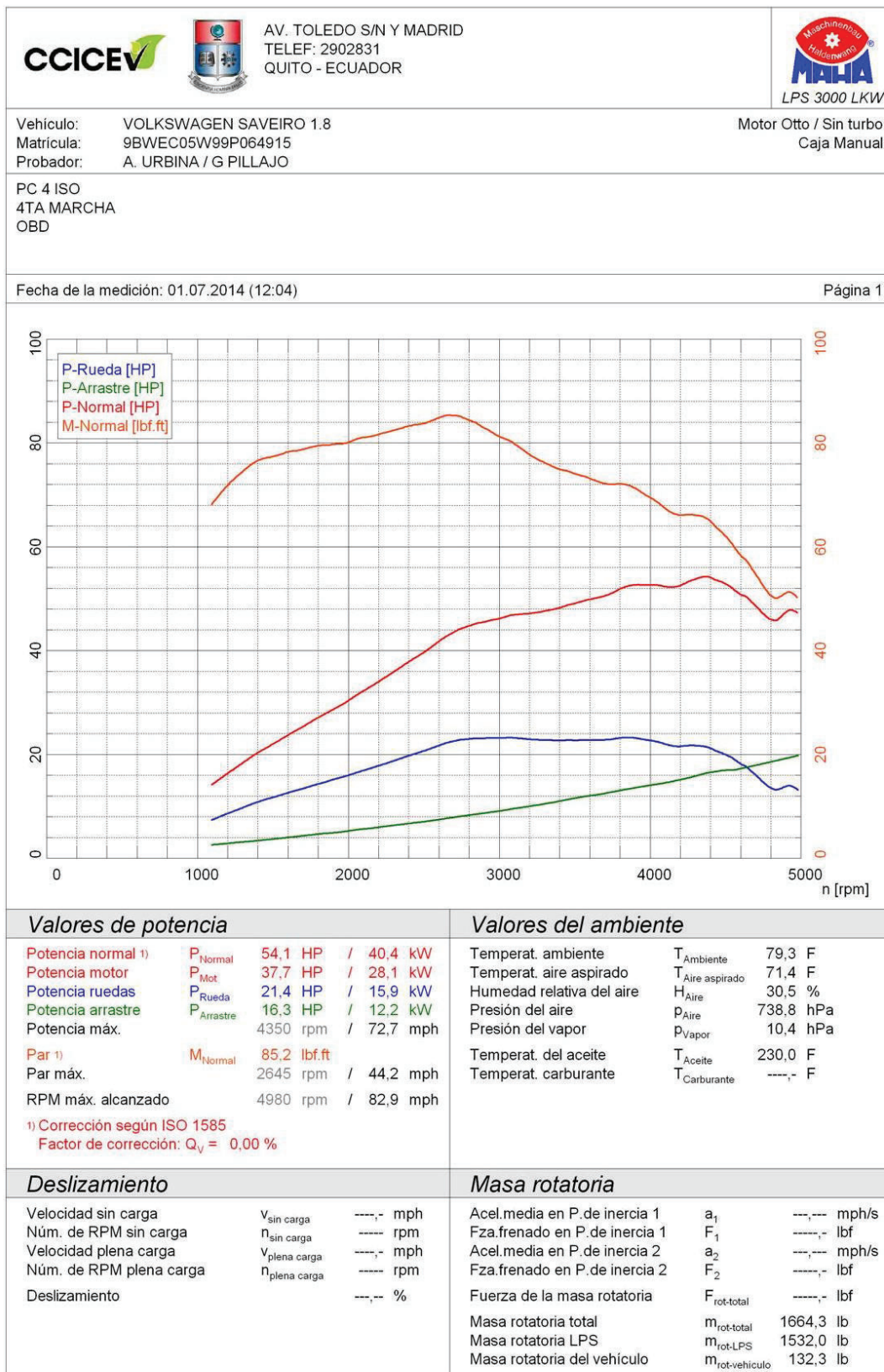
¹ Solo reportado cuando sea solicitada la comparación respectiva con la normativa vigente

ANEXO D

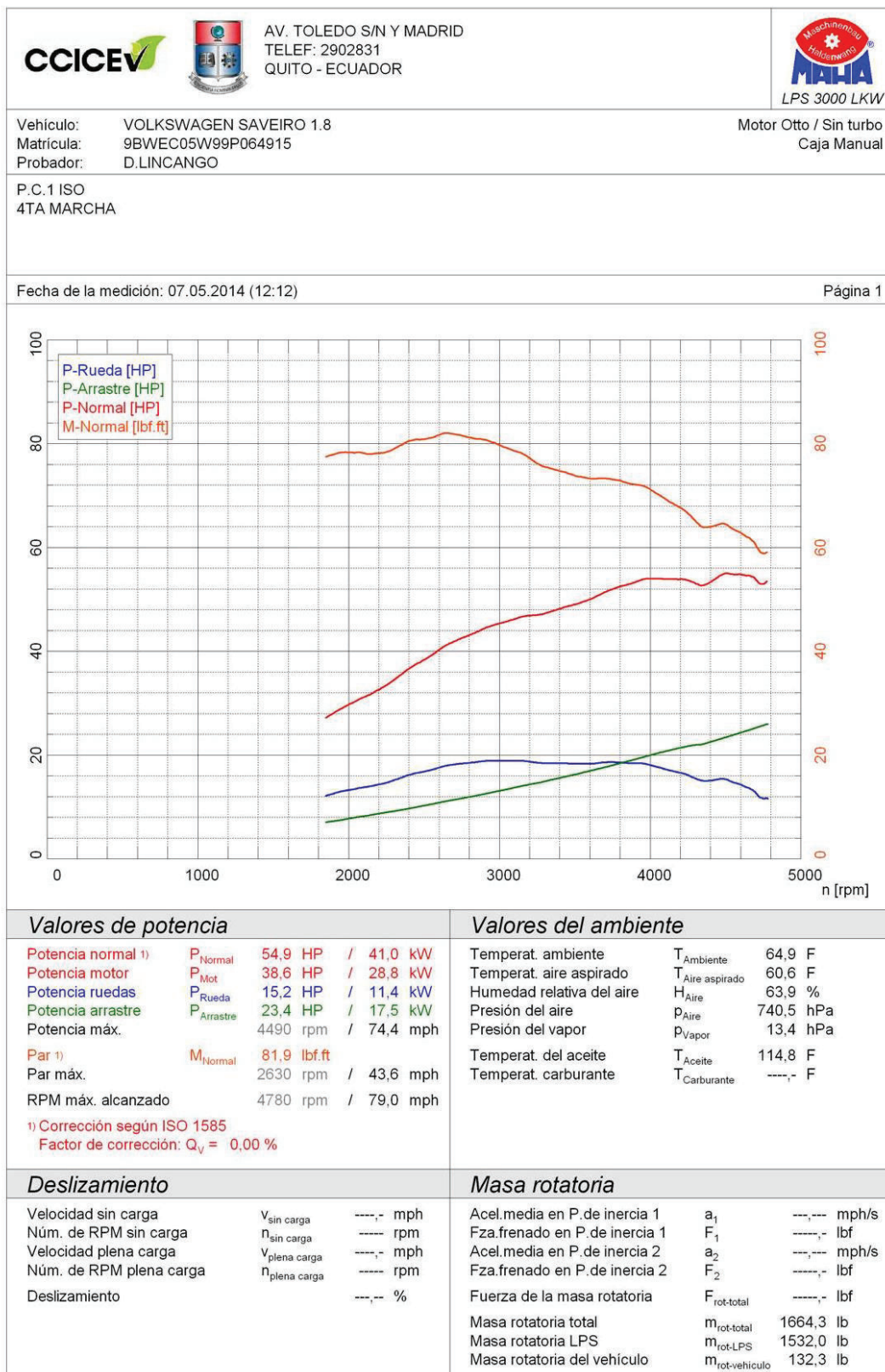
**PRUEBAS DE TORQUE Y POTENCIA DEL MOTOR VOLKSWAGEN
1.8 C.C.**

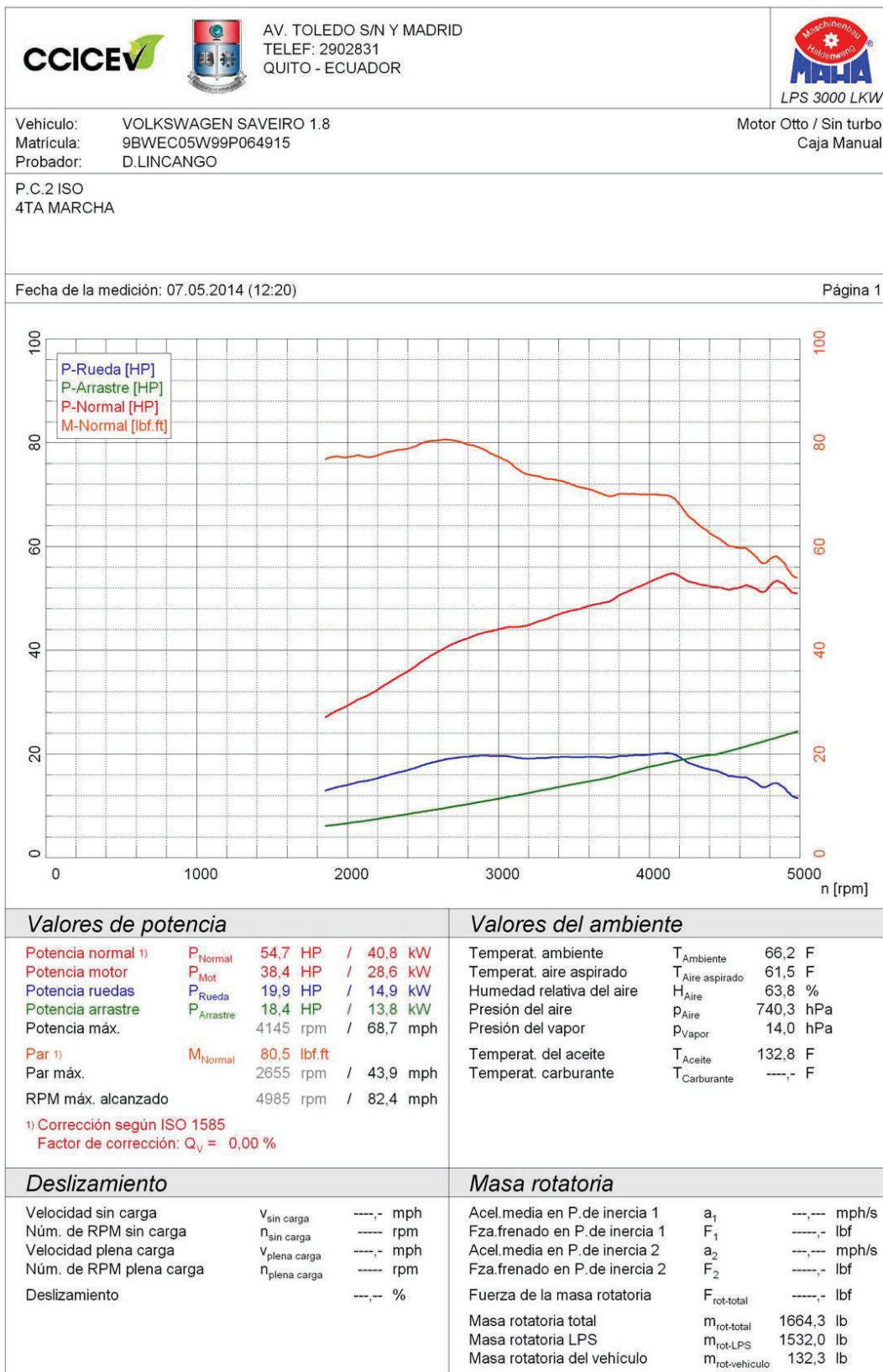
Análisis con gasolina extra



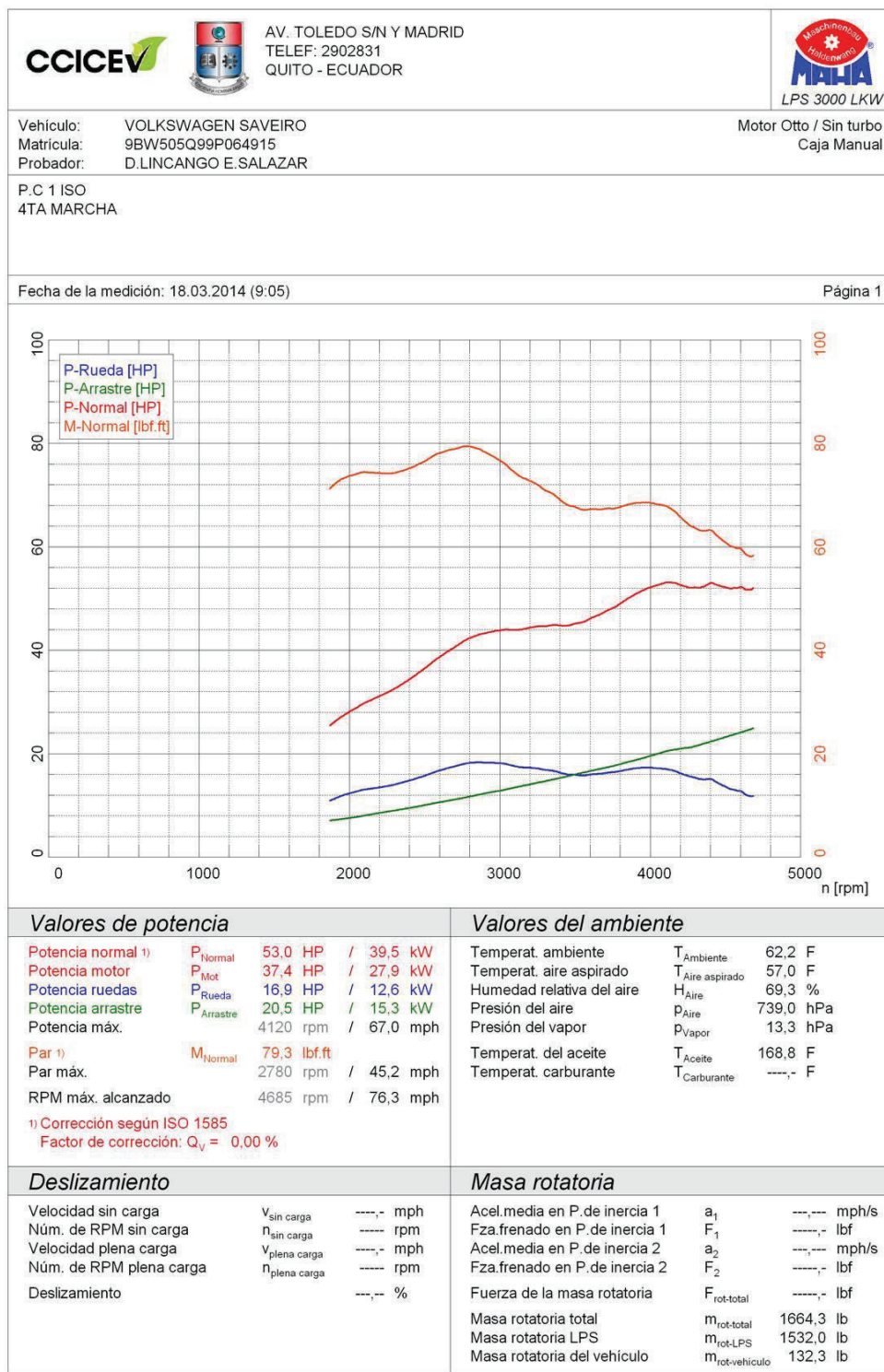


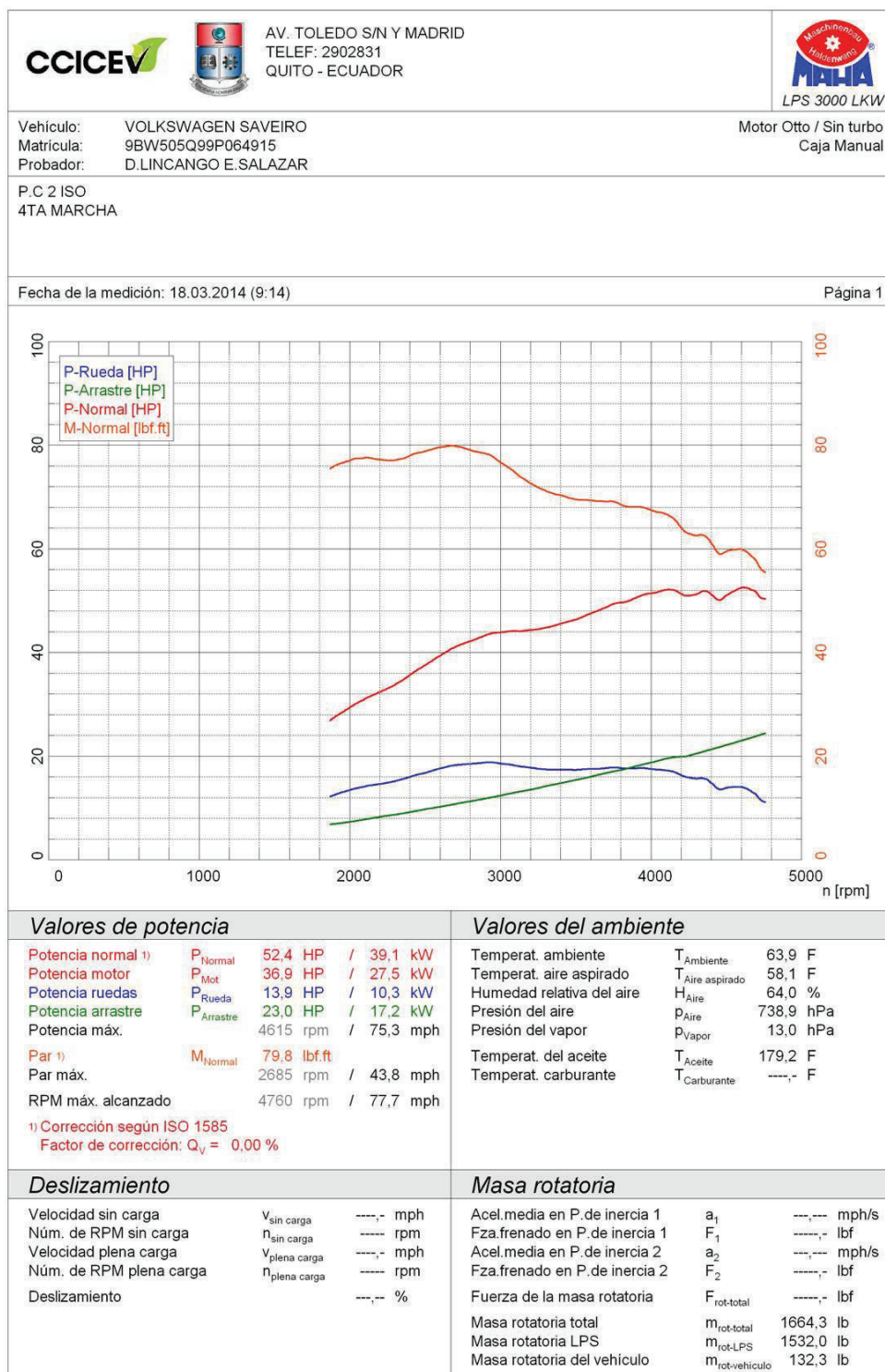
Análisis de gasolina extra con aditivo sólido





Análisis de gasolina extra con aditivo líquido





ANEXO E

PRUEBA DE EMISIONES CONTAMINANTES

Análisis de gases con gasolina extra

| Nombre Empresa: | | Auto | |
|------------------|--------------|-------------------------|----------------|
| Calle: | Modelo: | Auto | Auto |
| C.P., Ciudad: | Kilometraje: | Modelo: | Modelo: |
| Teléfono: | Fabricación: | Fabricación: | Fabricación: |
| Fecha de prueba: | 11/02/2014 | Tipo de Motor: | Tipo de Motor: |
| Hora de prueba: | 12:31 | Nº cilindros: | Nº cilindros: |
| Estado de carga: | vacío | Cantidad de cilindrada: | 2 |

| Analizador de Gases | | | |
|--------------------------|--------------|--------------|--|
| | Medición 1: | Medición 2: | |
| CO | 0,01 % Vol. | 0,01 % Vol. | |
| CO ₂ | 14,70 % Vol. | 14,80 % Vol. | |
| CO _{correctado} | 0,01 % Vol. | 0,01 % Vol. | |
| HC | 47 ppm | 27 ppm | |
| O ₂ | 0,30 % Vol. | 0,25 % Vol. | |
| NO _x | ---- ppm | ---- ppm | |
| Lambda | 1,012 | 1,010 | |
| Temperatura | --- °C | --- °C | |
| Nº rpm | 0 rpm | 0 rpm | |
| AFR | --,-- % | --,-- % | |
| Temp. aceite | 0 °C | 0 °C | |

| Nombre Empresa: | | Auto | |
|------------------|--------------|-------------------------|----------------|
| Calle: | Modelo: | Auto | Auto |
| C.P., Ciudad: | Kilometraje: | Modelo: | Modelo: |
| Teléfono: | Fabricación: | Fabricación: | Fabricación: |
| Fecha de prueba: | 11/02/2014 | Tipo de Motor: | Tipo de Motor: |
| Hora de prueba: | 12:31 | Nº cilindros: | Nº cilindros: |
| Estado de carga: | vacío | Cantidad de cilindrada: | 2 |

| Analizador de Gases | | | |
|--------------------------|--------------|--------------|--|
| | Medición 1: | Medición 2: | |
| CO | 0,02 % Vol. | 0,02 % Vol. | |
| CO ₂ | 14,70 % Vol. | 14,80 % Vol. | |
| CO _{correctado} | 0,02 % Vol. | 0,02 % Vol. | |
| HC | 21 ppm | 11 ppm | |
| O ₂ | 0,17 % Vol. | 0,09 % Vol. | |
| NO _x | ---- ppm | ---- ppm | |
| Lambda | 1,006 | 1,003 | |
| Temperatura | --- °C | --- °C | |
| Nº rpm | 0 rpm | 0 rpm | |
| AFR | --,-- % | --,-- % | |
| Temp. aceite | 0 °C | 0 °C | |

| Nombre | | EUROSYSTEM | |
|-----------------------|------------|------------------------|---------|
| Dirección | | V 1.06.019 | |
| Auto | | Auto | |
| Nombre/Empresa: | | Marcas: | XC20005 |
| Calle: | | Kilometraje: | |
| C.P./ Ciudad: | | Matriculación: | |
| Teléfono: | | Fabricante: | |
| Fecha de prueba: | 11/02/2014 | Tipo de Motor: | |
| Hora de prueba: | 12:51 | Nº cilindros: | 2 |
| Temperatura ambiente: | 16.0 | Cantidad de cilindros: | 2 |

| Analizador de Gases | | | |
|--------------------------|--------------|--------------|--|
| | Medición 1: | Medición 2: | |
| CO | 0,02 % Vol. | 0,02 % Vol. | |
| CO ₂ | 14,70 % Vol. | 14,70 % Vol. | |
| CO _{no quemado} | 0,02 % Vol. | 0,02 % Vol. | |
| HC | 16 ppm | 8 ppm | |
| O ₂ | 0,15 % Vol. | 0,12 % Vol. | |
| NO _x | ---- ppm | ---- ppm | |
| Lambda | 1,005 | 1,004 | |
| Temperatura | --- °C | --- °C | |
| Nº rpm | 0 rpm | 0 rpm | |
| AFR | --,-- % | --,-- % | |
| Temp. aceite | 0 °C | 0 °C | |

Análisis de gases de gasolina extra con aditivo líquido

| Nombre | | EUROSYSTEM | |
|-----------------------|------------|------------------------|---------|
| Dirección | | V 1.06.019 | |
| Auto | | Auto | |
| Nombre/Empresa: | | Marcas: | XC20005 |
| Calle: | | Kilometraje: | |
| C.P./ Ciudad: | | Matriculación: | |
| Teléfono: | | Fabricante: | |
| Fecha de prueba: | 18/03/2014 | Tipo de Motor: | |
| Hora de prueba: | 9:30 | Nº cilindros: | 2 |
| Temperatura ambiente: | 16.0 | Cantidad de cilindros: | 2 |

| Analizador de Gases | | | |
|--------------------------|--------------|--------------|--|
| | Medición 1: | Medición 2: | |
| CO | 0,02 % Vol. | 0,01 % Vol. | |
| CO ₂ | 14,80 % Vol. | 14,90 % Vol. | |
| CO _{no quemado} | 0,02 % Vol. | 0,01 % Vol. | |
| HC | 24 ppm | 10 ppm | |
| O ₂ | 0,30 % Vol. | 0,21 % Vol. | |
| NO _x | ---- ppm | ---- ppm | |
| Lambda | 1,012 | 1,009 | |
| Temperatura | --- °C | --- °C | |
| Nº rpm | 2490 rpm | 910 rpm | |
| AFR | --,-- % | --,-- % | |
| Temp. aceite | --- °C | --- °C | |

| Nombre: Dirección: | | EUROSYSTEM V 1.04.019 | |
|----------------------------|--------------------|--------------------------|----------|
| Auto | | Auto | |
| Nombre/Empresa: | Modelo: | Auto | SC200015 |
| Calle: | Referencia: | | |
| C.P./Ciudad: | Matriculación: | | |
| Teléfono: | Fabricante: | | |
| Fecha de prueba: | Tipado/Válida: | | |
| Hora de prueba: | Nº gases: | | |
| Estado de carga: | Cantidad de gases: | | 2 |
| Analizador de Gases | | | |
| | Medición 1: | Medición 2: | |
| CO | 0,02 % Vol. | 0,01 | % Vol. |
| CO ₂ | 14,90 % Vol. | 14,90 | % Vol. |
| CO _{correctado} | 0,02 % Vol. | 0,01 | % Vol. |
| HC | 23 ppm | 0 | ppm |
| O ₂ | 0,29 % Vol. | 0,20 | % Vol. |
| NO _x | ---- ppm | ---- | ppm |
| Lambda | 1,012 | 1,009 | |
| Temperatura | --- °C | --- | °C |
| Nº rpm | 2450 rpm | 920 | rpm |
| AFR | --,-- % | --,-- | % |
| Temp. aceite | --- °C | --- | °C |

| Nombre: Dirección: | | EUROSYSTEM V 1.04.019 | |
|----------------------------|--------------------|--------------------------|----------|
| Auto | | Auto | |
| Nombre/Empresa: | Modelo: | Auto | SC200015 |
| Calle: | Referencia: | | |
| C.P./Ciudad: | Matriculación: | | |
| Teléfono: | Fabricante: | | |
| Fecha de prueba: | Tipado/Válida: | | |
| Hora de prueba: | Nº gases: | | |
| Estado de carga: | Cantidad de gases: | | 2 |
| Analizador de Gases | | | |
| | Medición 1: | Medición 2: | |
| CO | 0,01 % Vol. | 0,00 | % Vol. |
| CO ₂ | 14,60 % Vol. | 14,60 | % Vol. |
| CO _{correctado} | 0,01 % Vol. | 0,00 | % Vol. |
| HC | 32 ppm | 12 | ppm |
| O ₂ | 0,29 % Vol. | 0,29 | % Vol. |
| NO _x | ---- ppm | ---- | ppm |
| Lambda | 1,012 | 1,013 | |
| Temperatura | --- °C | --- | °C |
| Nº rpm | 2510 rpm | 0 | rpm |
| AFR | --,-- % | --,-- | % |
| Temp. aceite | --- °C | --- | °C |

Análisis de gases de gasolina extra con aditivo sólido

| Auto | | Auto | |
|------------------|------------|-------------------|------------|
| Nombre/Empresa: | | Matrícula: | WV SAVEIRO |
| Calle: | | Kilometraje: | |
| C.P. Ciudad: | | Matriculación: | |
| Teléfono: | | Fabricante: | |
| Fecha de prueba: | 07/05/2014 | Tipo de Vehic.: | |
| Hora de prueba: | 12:22 | Nº chasis: | |
| Estado de carga: | vacio | Cantidad de ejes: | 2 |

| Analizador de Gases | | | |
|-------------------------|--------------|--|--------------|
| | Medición 1: | | Medición 2: |
| CO | 0,02 % Vol. | | 0,01 % Vol. |
| CO ₂ | 14,70 % Vol. | | 14,80 % Vol. |
| CO _{corregido} | 0,02 % Vol. | | 0,01 % Vol. |
| HC | 33 ppm | | 11 ppm |
| O ₂ | 0,23 % Vol. | | 0,09 % Vol. |
| NO _x | ---- ppm | | ---- ppm |
| Lambda | 1,009 | | 1,003 |
| Temperatura | --- °C | | --- °C |
| Nº rpm | 2470 rpm | | 920 rpm |
| AFR | --,-- % | | --,-- % |
| Temp. aceite | --- °C | | --- °C |

| Auto | | Auto | |
|------------------|------------|-------------------|------------|
| Nombre/Empresa: | | Matrícula: | WV SAVEIRO |
| Calle: | | Kilometraje: | |
| C.P. Ciudad: | | Matriculación: | |
| Teléfono: | | Fabricante: | |
| Fecha de prueba: | 07/05/2014 | Tipo de Vehic.: | |
| Hora de prueba: | 12:22 | Nº chasis: | |
| Estado de carga: | vacio | Cantidad de ejes: | 2 |

| Analizador de Gases | | | |
|-------------------------|--------------|--|--------------|
| | Medición 1: | | Medición 2: |
| CO | 0,02 % Vol. | | 0,01 % Vol. |
| CO ₂ | 14,70 % Vol. | | 14,80 % Vol. |
| CO _{corregido} | 0,02 % Vol. | | 0,01 % Vol. |
| HC | 35 ppm | | 6 ppm |
| O ₂ | 0,09 % Vol. | | 0,08 % Vol. |
| NO _x | ---- ppm | | ---- ppm |
| Lambda | 1,002 | | 1,003 |
| Temperatura | --- °C | | --- °C |
| Nº rpm | 2520 rpm | | 920 rpm |
| AFR | --,-- % | | --,-- % |
| Temp. aceite | --- °C | | --- °C |



| Auto | | Auto | |
|------------------|------------|-------------------|------------|
| Nombre/Empresa: | | Matricula: | WV SAVEIRO |
| Calle: | | Kilometraje: | |
| C.P. Ciudad: | | Matriculación: | |
| Teléfono: | | Fabricante: | |
| Fecha de prueba: | 07/02/2014 | Tipo de Vehic.: | |
| Hora de prueba: | 12:22 | Nº chasis: | |
| Estado de carga: | vacio | Cantidad de ejes: | 2 |

Analizador de Gases

| | Medición 1: | Medición 2: |
|--------------------------|--------------|--------------|
| CO | 0,02 % Vol. | 0,01 % Vol. |
| CO ₂ | 14,70 % Vol. | 14,70 % Vol. |
| CO _{correctado} | 0,02 % Vol. | 0,01 % Vol. |
| HC | 20 ppm | 3 ppm |
| O ₂ | 0,08 % Vol. | 0,09 % Vol. |
| NO _x | ---- ppm | ---- ppm |
| Lambda | 1,002 | 1,003 |
| Temperatura | --- °C | --- °C |
| Nº rpm | 2500 rpm | 920 rpm |
| AFR | --,-- % | --,-- % |
| Temp. aceite | --- °C | --- °C |

ANEXO F

PRUEBAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

| | | | |
|---|------------------------|--|---------------------------|
|  | LABORATORIO DE PRUEBAS |  | Código: CCICEV/LP/IT |
| | INFORME TÉCNICO | | Rev. 1/1 Página 1 de 3 |

Quito, 17 de Diciembre de 2014



RESULTADOS PRUEBAS TESIS

1. ESPECIFICACIONES DEL AUTOMOTOR

El automotor se recibió en buenas condiciones, conforme al acta Entrega Recepción CCICEV/RERV.

Tabla 1. Ficha de especificaciones

| MARCA | | WOLKSWAGEN | |
|---|----------|-----------------------------|------------------------|
| MODELO | | SAVEIRO POWER 1.8 2P 5W90F4 | |
| Año | | 2009 | |
| Placa - Chasis N° | | 9BWECO5W99P064315 | |
| Kilometraje | | 133123 | |
|  | MOTOR | Marca | WOLKSWAGEN |
| | | Posición | DELANTERO LONGITUDINAL |
| | | Cilindros | 4 EN LÍNEA |
| | | Desplazamiento | 1800cc |
| | | Max. Potencia | 73 Kw @ 5250 rpm |
| | | Max Torque | 152Nm @3000rpm |
| | | Enfriamiento | REFRIGERANTE |
| | | Sistema alimentación | MPI |
| | | Tipo de aspiración | ATMOSFÉRICO |
| | | Emisiones | CATALIZADOR |
| Combustible | GASOLINA | | |
| Transmisión | | MANUAL (5+1R) | |
| Tipo de tracción | | 4X2 DELANTERO | |
| Relación de transmisión directa | | 4° 1.000 | |
| Neumáticos | | GENERAL TIRE 185/65R14 | |

| | | | |
|---|------------------------|---|---------------------------|
|  | LABORATORIO DE PRUEBAS |  | Código: CCICEV/LP/TT |
| | INFORME TÉCNICO | | Rev. 1/1 Página 2 de 3 |

1. CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Tabla 2. Resultados de consumo de combustible (Gasolina extra)



| TRAMOS | INICIO | FINAL | CONSUMO DE COMBUSTIBLE | | | DISTANCIA TOTAL (km) | VELOCIDAD | |
|--------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------|---------|----------------------|---------------|--------------|
| | | | INICIO [h] | FINAL [h] | CONSUMO | | MÁXIMA (km/h) | MEDIA (km/h) |
| A | CCICEV | Subida a Gulpulo | 5 | 2,11 | 2,89 | 16,4 | 88,5 | 52,8 |
| B | Subida a Gulpulo | CCICEV | | | | 14 | 55,2 | 55,2 |
| C | CCICEV | Subida a Gulpulo | 5 | 2,10 | 2,90 | 16,5 | 89,3 | 89,3 |
| D | Subida a Gulpulo | CCICEV | | | | 14,3 | 58,4 | 58,4 |
| Rendimiento Tramo A-B (km/gal) | | 39,819 | Rendimiento total (km/gal) | | | | | |
| Rendimiento Tramo C-D (km/gal) | | 40,204 | 40,011 | | | | | |

Tabla 3. Resultados de consumo de combustible (Gasolina + aditivo líquido)

| TRAMOS | INICIO | FINAL | CONSUMO DE COMBUSTIBLE | | | DISTANCIA TOTAL (km) | VELOCIDAD | |
|--------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------|---------|----------------------|---------------|--------------|
| | | | INICIO [h] | FINAL [h] | CONSUMO | | MÁXIMA (km/h) | MEDIA (km/h) |
| A | CCICEV | Subida a Gulpulo | 5 | 2,24 | 2,76 | 16,4 | 88 | 54,1 |
| B | Subida a Gulpulo | CCICEV | | | | 14,1 | 57,8 | 17 |
| C | CCICEV | Subida a Gulpulo | 5 | 2,18 | 2,82 | 16,3 | 88,6 | 54,4 |
| D | Subida a Gulpulo | CCICEV | | | | 14 | 51,5 | 9,1 |
| Rendimiento Tramo A-B (km/gal) | | 41,832 | Rendimiento total (km/gal) | | | | | |
| Rendimiento Tramo C-D (km/gal) | | 40,673 | 41,252 | | | | | |

Tabla 4. Resultados de consumo de combustible (Gasolina + Aditivo Sólido)

| TRAMOS | INICIO | FINAL | CONSUMO DE COMBUSTIBLE | | | DISTANCIA TOTAL (km) | VELOCIDAD | |
|--------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------|---------|----------------------|---------------|--------------|
| | | | INICIO [h] | FINAL [h] | CONSUMO | | MÁXIMA (km/h) | MEDIA (km/h) |
| A | CCICEV | Subida a Gulpulo | 5 | 2,19 | 2,81 | 16,3 | 89,5 | 52,9 |
| B | Subida a Gulpulo | CCICEV | | | | 14 | 56,5 | 5,3 |
| C | CCICEV | Subida a Gulpulo | 5 | 2,32 | 2,68 | 16,4 | 85,7 | 52,3 |
| D | Subida a Gulpulo | CCICEV | | | | 14 | 66 | 33,51 |
| Rendimiento Tramo A-B (km/gal) | | 40,818 | Rendimiento total (km/gal) | | | | | |
| Rendimiento Tramo C-D (km/gal) | | 42,939 | 41,878 | | | | | |

| | | | |
|---|------------------------|--|----------------------|
|  | LABORATORIO DE PRUEBAS |  | Código: CCICEV/LP/IT |
| | INFORME TÉCNICO | | Rev. 1/1 |
| | | | Página 3 de 3 |

2. ANÁLISIS DE RESULTADOS CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Tabla 7. Comparación de consumo en ciclo combinado (ciudad-carretera)

| Parámetro | EXTRA | Gasolina+Aditivo solido | Gasolina+Aditivo Líquido |
|------------------|--------|-------------------------|--------------------------|
| Consumo (Km/gal) | 40,011 | 41,252 | 41,878 |

Atentamente,



Ing. Giovanni Pillajo Q. M.Sc
JEFE DE LABORATORIO DE PRUEBAS
CCICEV

ANEXO G

NORMAS INEN



Quito - Ecuador

ENMIENDA

(2012-06-27)

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 935:2012
Octava revisión

GASOLINA. REQUISITOS

Primera edición

GASOLINE. REQUIREMENTS

First edition

En la página 2, tabla 1

Dice:

| REQUISITOS | UNIDAD | Mínimo | Máximo | Método de ensayo |
|-------------|--------|--------|--------|------------------|
| Punto final | °C | -- | 215 | NTE INEN 926 |

Debe decir:

| REQUISITOS | UNIDAD | Mínimo | Máximo | Método de ensayo |
|-------------|--------|--------|--------|------------------|
| Punto final | °C | -- | 220 | NTE INEN 926 |

DESCRIPTORES: Productos del petróleo, combustibles líquidos, gasolina, requisitos.
PE 02.02-402
CDU: 662.753.12:621.443:629.113
CIU: 3530
ICS: 75.160.20



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 935:2012
Octava revisión

GASOLINA. REQUISITOS

Primera Edición

GASOLINE. REQUIREMENTS

First Edition

DESCRIPTORES: Productos del petróleo, combustibles líquidos, gasolina, requisitos.
PE 02.02-402
CDU: 662.753.12:621.443:629.113
CIU: 3530
ICS: 75.160.20

| | | |
|---|--------------------------------|--|
| Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria | GASOLINA REQUISITOS | NTE INEN 935:2012 Octava revisión 2012-05 |
| <p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la gasolina destinada al uso en motores de ciclo de Otto.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las gasolinas que se comercializan en el país sean de producción nacional o importada, exceptuando la gasolina de aviación.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2341 y las que a continuación se detallan:</p> <p>3.1.1 Gasolina. Mezcla de hidrocarburos relativamente volátiles, libres de agua, sedimento y de material sólido en suspensión.</p> <p>3.1.2 Gasolina oxigenada. Mezcla de carburantes constituida por una fracción de derivado de petróleo de carácter volátil con un compuesto líquido que en su molécula contiene oxígeno y en proporciones específicas, destinada a utilizarse como combustible para motores de ciclo de Otto.</p> <p>3.1.4 RON. Siglas del idioma inglés (Research Octane Number) que identifica al método para cuantificar el número de octano de una gasolina, mediante el procedimiento normalizado, conocido como "Research".</p> <p>3.1.5 MON. Siglas del idioma inglés (Motor Octane Number) que identifica el método para cuantificar el número de octano de una gasolina, mediante el procedimiento normalizado conocido como "Motor".</p> <p>3.1.6 Índice antidetonante (IAD). Conocido también como índice de octano. Es la semisuma del número de octano obtenido por el método Research (RON) y el número de octano obtenido por el método Motor (MON).</p> $IAD = \frac{MON + RON}{2}$ <p style="text-align: center;">4. CLASIFICACIÓN</p> <p>4.1 Las gasolinas de acuerdo con su octanaje se clasifican en dos tipos:</p> <p>4.1.1 Gasolina de 87 Octanos (RON).</p> <p>4.1.2 Gasolina de 92 Octanos (RON).</p> <p style="text-align: center;">5. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>5.1 El producto observado a simple vista debe ser límpido, exento de agua y de materiales en suspensión.</p> <p>5.2 A las gasolinas no se deben agregar aditivos mejoradores de octanaje, órgano-metálicos que contengan hierro, manganeso y plomo.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Productos del petróleo, combustibles líquidos, gasolina, requisitos.</p> | | |

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 La gasolina de 87 Octanos (RON) debe cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1.

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

| REQUISITOS | UNIDAD | Mínimo | Máximo | Método de ensayo |
|---|------------------------|--------|-----------------------------|--|
| Número de octano Research | RON ^J | 87,0 | - | NTE INEN 2102 |
| Destilación : | | | | NTE INEN 926 |
| 10% | °C | -- | 70 | |
| 50% | °C | 77 | 121 | |
| 90% | °C | -- | 189 | |
| Punto final | °C | -- | 215 | |
| Residuo de destilación φ_r | % | -- | 2 | |
| Relación vapor – líquido, a 60°C , V/L | -- | -- | 20 | NTE INEN 932 ASTM D5 188 ^D |
| Presión de vapor | kPa ^A | -- | 60 ^B | NTE INEN 928 ^C ASTM D 4953 ASTM D 5191 ^D |
| Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50°C) | -- | -- | 1 | NTE INEN 927 |
| Contenido de gomas | mg/100 cm ³ | -- | 3,0 | NTE INEN 933 |
| Contenido de azufre | ppm | -- | 650 | NTE INEN 929 ASTM D4 294 ^D |
| Contenido de aromáticos, φ_a | % | -- | 30,0 | NTE INEN 2252 ^D ASTM D6730 |
| Contenido de benceno, φ_b | % | -- | 1,0 | ASTM D 3606 ^C ASTM D 5580 ^D ASTM D 6277 ASTM D 6730 |
| Contenido de olefinas, φ_o | % | -- | 18,0 | NTE INEN 2252 ^D ASTM D 6730 |
| Estabilidad a la oxidación | min. | 240 | -- | NTE INEN 934 ^D ASTM D 7525 |
| Contenido de oxígeno, W_{O_2} | % | -- | 2,7 ^E | ASTM D 4815 ^D ASTM D 5845 ASTM D 6730 |
| Contenido de plomo | mg/l | -- | No detectado _{F,G} | ASTM D 3237 ASTM D 5185 |
| Contenido de manganeso | mg/l | -- | No detectado _{F,H} | ASTM D 3831 ASTM D 5185 |
| Contenido de hierro | mg/l | -- | No detectado _{F,I} | ASTM D 5185 |

^A 1 kPa \approx 0,01 kgf/cm² \approx 0,10 N/cm² \approx 0,145 kgf/pul².

^B En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor puede llegar hasta 62 kPa.

^C Método de ensayo utilizado para combustible gasolina sin etanol.

^D Este método es considerado el método dirimente para los casos de arbitraje o peritación.

^E El equivalente en masa de etanol anhidro agregado a la mezcla.

^F Sin adición intencional.

^G No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3237.

^H No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3831.

^I No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 5185.

^J No existe unidad del Sistema Internacional.

φ Porcentaje en volumen.

W Porcentaje en masa.

(Continúa)

6.1.2 La gasolina 92 Octanos (RON) debe cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos de la gasolina 92 Octanos (RON)

| REQUISITOS | UNIDAD | MÍNIMO | MÁXIMO | MÉTODO DE ENSAYO |
|---|------------------------|--------|-----------------------------|--|
| Número de octano Research | RON ^J | 92,0 | -- | NTE INEN 2102 |
| Destilación : | | | | NTE INEN 926 |
| 10% | °C | -- | 70 | |
| 50% | °C | 77 | 121 | |
| 90% | °C | -- | 190 | |
| Punto final | °C | -- | 220 | |
| Residuo de destilación φ_r | % | -- | 2 | |
| Relación vapor – líquido, a 60°C, V/L | -- | -- | 20 | NTE INEN 932 ASTM D 5188 ^D |
| Presión de vapor | kPa ^A | -- | 60 ^B | NTE INEN 928 ^C ASTM D 4953 ASTM D 5191 ^D |
| Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50°C) | -- | -- | 1 | NTE INEN 927 |
| Contenido de gomas | mg/100 cm ³ | -- | 4,0 | NTE INEN 933 |
| Contenido de azufre | ppm | -- | 650 | NTE INEN 929 ASTM D 4294 ^D |
| Contenido de aromáticos, φ_a | % | -- | 35,0 | NTE INEN 2252 ^D ASTM D 6730 |
| Contenido de benceno, φ_b | % | -- | 2,0 | ASTM D 3606 ^C ASTM D 5580 ^D ASTM D 6277 ASTM D 6730 |
| Contenido de olefinas, φ_o | % | -- | 25,0 | NTE INEN 2252 ^D ASTM D 6730 |
| Estabilidad a la oxidación | min. | 240 | -- | NTE INEN 934 ASTM D 7525 |
| Contenido de oxígeno, W _{O2} | % | | 2,7 ^E | ASTM D 4815 ^D ASTM D 5845 |
| Contenido de plomo | mg/l | -- | No detectado _{F,G} | ASTM D 3237 ASTM D 5185 |
| Contenido de manganeso | mg/l | -- | No detectado _{F,H} | ASTM D 3831 ASTM D 5185 |
| Contenido de hierro | mg/l | -- | No detectado _{F,I} | ASTM D 5185 |

^A 1 kPa \approx 0,01 kgf/cm² \approx 0,10 N/cm² \approx 0,145 kgf/pul².
^B En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor puede llegar hasta 62 kPa.
^C Método de ensayo utilizado para combustible gasolina sin etanol.
^D Este método es considerado el método dirimente para los casos de arbitraje o peritación.
^E El equivalente en masa de etanol anhidro agregado a la mezcla.
^F Sin adición intencional.
^G No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3237.
^H No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3831.
^I No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 5185.
^J No existe unidad del Sistema Internacional.
 φ Porcentaje en volumen.
^W Porcentaje en masa.

(Continúa)

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 El transporte, almacenamiento y manejo de la gasolina debe realizarse de conformidad con lo establecido en la norma NTE INEN 2266, el Reglamento de Seguridad y operación para el transporte de combustibles en el Ecuador, el Reglamento para autorización de actividades de comercialización de combustibles líquidos derivados de petróleo, el Reglamento para ejecutar las actividades de almacenamiento, transporte, comercialización y venta al público de los derivados del petróleo y el Decreto Ejecutivo sobre la comercialización y distribución de combustibles líquidos derivados de hidrocarburos y gas licuado de petróleo.

6.2.2 La comercialización debe realizarse en m³, sus múltiplos y submúltiplos (litros), de acuerdo a lo dispuesto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

6.2.3 Tanto el productor como el comercializador deben cumplir con lo establecido en el Reglamento Sustitutivo al Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE, Decreto Ejecutivo 1215) y lo establecido en el Texto Unificado de Legislación *Secundaria del Ministerio del Ambiente* (TULMAS).

7. INSPECCIÓN

7.1 La toma, almacenamiento y transporte de muestras para la inspección de calidad, debe realizarse de acuerdo a lo dispuesto en la NTE INEN 2336.

7.2 Muestreo. El muestreo, inspección y recepción debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 930.

7.3 Aceptación o rechazo

7.3.1 A la muestra extraída debe efectuarse los ensayos indicados en el numeral 6.1 de esta norma.

7.3.2 Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en el numeral 6.1 de esta norma, debe rechazarse el lote correspondiente.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

| | |
|---|---|
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 926 | <i>Productos de petróleo. Ensayo de destilación.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 927 | <i>Productos de petróleo. Determinación de la corrosión sobre la lámina de cobre.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 928 | <i>Productos de petróleo. Determinación de la presión de vapor Reid.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 929 | <i>Productos de petróleo. Determinación del contenido de azufre. Método de la lámpara.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 930 | <i>Petróleo crudo y sus derivados. Muestreo.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 932 | <i>Gasolina. Determinación de la relación vapor - líquido.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 933 | <i>Gasolinas. Determinación del contenido de gomas.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 934 | <i>Gasolinas. Determinación de la estabilidad a la oxidación de la gasolina. Método del período de inducción.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2102 | <i>Derivados del petróleo. Gasolina. Determinación de las características antidetonantes. Método Research (RON).</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2252 | <i>Productos derivados del petróleo. Determinación del tipo de hidrocarburos de concentraciones especificadas en productos líquidos de petróleo mediante el indicador de adsorción fluorescente.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266 | <i>Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos. Requisitos.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2336 | <i>Productos derivados del petróleo. Procedimiento para la inspección de calidad de los derivados del petróleo.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2341 | <i>Derivados del petróleo. Productos relacionados con el petróleo y afines. Definiciones.</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2478 | <i>Etanol anhidro grado carburante. Requisitos.</i> |
| Norma ASTM D 3237 | <i>Standard Test Method for Lead in Gasoline by Atomic Absorption Spectroscopy</i> |
| Norma ASTM D 3606 | <i>Standard Test Method for Determination of Benzene and Toluene in Finished Motor and Aviation Gasoline by Gas Chromatography</i> |
| Norma ASTM D 3831 | <i>Standard Test Method for Manganese in Gasoline By Atomic Absorption Spectroscopy</i> |
| Norma ASTM D 4294 | <i>Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products and Petroleum Products by Energy Dispersive Xray Fluorescence Spectrometry</i> |
| Norma ASTM D 4815 | <i>Standard Test Method for Determination of MTBE, ETBE, TAME, DIPE, tertiary Amyl Alcohol and C₁ to C₄ Alcohols in Gasoline by Gas Chromatography</i> |
| Norma ASTM D 4953 | <i>Standard Test Method for Vapor Pressure of Gasoline and Gasoline Oxygenate Blends (Dry Method)</i> |
| Norma ASTM D 5185 | <i>Standard Test Method for Determination of Additive Elements, Wear Metals, and Contaminants in Used Lubricating Oils and Determination of Selected Elements in Base Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP AES)</i> |

Continúa)

| | |
|---|---|
| Norma ASTM D 5188 | <i>Standard Test Method for Vapor-Liquid Ratio Temperature Determination of Fuels (Evacuated Chamber Method)</i> |
| Norma ASTM D 5191 | <i>Standard Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Mini Method)</i> |
| Norma ASTM D 5580 | <i>Standard Test Method for Determination of Benzene, Toluene, Ethylbenzene, p/m-Xylene, o-Xylene, C9 and Heavier Aromatics, and Total Aromatics in Finished Gasoline by Gas Chromatography</i> |
| Norma ASTM D 5845 | <i>Standard Test Method for Determination of MTBE, ETBE, TAME, DIPE, Methanol, Ethanol and tert-Butanol in Gasoline by Infrared Spectroscopy</i> |
| Norma ASTM D 6277 | <i>Standard Test Method for Determination of Benzene in Spark-Ignition Engine Fuels Using Mid Infrared Spectroscopy</i> |
| Norma ASTM D 6730 | <i>Standard Test Method for Determination of Individual Components in Spark Ignition Engine Fuels by 100-Metre Capillary (with Precolumn) High-Resolution Gas Chromatography</i> |
| Norma ASTM D 7525 | <i>Standard Test Method for Oxidation Stability of Spark Ignition Fuel; Rapid Small Scale Oxidation Test (RSSOT)</i> |
| Registro Oficial No. 26 del 22 de febrero del 2007 y Registro Oficial No. 351 Suplementos del 29 de diciembre del 2010. | <i>Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad</i> |
| Acuerdo Ministerial No. 184, Registro Oficial No. 135 del 24 de febrero de 1999. | <i>Reglamento de Seguridad y Operación para el transporte de combustibles en el Ecuador</i> |
| Decreto Ejecutivo 2024, Registro Oficial Suplemento No. 445 del 1 de noviembre del 2001. | <i>Reglamento para autorización de actividades de comercialización de combustibles líquidos derivados de petróleo</i> |
| Acuerdo Ministerial No. 347, Registro Oficial No. 998 Suplemento de 29 de julio de 1996 | <i>Reglamento para ejecutar las actividades de almacenamiento, transporte, comercialización y venta al público de los derivados del petróleo</i> |
| Decreto Ejecutivo 407, Registro Oficial No. 90 del 26 de agosto del 2005 | <i>Comercialización y distribución de combustibles líquidos derivados de hidrocarburos y gas licuado de petróleo</i> |
| Acuerdo Ministerial 389, Registro Oficial No. 671 del 26 de septiembre del 2002. | <i>Reglamento Sustitutivo al Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE, Decreto Ejecutivo 1215) y sus modificatorias posteriores.</i> |
| Decreto Ejecutivo 3516, del Registro Oficial E 2 del 30 de marzo del 2003. | <i>Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULMAS).</i> |

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Informe de comisión de trabajo interinstitucional, *Requisitos de Gasolina*, Quito 2012.

Comisión de trabajo interinstitucional, *Métodos de ensayo*, Quito 2009.

Worldwide Fuel Charter. Fourth Edition, September 2006.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TÍTULO: GASOLINA. REQUISITOS. **Código:**
NTE INEN 935 **PE 02.02-402**
Octava revisión

| | |
|--|---|
| ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: | REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2010-01-08 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No. 001-2010 de 2010-01-12 publicado en el Registro Oficial No. 118 de 2010-01-28 Fecha de iniciación del estudio: |
|--|---|

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: Productos derivados del petróleo "**Gasolina**

Fecha de iniciación: 2011-10-14 Fecha de aprobación: 2012-03-16

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Jorge Medina (Presidente)

PRESIDENTE-UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR-
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

Alex Loza

MARESA

Andrés Villacís

MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD -
SECRETARÍA DE LA CALIDAD

Andrés Zumarraga

GENERAL MOTORS OMNIBUS BB

Carlos Salazar

CÁMARA NACIONAL DE DISTRIBUIDORES DE DERIVADOS
DE PETRÓLEO DEL ECUADOR

Clemente Ponce

ASOCIACIÓN DE EMPRESAS AUTOMOTRICES DEL
ECUADOR

David Caicedo

GENERAL MOTORS OMNIBUS BB

Edgar Padilla

EP PETROECUADOR

Fausto Soria

PRIMAX

Lucio Villarreal

EP PETROECUADOR

Mauro González

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL

Ramiro Gutiérrez

HIDROCARBURÍFERO

Ruth Molina

AYMESA

Víctor Paredes

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR

Xavier Granda

EP PETROECUADOR

ASOCIACIÓN DE IMPORTADORES DE HIDROCARBUROS
DEL ECUADOR

Sandra Armijos (Secretaria Técnica)

INEN- SECRETARÍA TÉCNICA

Otros trámites: ♦¹⁰ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA** Ministerial y oficializada mediante Resolución No. 14158 de 2014-04-21, publicado en el Registro Oficial No. 239 del 2014-05-06.

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Obligatoria
Registro Oficial No. 706 de 2012-05-18

Por Resolución No. 12 105 de 2012-05-02



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

**NTE INEN 2 204:2002
(Primera Revisión)**

GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.

Primera Edición

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. EMISSIONS PERMITTED LEVELS PRODUCED BY
GASOLINE ROAD MOVABLE SOURCES.

First Edition

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del aire, emisiones de escapes de transportes,
requisitos.

MC 08.06-401
CDU: 621.43.068.4
CIIU: 3530
ICS: 13.040.50

| | | |
|--|---|---|
| Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria | GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA. | NTE INEN 2 204:2002 Primera revisión 2002-09 |
|--|---|---|

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) de gasolina.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas o a sus motores, según lo definido en los numerales 3.24 y 3.25.

2.2 Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilicen combustible diferentes a gasolina.

2.3 Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1 Año modelo. Año que identifica el de producción del modelo de la fuente móvil.

3.2 Área frontal. Área determinada por la proyección geométrica de las distancias básicas del vehículo sobre su eje longitudinal el cual incluye llantas pero excluye espejos y deflectores de aire a un plano perpendicular al eje longitudinal del vehículo.

3.3 Certificación de la casa fabricante. Documento expedido por la casa fabricante de un vehículo automotor en el cual se consignan los resultados de la medición de las emisiones de contaminantes del aire (por el escape y evaporativas) provenientes de los vehículos prototipo seleccionados como representativos de los modelos nuevos que saldrán al mercado.

3.4 Ciclo. Es el tiempo necesario para que el vehículo alcance la temperatura normal de operación en condiciones de marcha mínima o ralentí. Para las fuente móviles equipadas con electroventilador, es el período que transcurre entre el encendido del ventilador del sistema de enfriamiento y el momento en que el ventilador se detiene.

3.5 Ciclos de prueba. Un ciclo de prueba es una secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones que produce. Para los propósitos de esta norma, los ciclos que se aplican son los siguientes:

3.5.1 Ciclo ECE-15 + EUDC. Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, de diesel o gasolina, definidos en la directiva 93/59/EEC.

3.5.2 Ciclo FTP-75. Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos, de gasolina o diesel, y publicado en el Código Federal de Regulaciones, partes 86 a 99.

(Continúa)

DESCRIPTORES. Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del aire, emisiones de escapes de transportes, requisitos

3.5.3 Ciclo transiente pesado). Es el ciclo de prueba de estado transitorio establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para la medición de emisiones de motores diesel y gasolina utilizados en vehículos pesados y el cual se encuentra especificados en el Código Federal de Regulaciones de ese país, CFR, título 40, partes 86 a 99, subparte N.

3.6 Dinamómetro. Aparato utilizado para medir la potencia generada por un vehículo automotor o motor solo, a través de aplicaciones de velocidad y torque.

3.7 Emisión de escape. Es la descarga al aire de una o más sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso o, de alguna combinación de estos, proveniente del sistema de escape de una fuente móvil.

3.8 Emisiones evaporativas. Es la descarga al aire de una o más sustancias gaseosas, producto del funcionamiento normal del vehículo o de la volatilidad del combustible. Las emisiones evaporativas se desprenden desde varios puntos a lo largo del sistema de combustible de un vehículo automotor.

3.9 Equipo de medición. Es el conjunto completo de dispositivos, incluyendo todos los accesorios, para la operación normal de medición de las emisiones.

3.10 Fuente móvil. Es la fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsado por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores.

3.11 Homologación. Es el reconocimiento de la autoridad ambiental competente a los procedimientos de evaluación de emisiones o a los equipos o sistemas de medición o de inspección de emisiones, que dan resultados comparables o equivalentes a los procedimientos, equipos o sistemas definidos en esta norma.

3.12 Informe técnico. Documento que contiene los resultados de la medición de las emisiones del motor, operando en las condiciones contempladas en esta norma.

3.13 Marcha mínima o ralentí. Es la especificación de velocidad del motor establecidas por el fabricante o ensamblador del vehículo, requeridas para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralentí se establecerá en un máximo de 1 100 r.p.m.

3.14 Masa máxima. Es la masa equivalente al peso bruto del vehículo.

3.15 Método SHED. Procedimiento aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para determinar las emisiones evaporativas en vehículos de gasolina mediante la recolección de estas en una cabina sellada en la que se ubica el vehículo sometido a prueba. SHED son las siglas correspondientes al nombre de dicho método (Sealed Housing for Evaporative Determination). Los procedimientos, equipos y métodos de medición utilizados se encuentran consignados en el Código Federal de Regulaciones en los Estados Unidos, partes 86 y 99; o en las directivas 91/441 EEC y 93/59 EEC.

3.16 Motor. Es la principal fuente de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética.

3.17 Peso bruto del vehículo. Es el peso neto del vehículo más la capacidad de carga útil o de pasajeros, definida en kilogramos.

3.18 Peso neto del vehículo. Es el peso real solo del vehículo en condiciones de operación normal con todo el equipo estándar de fábrica, más el combustible a la capacidad nominal del tanque.

3.19 Peso de referencia. Es el peso neto del vehículo más 100 kg.

3.20 Peso del vehículo cargado. Es el peso neto del vehículo más 136,08 kg (300 lb).

(Continúa)

3.21 Prueba estática. Es la medición de emisiones que se realiza con el vehículo a temperatura normal de operación, en marcha mínima (ralentí), sin carga, en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas).

3.22 Prueba dinámica. Es la medición de emisiones que se realiza con el vehículo o motor sobre un dinamómetro, aplicando los ciclos de prueba descritos en la presente norma.

3.23 Temperatura normal de operación. Es aquella que alcanza el motor después de operar un mínimo de 10 minutos en marcha mínima (ralentí), o cuando en estas mismas condiciones la temperatura del aceite en el cárter del motor alcance 75°C o más. En las fuentes móviles equipadas con electroventilador esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

3.24 Vehículo automotor. Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

3.25 Vehículo o motor prototipo o de certificación. Vehículo o motor de desarrollo o nuevo, representativo de la producción de un nuevo modelo.

4. CLASIFICACIÓN

Para los propósitos de esta norma, se establece la siguiente clasificación de los vehículos automotores:

4.1 Según la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), la siguiente clasificación se aplica únicamente para los ciclos de prueba FTP-75 y ciclo transiente pesado:

4.1.1 Vehículo liviano. Es aquel vehículo automotor tipo automóvil o derivado de éste, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros.

4.1.2 Vehículo mediano. Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 3 860 kg, cuyo peso neto vehicular es menor o igual a 2 724 kg y cuya área frontal no exceda de 4,18 m². Este vehículo debe estar diseñado para:

4.1.2.1 Transportar carga o para convertirse en un derivado de vehículos de este tipo

4.1.2.2 Transportar más de 12 pasajeros

4.1.2.3 Ser utilizado u operado fuera de carreteras o autopistas y contar para ello con características especiales.

4.1.3 Vehículo pesado. Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto del vehículo sea superior a 3 860 kg, o cuyo peso neto del vehículo sea superior a 2 724 kg, o cuya área frontal excede de 4,18 m².

4.2 Según La Unión Europea, la siguiente clasificación se aplica únicamente para el ciclo de prueba ECE-15 + EUDC.

4.2.1 Categoría M. Vehículos automotores destinados al transporte de personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas.

4.2.1.1 Categoría M1. Vehículos automotores destinados al transporte de hasta 8 personas más el conductor.

4.2.2 Categoría N. Vehículos automotores destinados al transporte de carga, que tengan por lo menos cuatro ruedas.

4.2.2.1 Categoría N1. Vehículos automotores destinados al transporte de carga con una masa máxima no superior a 3,5 toneladas.

(Continúa)

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Los importadores y ensambladores de vehículos deben obtener la certificación de emisiones expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del vehículo y avalada por la autoridad competente del país de origen, o de un laboratorio autorizado por ella. Los procedimientos de evaluación base para las certificaciones serán los establecidos para los ciclos FTP 75, ciclo transiente pesado ECE 15 + EUDC, SHED (EEC 91/441 y 93/59 EEC); según las características del vehículo.

5.2 Los importadores y ensambladores están obligados a suministrar copia de la certificación de emisiones a quienes adquieran los vehículos.

5.3 La autoridad competente podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y ensambladores sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para la medición de las emisiones de escape, en condición de marcha mínima o ralentí.

6. REQUISITOS

6.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).

6.1.1 Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la tabla 1.

TABLA 1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).

| Año modelo | % CO* | | ppm HC* | |
|--------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|
| | 0 - 1 500 ** | 1 500 - 3 000 ** | 0 - 1 500 ** | 1 500 - 3 000 ** |
| 2000 y posteriores | 1,0 | 1,0 | 200 | 200 |
| 1990 a 1999 | 3,5 | 4,5 | 650 | 750 |
| 1989 y anteriores | 5,5 | 6,5 | 1 000 | 1 200 |

* Volumen
 ** Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

6.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 y ciclo transiente pesado (prueba dinámica).

6.2.1 Toda fuente móvil de gasolina que se importe o se ensamble en el país no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 2.

(Continúa)

TABLA 2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos).

| Categoría | Peso bruto del vehículo kg | Peso del vehículo cargado kg | CO g/km | HC g/km | NOx g/km | CICLOS DE PRUEBA | Evaporativas g/ensayo SHED |
|---------------------|----------------------------|------------------------------|---------|---------|----------|-------------------|----------------------------|
| Vehículos Livianos | | | 2,10 | 0,25 | 0,62 | FTP - 75 | 2 |
| Vehículos Medianos | =< 3 860 | =< 1 700 | 6,2 | 0,5 | 0,75 | | 2 |
| | | 1 700 - 3 860 | 6,2 | 0,5 | 1,1 | | 2 |
| Vehículos Pesados** | > 3 860 = < 6 350 | | 14,4 | 1,1 | 5,0 | Transiente pesado | 3 |
| | > 6 350 | | 37,1 | 1,9 | 5,0 | | 4 |

* prueba realizada a nivel del mar
 ** en g/bHP-h (gramos/brake Horse Power-hora)

6.3 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclo ECE-15+ EUDC (prueba dinámica).

6.3.1 Toda fuente móvil con motor de gasolina no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 3.

TABLA 3. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) * a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos)

| Categoría | Peso bruto del vehículo kg | Peso de Referencia (kg) | CO g/km | HC + NOx g/km | CICLOS DE PRUEBA | Evaporativas g/ensayo SHED |
|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------|---------------|------------------|----------------------------|
| M1 ⁽¹⁾ | =< 3 500 | | 2,72 | 0,97 | ECE 15 + EUDC | 2 |
| M1 ⁽²⁾ , N1 | | < 1 250 | 2,72 | 0,97 | | 2 |
| | | > 1 250 < 1 700 | 5,17 | 1,4 | | 2 |
| | | > 1 700 | 6,9 | 1,7 | | 2 |

* Prueba realizada a nivel del mar
⁽¹⁾ Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2,5 toneladas
⁽²⁾ Vehículos que transportan más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2,5 toneladas

7. MÉTODO DE ENSAYO

7.1 Determinación de la concentración de emisiones del tubo de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí.

7.1.1 Seguir el procedimiento descrito en la NTE INEN 2 203.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203:1998 *Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones del escape, en condiciones de marcha mínima o ralentí.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 056. *Metrología. Vocabulario internacional de términos fundamentales y generales.* Quito, 1998.

Norma técnica colombiana ICONTEC 4230. *Gestión ambiental. Aire. Determinación de la concentración de emisiones de escape, en condiciones de marcha mínima o ralentí.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1997.

EPA 94: *Code of Federal Regulations Protection of Environment 40. Part 86 (Revised as of July 1, 1996) Control of air pollution from new and in-use motor vehicles and new and in-use motor vehicle engines: certification and test procedures: 86.090-8 Emission standards for 1990 and later model year light - duty vehicles (Diesel and gasoline); 86.091.9 Emission standards for 1991 and later model year light - duty trucks (diesel and gasoline); 86-091-10. Emission standards for 1991 and later model year otto - cycle heavy - duty engines and vehicles (gasoline).* U.S Environmental Protection Agency, EPA. Washington D.C., 1996.

EURO II: *Community Directive (Directive 88/77/EEC). Regulación 49, gaseous pollutants. Truck and buses > 3,5 Ton. EEC regulation for small utilite records. Enforcement date: 01.10.1993 new models, 01.10.1994 new vehicles.* European Economic Community. Brussels. 1996.

Normas para la protección y el control de la calidad del aire: *Resolución 005 de 1995-01-09, Resolución 1619 de 1995-12-21, Resolución 1351 de 1995-11-14, Resolución 898 de 1995-08-23 - Adicionada por la Resolución 125 de 1996-03-19, Decreto 948 de 1995-06-05 - Modificado por el Decreto 2107 de 1995-11-30.* Ministerio del Medio Ambiente de la República de Colombia. Bogotá, 1996.

Decreto 2673: *Normas sobre Emisiones de fuentes móviles. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.* República de Venezuela. Caracas, 1998.

Proyecto de reglamentación para control de emisiones para vehículos automotores en el Distrito Metropolitano de Quito. Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, CINAIE - Asociación Ecuatoriana Automotriz del Interior, AEADI, Quito, 1998.

Exhaust Emissions, Standards, Regulations and Measurement of Exhaust emissions and Calculation of fuel consumption based on the Exhaust emission test - Passenger cars; Mercedes Benz. Alemania, 1997.

Vehicle Emissions Study, Kiyoshi Yuki - Overseas Regulation & Compliance Department, Engineering Administration Division, Toyota Motor Corporation. Tokyo, 1995.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

| | | |
|---|---|--------------------------------|
| Documento: NTE INEN 2 204 (Primera Revisión) | TÍTULO: GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIÓN PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA. | Código: MC 08.06-401 |
|---|---|--------------------------------|

| | |
|---|--|
| ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2000-09-11/2001-11-19 | REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1998-12-08 Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIA por Acuerdo No. 98163 de 1998 - 12 - 17 publicado en el Registro Oficial No. 100 de 1 999 - 01 - 04 Fecha de iniciación del estudio: |
|---|--|

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Comité Interno del INEN:
Fecha de iniciación: 2 000-09-11
Intrigrantes del Comité Interno del INEN. _____ Fecha de aprobación: 2 000-09-11

NOMBRES:

Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)
Ing. Enrique Troya

Sr. Guido Reyes

Fis. René Chanchay

Ing. Marco Narváez
Ing. Rafael Aguirre
Dra. Beatriz Cañizares
Ing. Fernando Hidalgo (Secretario Técnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

SUBDIRECTOR TÉCNICO
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AL
CONSUMIDOR
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
CERTIFICACIÓN
DIRECCIÓN DE ASEGURAMIENTO
METROLÓGICO
DIRECCIÓN DE VERIFICACIÓN FÍSICA
DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN
DIRECCIÓN DE VERIFICACIÓN ANALÍTICA
DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

2001-11-20

Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)

Ing. Gustavo Jiménez

Tlgo. Francisco Cevallos

Arq. Francisco Ramírez
Sr. Marco Proaño

Ing. Guillermo Layedra (Secretario Técnico)

DIRECTOR TÉCNICO DEL ÁREA DE
SERVICIOS TECNOLÓGICOS
DIRECTOR TÉCNICO DEL AREA DE
NORMALIZACIÓN
ÁREA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS:
ENSAYOS DE CALIBRACIÓN
ÁREA DE CERTIFICACIÓN: PRODUCTOS
ÁREA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS:
ENSAYOS FÍSICOS
REGIONAL CHIMBORAZO

Otros trámites: Esta NTE INEN 2 204:2002 (Primera Revisión), reemplaza a la NTE INEN 2 204:1999

♦⁹ La NTE INEN 2 204:2002 (Primera Revisión), sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución del Directorio del INEN No. 009-2010 de 2010-03-05, publicada en el Registro Oficial No. 152 del 2010-03-17.

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2002-04-17

Oficializada como: Obligatoria
Registro Oficial No. 673 de 2002-09-30

Por Acuerdo Ministerial No. 02 368 de 2002-09-18

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail:furresta@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail:normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail:certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail:verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail:inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail:inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail:inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail:inenriobamba@inen.gov.ec
URL:www.inen.gov.ec**

Republic of Ecuador

👉 EDICT OF GOVERNMENT 👈

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.



NTE INEN 0960 (1984) (Spanish): Vehículos automotores. Determinación de la potencia neta del motor

BLANK PAGE



| | | |
|--|---|--------------------------------|
| Norma Técnica Ecuatoriana | VEHICULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA NETA DEL MOTOR | INEN 960 1983-04 |
| <p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método general de ensayo para motores de vehículos automotores, para evaluación de su rendimiento, con el propósito de la elaboración posterior de curvas de potencia y consumo específico de combustible a carga completa, como funciones de la velocidad de la máquina.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a máquinas de combustión interna usadas en vehículos automotores (excluyendo motocicletas y tractores) que trafican usualmente las calles y/o carreteras, que estén incluidos dentro de las categorías siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - motores de combustión interna a pistón de movimiento alternativo (encendido por bujías o por inyección de combustible), excluyendo los de pistón libre; - motores de émbolo rotativo. <p>Estos motores podrán estar provistos de un dispositivo de sobrecarga mecánica o de turboalimentadores.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Potencia neta. La potencia obtenida en el eje motor o en su equivalente, a la velocidad especificada por el fabricante, estando el motor equipado con los dispositivos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento en su aplicación particular.</p> <p>3.2 Dispositivos auxiliares. Los equipos y dispositivos enunciados en la Tabla 1.</p> <p>3.3 Equipo standard de producción. Cualquier equipo que es provisto normalmente por el fabricante, para aplicación particular del motor.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Exactitud de las mediciones</p> <p>4.1.1 Momento. El diámetro debe ser tal, que el primer cuadrante de la escala no se use. Debe tener una exactitud dentro de $\pm 0,05\%$ del valor máximo de la escala.</p> <p>4.1.2 Velocidad. La velocidad del motor debe ser leída de preferencia con un cuenta - revoluciones y con un cronómetro sincronizado automáticamente. La exactitud de los valores medidos debe ser de $\pm 0,05\%$.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> | | |

TABLA 1. Dispositivos Auxiliares

| | DISPOSITIVOS | NOTAS |
|---|--|---|
| 1 | Sistema de admisión Múltiple de admisión Filtro de aire Sileciador de admisión Sistema de control de emisiones Sistema de limitacion de velocidad | |
| 2 | Sistema de calefacción del múltiple de admisión | Colocado en la posición más favorable posible |
| 3 | Sistema de escape: Purificador Múltiple de escape Toberas Silenciador Tubo de escape Freno de escape | Si es posible armar el sistema de escape para el ensayo, se debe reemplazar por otro equivalente en restricciones con la aprobación del fabricante Si existe un freno de escape, la válvula puede ser retirada o colocada en posición de abierta totalmente |
| 4 | Bomba de combustible | La presión de alimentación del combustible puede ser ajustada, en caso de necesidad, para producir circunstancias especiales de aplicación del motor. |
| 5 | Carburador | |
| 6 | Equipo de inspección (diesel) Primer filtro Segundo filtro Bomba Cañería de alta presión Inyector Válvula de admisión de aire Regulador | La válvula de admisión de aire es el control neumático de la bomba de inyección |
| 7 | Equipo de enfriamiento del liquido refrigerante Tapa del motor Radiador | El radiador, el ventilador, la bomba de agua y el termostato, deben colocarse en el banco de pruebas en las mismas posiciones relativas que ocupan en el vehículo. La circulación de agua debe ser activada solamente por la bomba. El enfriamiento puede ser producido por el radiador o por circuito externo, siempre que la pérdida de la presión en este circuito permanezca sustranciamente la misma que la del motor |

(Continúa)

Continuación de la tabla 1

| | | |
|----|--|---|
| 7 | <p>Ventilador Tapa del ventilador</p> <p>Tapa del ventilador Bomba de agua Termostato</p> | <p>Si hay un ventilador desconectado, la potencia neta debe determinarse primeramente con el ventilador desconectado y luego conectado</p> <p>Cuando el ventilador no se puede instalar en el cambo de pruebas, la potencia absorbida por el ventilador debe determinarse por las mismas velocidades utilizadas para las mediciones del motor. Esta potencia debe restarse de la potencia corregida, para obtener la potencia neta.</p> |
| 8 | <p>Equipo de enfriamiento de aire Tapa del ventilador Ventilador</p> <p>Ventilador auxiliar del banco de pruebas Dispositivo de regulación de temperatura</p> | <p>(Las notas del numero 7 aplicables al ventilador, se aplican también para enfriamiento por aire)</p> <p>Si fuese necesario</p> |
| 9 | Equipo electrico | La potencia del generador debe limitarse a la necesaria para el funcionamiento de accesorios que son indispensables para el motor. No debe cargarse la bateria durante el ensayo. |
| 10 | <p>Equipo de sobrealimentación. Compresor movido por motor, o por gases de escape</p> <p>Intercambiador del calor</p> <p>Bomba o ventilador de refrigeracion Regulación del flujo de refirgerante Ventilador auxiliar del banco de pruebas</p> | <p>La temperatura de aire en el múltiple de admisión debe ser la especificada por el fabricante, en el caso de haberla.</p> <p>Si fuese necesario</p> |
| 11 | Dispositivo anti- contaminantes | |

(Continua)

4.1.3 Consumo de combustible. Exactitud de $\pm 1\%$

4.1.4 Temperatura del aire de admisión. Exactitud de $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.1.5 Presión barométrica. $\pm 70\text{ Pa}$ (0,70 mbar).

4.1.6 Presión en el dúctuo de escape. $\pm 25\text{ Pa}$ (0,25 mbar).

4.2 Ensayos

4.2.1 Dispositivos auxiliares

4.2.1.1 Durante el ensayo, los dispositivos auxiliares especificados en la Tabla 1 deben instalarse en lo posible en la misma posición que en la aplicación en el motor. Deberán retirarse los equipos auxiliares del vehículo que no son necesarios para el funcionamiento del motor, como por ejemplo:

- Compresor de aire para frenos,
- Compresor de suspensión
- Sistema de aire acondicionado

En los casos en que se deban retirar accesorios, la potencia absorbida por los mismos, deberá determinarse y añadirse a la potencia medida del motor.

4.2.2 Dispositivos auxiliares para arranque de motores a diesel

4.2.2.1 Tratándose de motores a diesel, deben considerarse los dos casos siguientes:

- a) *Arranque eléctrico.* El generador está instalado y suministra, cuando sea necesario, la energía para los auxiliares indispensables para el funcionamiento del motor.
- b) *Arranque no eléctrico.* Si existe cualquier otro dispositivo auxiliar eléctricamente movido, indispensable para el funcionamiento del motor, se instalará el generador para suministrar la energía de estos accesorios. De lo contrario, deberán retirarse. En cualquier caso, el sistema para producir y acumular la energía necesaria para el arranque, debe estar instalado y funcionar cuando no se aplica al motor.

4.3 Condiciones de ajuste

4.3.1 Las condiciones de ajuste durante el ensayo, para la determinación de la potencia neta, se indican en la Tabla 2.

TABLA 2. Condiciones de ajuste

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Ajuste al carburador | De acuerdo a las especificaciones del fabricante, utilizados sin ninguna alteración posterior para la aplicación particular |
| 2 | Ajuste al sistema de inyección a la bomba | |
| 3 | Inyección o regulador de la inyección | |
| 4 | Ajuste del regulador | |

(Continúa)

4.4 Condiciones de ensayo

4.4.1 El ensayo de potencia neta consistirá en marcha a plena admisión para motores de bujías, y a plena carga de la bomba de inyección para motores a diesel. El motor estará equipado según la Tabla 1.

4.4.2 Los datos de rendimiento deben obtenerse bajo condiciones estables de funcionamiento, con un adecuado suministro de aire fresco. Los motores deberán arrancarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Las cámaras de combustión de motores a bujías podrán contener depósitos, pero en cantidades limitadas. Las condiciones de ensayo, tales como la temperatura en la tobera de admisión, deberán seleccionarse lo más aproximadamente a las condiciones de referencia, para minimizar la magnitud del factor de corrección.

4.4.3 La temperatura del aire de admisión al motor (aire ambiental) debe medirse dentro de 0,15 m máximo en la entrada al filtro de aire y, si esto no existe, dentro de 0,15 m de la tobera de admisión. El termómetro o la cupla - térmica debe protegerse de radiación del calor y debe localizarse directamente en el torrente de aire. Debe también protegerse de gotas de combustible. Una cantidad suficiente de medidas en sitios distintos, deberá ser un promedio representativo de la temperatura.

4.4.4 No se deben tomar datos, a menos que el momento, velocidad y temperatura, hayan sido mantenidos constantes por lo menos durante un minuto.

4.4.5 La velocidad del motor durante una prueba o lectura, no debe desviarse de la velocidad seleccionada, en más de $\pm 1\%$ o en ± 10 rev/min.

4.4.6 La fuerza de frenado observada, consumo de combustible y temperatura de aire de admisión, deben anotarse simultáneamente y, en cada caso, deben ser los promedios de dos valores estables que no varían más del 2% por la fuerza de frenado y consumo de combustible.

4.4.7 Para la medición del consumo de combustible con un contador automático de tiempo, el tiempo mínimo de medición no debe ser inferior a 30 s; para medición manual, no menor a 60 s.

4.4.8 La temperatura de salida del refrigerante en motores enfriados por líquidos, debe controlarse y mantenerse a $80 \pm 5^\circ\text{C}$, a menos que el fabricante especifique otra cosa. Para motores refrigerados por aire, la temperatura debe mantenerse con tolerancia de 20°C respecto al valor indicado por el fabricante.

4.4.9 La temperatura del combustible en la entrada de la bomba o en el carburador, debe mantenerse dentro de los límites especificados por el fabricante.

4.4.10 La temperatura del aceite lubricante medida en el (carburador) depósito de aceite o en la salida del sistema de enfriamiento de aceite, de existir, debe mantenerse dentro de los límites especificados por el fabricante.

4.4.11 La temperatura del gas de escape debe medirse en un punto del tubo de escape adyacente al final del múltiple de escape. Esta temperatura debe mantenerse entre los límites establecidos por el fabricante.

(Continúa)

4.4.12 Para motores a diesel, el combustible utilizado no debe contener aditivos para la suspensión del humo. En caso de disputa, el ensayo deberá hacerse con combustible clasificado bajo la sigla CEC - RF - 03-T-69.

5. FACTORES DE CORRECCION

5.1 Definición del factor K_a

5.1.1 Es el factor por el cual debe multiplicarse la potencia observada, para determinar la potencia del motor bajo las condiciones atmosféricas de referencia.

5.2 Condiciones atmosféricas de referencia

5.2.1 *Temperatura.* 25°C (298 K).

5.2.2 *Presión total.* 100 KPa (1 000 mbar). Siendo la humedad despreciable. (Ver nota 1).

5.3 Limitaciones en el uso de la fórmula de corrección

5.3.1 La fórmula de corrección es sólo aplicable donde el factor de corrección está entre 0,96 y 1,04. Si se exceden estos límites, debe darse el valor corregido, y las condiciones de ensayo (temperatura y presión) deben establecerse en forma precisa en el reporte de ensayo.

5.4 Determinación de factores de corrección

5.4.1 *Motores de ignición por bujías (carburador o inyección) factor K_a .* Dentro de los límites definidos en 7.3, el factor de corrección se obtiene aplicando la fórmula:

$$K_a = \left(\frac{100}{p} \right) \left(\frac{T}{298} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

T - Temperatura absoluta, en grados kelvin en la entrada de aire.

P - presión atmosférica total, en kilopascales

Esta fórmula es aplicada a la potencia de frenado observada, sin tomar en cuenta la eficiencia mecánica del motor.

5.4.2 Motores a diesel - factor K_d

5.4.2.1 Factor de corrección para motores a diesel de cuatro tiempos de aspiración natural y para motores a diesel de dos tiempos. El factor de corrección, que se aplica sólo a suministro constante de combustible, se calcula por medio de la fórmula:

NOTA 1. Dentro del intervalo 10 a 35°C, los efectos de la humedad en el factor de corrección pueden ser despreciados

(Continua)

$$k_a = \left(\frac{100}{\rho}\right)^{0,65} \left(\frac{T}{298}\right)^{0,5} \dots\dots\dots (2)$$

La siguiente fórmula, que es aproximadamente equivalente, también puede utilizarse:

$$k_d = 1 + \frac{A}{100}$$

Donde:

$$A = 0,65 (100 - \rho) + 0,17 (T - 298)$$

Si el factor de corrección excede 1,04 o es menor que 0,96, o si el suministro de combustible, medido durante el funcionamiento del motor, es menor que 50 mm³ por litro de volúmenes de barrido, o más que 75 mm³, la corrección puede hacerse aplicando el factor de corrección K_d, por el valor de éste coeficiente; las condiciones de temperatura y presión durante el ensayo y el suministro específico de combustible en mm³ por litro, deben hacerse constar en el reporte.

5.4.2.2 Factor de corrección para motores a diesel cargados a presión

5.4.2.2.1 Motor con sobre - alimentación por turbina de escape. Un factor de corrección que es igual a 1 se aplicará cuando la densidad del aire ambiental no varíe más de ± 5% de la densidad bajo las condiciones de referencia. Cuando la densidad del aire esté fuera de estos límites, no se aplicará corrección alguna, pero se reportarán las condiciones de ensayo.

5.4.2.3 Motores con sobrealimentación mecánica. Para el factor de corrección de motores de sobrecarga mecánica, se aplicará la fórmula para motores de aspiración natural, previa comprobación de que la relación está entre los límites especificados para esos motores.

$$relación = \frac{\text{suministro de combustible}}{\text{Volumen de barrido} \left(\frac{p^2}{p^1}\right)\left(\frac{T1}{T2}\right)}$$

Donde:

p1 - Presión ambiental.

p2 - Presión en el múltiple de admisión.

T1 - Temperatura ambiental en K.

T2 - Temperatura en la entrada del múltiple de admisión.

6. MEDICION DEL VALOR DEL HUMO

6.1 El valor de la emisión del humo deberá medirse y registrarse en cada lugar de ensayo. El opacímetro usado y su instalación deben estar diseñados de acuerdo con ISO 3173.

(Continúa)

7 Reporte de ensayo. (ver nota 2).

7.1 Datos del motor

7.1.1 Motores de movimiento alternativo

Fabricación: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 ϕ del cilindro _____ Carrera: _____ Volumen de un cilindro: _____
 Cilindrada total: _____ Ignición: bujías inyección :
 orden de encendido: _____
 Relación de compresión _____ Ciclo 2 – 4 tiempos
 Aditivos de sobrecarga: _____ Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____

7.1.2 Motores rotativos trocoidales

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Epitrocoidal: Hipotrocoidal:
 Envoltorio: Interna: Externa:
 Número de cámaras herméticas entre el retorno y el estator, esto es, número de dispositivos de selle periférico por rotor y estator: _____
 Excentricidad: _____ Radio generador: _____
 Espesor de operación: _____ Volumen de barrido de una cámara: _____
 Número de rotores: _____ Ignición: bujías: compresión:
 Order de encendido: _____
 Relación de compresión: _____ Ciclos: 2 – 4
 Dispositivo de sobrecarga _____ Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____

7.2 Suministro de combustible

Bomba: _____ Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Prefiltro: si Filtro: si
 no no

7.3 Carburador

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Número: _____ Especificaciones detalladas: _____

7.4 Bombas o dispositivos de inyección

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Pulsación estática: _____ Dispositivo de avance: _____
 Código del fabricante: _____

NOTA 2. Escribir *ninauno* cuando no corresponda.

(Continúa)

7.5 Boquillas de inyección y soportes de boquillas

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Presión: _____ Tubos de inyección de alta presión: _____ longitud diámetro interior: _____

7.6 Regulador

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Velocidad de accionamiento: _____ rev/mínimo
 Velocidad máxima sin carga: _____ rev/mínimo

7.7 Distribuidor de encendido

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Pulsación estática: _____ Dispositivo de avance: _____
 Reguladora: _____ rev/mínimo (según especificación del fabricante)
 Rango máximo del dispositivo de avance: _____
 Espacio entre platinos del distribuidor: _____

7.8 Bujías

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Cantidad por cilindro: _____ Espacio entre electrodos: _____

7.9 Bobina de encendido

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Cantidad: _____

7.10

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Cantidad: _____

7.11 Supresor de interferencia

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____

7.12 Sistema de admisión

Múltiple de admisión: _____ Descripción: _____
 Filtro de aire: Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Silenciador de entrada: Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Depresión máxima a flujo máximo en la admisión, recomendada por el fabricante: KPa

(Continua)

7.13 Transmisión de válvulas

Tipo: _____ Breve descripción: _____
 Ajuste de válvulas: _____ Calibración: _____
 Espacio libre: _____

7.14

Breve descripción: _____
 Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____

7.15 Dispositivo de calentamiento por inducción

Tipo: _____ Breve descripción: _____

7.16 Sistema de escape

Tubos y otros componentes normalizados si
 no

Descripción breve: _____
 Tubo: Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Silenciador: Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____

7.17 Sistema de refrigeración

7.17.1 Sistema de refrigeración por líquidos

Clase de líquido: _____
 Bomba: Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____ Relación de transmisión: _____
 Termostato: Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____ Ajuste: _____
 Radiador: Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Válvula de presión: Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Ventilador: Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____
 Transmisión del ventilador: _____ Relación de transmisión _____
 Protector de ventilador: si no

7.17.2 Sistema de refrigeración por aire

Ventilador: Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____ Rel. trans.: _____
 Ductos de aire normalizados si no
 Ventilador auxiliar para banco de pruebas: si no
 Sistema de regulación de temperatura: si no Descripción: _____

(Continua)

7.18 Refrigeración de aceite: si no

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____

7.19 Equipo eléctrico

Generador:

Alternador:

Fabricante: _____ Tipo: _____ No. de serie: _____

7.20 Equipo de anti - contaminación - Breve descripción: _____

7.21 Otros equipos: (enumerar, con descripción si es necesario).

7.22 Condiciones específicas del ensayo

Presión barométrica: _____ K Pa

(Continua)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no necesita de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

ISO 1585. *Road vehicles. Engine test code. Net power.* International Organization for Standardization. Ginebra, 1974.

ISO 3173. *Road vehicles. Aparatus for measurement of de opacity of eshaust gas from diesel engines operating under steady state conditions.* International Organization for Standardization. Ginebra, 1974

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

| | | |
|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| Documento: NTE INEN 960 | TITULO: VEHICULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA NETA DEL MOTOR | Código: MC 04.01-301 |
|-----------------------------------|--|--------------------------------|

| | |
|---|--|
| ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 1977-06-24 | REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de Por Acuerdo No. de Publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio: |
|---|--|

Fechas de consulta pública: de 1981-03-16 a 1981-04-30

La Dirección General del INEN, dispuso la elaboración de esta Norma de especial importancia en el campo de la industria Automotriz.

No hubo Subcomité Técnico, por considerarlo así la Dirección General

Subcomité Técnico:

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación:

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1983-04-21

Oficializada como: Opcional
Registro Oficial No. 697 de 1984-03-07

Por Acuerdo Ministerial No. 73 de 1984-02-07

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815**

Dirección General: E-Mail: furresta@inen.gov.ec

Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec

Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec

Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec

Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inencati@inen.gov.ec

Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec

Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec

Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec

[URL:www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gob.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gob.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gob.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gob.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inenlaboratorios@inen.gob.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gob.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gob.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gob.ec
URL: www.inen.gob.ec**