



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ESTUDIO DEL EFECTO DEL USO DE POTENCIADORES,  
ADITIVOS Y ELEVADOR DE OCTANAJE EN LAS EMISIONES  
CONTAMINANTES DE UN MOTOR A GASOLINA MEDIANTE  
PRUEBAS ESTÁTICAS DETERMINADOS EN LA NORMA INEN  
2204:2022”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTOR:**

**JOSÉ PAÚL MOROCHO ARROYO**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ESTUDIO DEL EFECTO DEL USO DE POTENCIADORES,  
ADITIVOS Y ELEVADOR DE OCTANAJE EN LAS EMISIONES  
CONTAMINANTES DE UN MOTOR A GASOLINA MEDIANTE  
PRUEBAS ESTÁTICAS DETERMINADOS EN LA NORMA INEN  
2204:2022”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTOR: JOSÉ PAÚL MOROCHO ARROYO**

**DIRECTOR: Ing. JOHNNY MARCELO PANCHÁ RAMOS, MSc.**

Riobamba – Ecuador

2022

**©2022, José Paúl Morocho Arroyo**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, JOSÉ PAÚL MOROCHO ARROYO, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación: El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de marzo del 2022



**José Paúl Morocho Arroyo**

**1003302310**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: el Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto de Investigación. **ESTUDIO DEL EFECTO DEL USO DE POTENCIADORES, ADITIVOS Y ELEVADOR DE OCTANAJE EN LAS EMISIONES CONTAMINANTES DE UN MOTOR A GASOLINA MEDIANTE PRUEBAS ESTÁTICAS DETERMINADOS EN LA NORMA INEN 2204:2022**, realizado por el señor **JOSÉ PAÚL MOROCHO ARROYO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

|  | <b>FIRMA</b>   | <b>FECHA</b> |
|--|--|--------------|
| Ing. Edwin Rodolfo Pozo Safla MSc.<br><b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>               |  | 2022/03/18   |
| Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos MSc.<br><b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b> |  | 2022/03/18   |
| Ing. Paúl Alejandro Montúfar Paz MSc.<br><b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>                |  | 2022/03/18   |

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo y la obtención del título a mi familia y a mi futura esposa, quienes fueron los pilares fundamentales para poder culminar esta etapa de mi vida, gracias por siempre brindarme su apoyo incondicional en todo momento y por estar ahí cuando más lo he necesitado.

*José*

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradezco a Dios por haberme dado a los padres que tengo, quienes con su apoyo, valores y enseñanzas han sabido llevarme por buen camino en esta vida. Agradezco a mis hermanos por haber compartido buenos y malos momentos durante nuestras vidas, sé que siempre estaremos ahí para cuando nos llegemos a necesitar. Gracias a mis queridos amigos y compañeros con los que compartimos muchos momentos dentro y fuera del salón de clases. Gracias a todos los docentes que de una u otra manera se han visto involucrados en mi formación académica. Por último, un agradecimiento muy especial para Alejandra, quien desde hace ya mucho tiempo ha estado acompañándome en las buenas y en las no tan buenas, mi fiel compañera y futura esposa. Gracias por estar ahí siempre que he necesitado de ese empujón y palabras de aliento para no decaer, sin ti todo habría sido más difícil de lograr.

*José*

## TABLA DE CONTENIDO

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| ÍNDICE DE TABLAS.....   | viii  |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....  | ix    |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | x     |
| RESUMEN.....            | xviii |
| SUMMARY.....            | xix   |
| INTRODUCCIÓN.....       | 1     |

### CAPÍTULO I

|   |    |
|---|----|
| 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....                                 | 4  |
| 1.1. Antecedentes.....  | 4  |
| 1.2. Medio ambiente.....  | 5  |
| 1.3. Objetos de contaminación al aire.....                        | 6  |
| 1.4. Emisiones contaminantes de un motor de gasolina interna..... | 14 |
| 1.5. Sistemas post tratamiento zona lambda.....                   | 19 |
| 1.6. Catalizador.....   | 23 |
| 1.7. Analizar de gases modelo MAHA 6.9.....                       | 24 |
| 1.8. Motor a gasolina.....  | 26 |
| 1.9. La gasolina.....   | 29 |
| 1.10. Valores de a gasolina.....                                  | 29 |
| 1.11. Aditivos.....   | 30 |
| 1.12. Normativa.....  | 33 |

### CAPÍTULO II

|  |    |
|--|----|
| 2. MARCO METODOLÓGICO.....                               | 36 |
| 2.1. Equipop y herramientas empleadas en el estudio..... | 36 |
| 2.2. Vehículo de prueba.....                             | 36 |
| 2.3. Compresor de aire.....                              | 37 |
| 2.4. Depósito de combustión externo.....                 | 38 |
| 2.5. Analizador de gases MAHA MET 6.3.....               | 39 |
| 2.6. Variables de estudio.....                           | 41 |
| 2.7. Particularidades de estudio.....                    | 44 |
| 2.8. Procedimiento para la realización de pruebas.....   | 46 |



### CAPÍTULO III

|              |  |            |
|--------------|--|------------|
| <b>3.</b>    | <b>MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>                | <b>52</b>  |
| <b>3.1.</b>  | <b>Pruebas realizadas con gasolina extra sin aditivos.....</b>                     | <b>52</b>  |
| <b>3.2.</b>  | <b>Pruebas realizadas con gasolina super sin aditivos.....</b>                     | <b>55</b>  |
| <b>3.3.</b>  | <b>Pruebas realizadas con QUALCO RYU-1.....</b>                                    | <b>58</b>  |
| <b>3.4.</b>  | <b>Pruebas realizadas con limpiador de inyectores y carburador.....</b>            | <b>66</b>  |
| <b>3.5.</b>  | <b>Pruebas realizadas con MOTOREX FUEL injector cleaner.....</b>                   | <b>75</b>  |
| <b>3.6.</b>  | <b>Pruebas realizadas con aditivo gasolina.....</b>                                | <b>83</b>  |
| <b>3.7.</b>  | <b>Pruebas realizadas con Sonax limpia inyectores gasolina y carburadores.....</b> | <b>100</b> |
| <b>3.8.</b>  | <b>Pruebas realizadas con limpiador de inyectores de combustibles ABRO.....</b>    | <b>109</b> |
| <b>3.9.</b>  | <b>Pruebas realizadas con LIQUI MOLY limpiador de inyectores.....</b>              | <b>115</b> |
| <b>3.10.</b> | <b>Pruebas realizadas con mejorador de octanaje.....</b>                           | <b>117</b> |
| <b>3.11.</b> | <b>Pruebas realizadas con elevador de octanaje.....</b>                            | <b>125</b> |
| <b>3.12.</b> | <b>Pruebas realizadas con BARDAHL octane Booster.....</b>                          | <b>134</b> |
| <b>3.13.</b> | <b>Pruebas realizadas con Sonax elevadr de octano.....</b>                         | <b>143</b> |
| <b>3.14.</b> | <b>Pruebas realizadas con CYCLO Octane Booster.....</b>                            | <b>151</b> |
| <b>3.15.</b> | <b>Pruebas realizadas con 9989 super Oktan plus.....</b>                           | <b>160</b> |
| <b>3.16.</b> | <b>Pruebas realizadas con LIQUI MOLY octane plus.....</b>                          | <b>168</b> |
| <b>3.17.</b> | <b>Pruebas realizadas con QUALCO PIKES.....</b>                                    | <b>177</b> |
| <b>3.18.</b> | <b>Comparación entre gráficas.....</b>   | <b>185</b> |
| <b>3.19.</b> | <b>Discusión de resultados.....</b>  | <b>199</b> |
|              | <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>206</b> |
|              | <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>208</b> |
|              | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  |            |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| <b>Tabla 1-1:</b> | Contaminantes de alerta, de alarma y emergencia en la calidad del aire.....    | 10 |
| <b>Tabla 2-1:</b> | Límites permitidos de emisiones para fuentes móviles con motores .....         | 34 |
| <b>Tabla 3-1:</b> | Límites de emisiones para fuentes móviles con motores de gasolina americano .. | 34 |
| <b>Tabla 1-2:</b> | Ficha técnica del vehículo KIA SOLUTO 2020 .....                               | 37 |
| <b>Tabla 2-2:</b> | Datos técnicos del analizador de gases.....                                    | 39 |
| <b>Tabla 3-2:</b> | Dosificación de los aditivos.....  | 44 |
| <b>Tabla 4-2:</b> | Relación de volumen para las pruebas (Aditivo/gasolina) .....                  | 45 |
| <b>Tabla 5-2:</b> | Relación de volumen para las pruebas (aditivo + 50%/gasolina).....             | 45 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Figura 1-1:</b>  | Medio ambiente y contaminación .....                                | 6  |
| <b>Figura 2-1:</b>  | Contaminación fotoquímica .....                                     | 7  |
| <b>Figura 3-1:</b>  | Crisis de contaminación del aire en la ciudad .....                 | 8  |
| <b>Figura 4-1:</b>  | Logotipo OMS y OPS .....  | 8  |
| <b>Figura 5-1:</b>  | Contaminante PM <sub>2,5</sub> Periodo Promedio 1 año .....         | 9  |
| <b>Figura 6-1:</b>  | Contaminante PM <sub>2,5</sub> Periodo Promedio 24 horas .....      | 10 |
| <b>Figura 7-1:</b>  | Contaminante PM <sub>10</sub> Periodo Promedio 1 año .....          | 12 |
| <b>Figura 8-1:</b>  | Contaminante PM <sub>10</sub> Periodo Promedio 24 horas .....       | 13 |
| <b>Figura 9-1:</b>  | Contaminante NO <sub>2</sub> Periodo Promedio 1 año .....           | 13 |
| <b>Figura 10-1:</b> | Contaminante NO <sub>2</sub> Periodo Promedio 24 horas .....        | 14 |
| <b>Figura 11-1:</b> | Emisiones contaminantes .....                                       | 14 |
| <b>Figura 12-1:</b> | Disposición de cables en función del tipo de sonda lambda .....     | 21 |
| <b>Figura 13-1:</b> | Asignación de cables para sondas lambda de dióxido de titanio ..... | 21 |
| <b>Figura 14-1:</b> | NO <sub>2</sub> Periodo Promedio 24 horas .....                     | 22 |
| <b>Figura 15-1:</b> | Motor de combustión interna .....                                   | 26 |
| <b>Figura 16-1:</b> | Contaminante NO <sub>2</sub> Periodo Promedio 24 horas .....        | 26 |
| <b>Figura 17-1:</b> | Ciclos de un motor de cuatro tiempos .....                          | 27 |
| <b>Figura 18-1:</b> | Motores de inyección directa .....                                  | 27 |
| <b>Figura 19-1:</b> | Gasolina .....  | 29 |
| <b>Figura 20-1:</b> | Ventajas de poner aditivo a la gasolina .....                       | 30 |
| <b>Figura 1-2:</b>  | Compresor .....   | 38 |
| <b>Figura 2-2:</b>  | Depósito externo .....  | 38 |
| <b>Figura 3-2:</b>  | Interfaz gráfica del analizador de gases .....                      | 40 |
| <b>Figura 4-2:</b>  | Imagen topográfica .....  | 42 |
| <b>Figura 5-2:</b>  | Aditivos usados en este estudio .....                               | 43 |
| <b>Figura 6-2:</b>  | Combustible/aditivos .....  | 43 |
| <b>Figura 7-2:</b>  | Depósito externo de combustible .....                               | 46 |
| <b>Figura 8-2:</b>  | Preparación de la mezcla .....                                      | 47 |
| <b>Figura 9-2:</b>  | Revisión del vehículo .....   | 47 |
| <b>Figura 10-2:</b> | Analizador de gases previo a su utilización .....                   | 47 |
| <b>Figura 11-2:</b> | Escaner automotriz OBD .....  | 48 |
| <b>Figura 12-2:</b> | Analizador de datos .....   | 49 |
| <b>Figura 13-2:</b> | Reemplazo de combustible .....                                      | 50 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                      |   |    |
|----------------------|---|----|
| <b>Gráfico 1-2:</b>  | Recolección y análisis de datos .....                 | 51 |
| <b>Gráfico 1-3:</b>  | Análisis de datos CO EXTRA sin aditivos.....          | 53 |
| <b>Gráfico 2-3:</b>  | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ sin aditivos.....  | 53 |
| <b>Gráfico 3-3:</b>  | Análisis de datos CO EXTRA 2500 sin aditivos.....     | 54 |
| <b>Gráfico 4-3:</b>  | Análisis de datos HC EXTRA 2500 sin aditivos.....     | 55 |
| <b>Gráfico 5-3:</b>  | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ sin aditivos.....  | 56 |
| <b>Gráfico 6-3:</b>  | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ sin aditivos ..... | 56 |
| <b>Gráfico 7-3:</b>  | Análisis de datos CO SUPER 2500 sin aditivos .....    | 57 |
| <b>Gráfico 8-3:</b>  | Análisis de datos HC SUPER 2500 sin aditivos .....    | 57 |
| <b>Gráfico 9-3:</b>  | Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A1 .....           | 58 |
| <b>Gráfico 10-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A1 .....           | 59 |
| <b>Gráfico 11-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A1 .....              | 59 |
| <b>Gráfico 12-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A1 .....              | 60 |
| <b>Gráfico 13-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A1+50.....         | 60 |
| <b>Gráfico 14-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A1+50.....         | 61 |
| <b>Gráfico 15-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A1+50.....            | 61 |
| <b>Gráfico 16-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A1+50.....            | 62 |
| <b>Gráfico 17-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A1.....            | 62 |
| <b>Gráfico 18-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A1 .....           | 63 |
| <b>Gráfico 19-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER 2500 A1 .....              | 64 |
| <b>Gráfico 20-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER 2500 A1 .....              | 64 |
| <b>Gráfico 21-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A1+50.....         | 65 |
| <b>Gráfico 22-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER 2500 A1+50.....            | 65 |
| <b>Gráfico 23-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER 2500 A1+50.....            | 66 |
| <b>Gráfico 24-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A2.....            | 67 |
| <b>Gráfico 25-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A2.....            | 67 |
| <b>Gráfico 26-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A2.....               | 68 |
| <b>Gráfico 27-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A2.....               | 68 |
| <b>Gráfico 28-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A2+50.....         | 69 |
| <b>Gráfico 29-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A2+50.....         | 69 |
| <b>Gráfico 30-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A2+50.....            | 70 |
| <b>Gráfico 31-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A2+50.....            | 70 |
| <b>Gráfico 32-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A2+50.....            | 70 |
| <b>Gráfico 33-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A2.....            | 71 |

|                      |   |    |
|----------------------|---|----|
| <b>Gráfico 34-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A2.....    | 71 |
| <b>Gráfico 35-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER 2500 A2.....       | 72 |
| <b>Gráfico 36-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER 2500 A2.....       | 72 |
| <b>Gráfico 37-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A2+50..... | 73 |
| <b>Gráfico 38-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A2+50..... | 73 |
| <b>Gráfico 39-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER 2500 A2+50.....    | 74 |
| <b>Gráfico 40-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER 2500 A2+50.....    | 74 |
| <b>Gráfico 41-3:</b> | Análisis de datos Co EXTRA RALENTÍ A3.....    | 75 |
| <b>Gráfico 42-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A3.....    | 76 |
| <b>Gráfico 43-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A3.....       | 76 |
| <b>Gráfico 44-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A3.....       | 77 |
| <b>Gráfico 45-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A3+50..... | 77 |
| <b>Gráfico 46-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A3+50..... | 78 |
| <b>Gráfico 47-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A3+50.....    | 78 |
| <b>Gráfico 48-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A3+50.....    | 79 |
| <b>Gráfico 49-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A3.....    | 79 |
| <b>Gráfico 50-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A3.....    | 80 |
| <b>Gráfico 51-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER 2500 A3.....       | 80 |
| <b>Gráfico 52-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER 2500 A3.....       | 81 |
| <b>Gráfico 53-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A3+50..... | 81 |
| <b>Gráfico 54-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER TALENTÍ A3+50..... | 82 |
| <b>Gráfico 55-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER 2500 A3+50.....    | 82 |
| <b>Gráfico 56-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER 2500 A3+5.....     | 83 |
| <b>Gráfico 57-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A4.....    | 84 |
| <b>Gráfico 58-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A4.....    | 84 |
| <b>Gráfico 59-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A4.....       | 85 |
| <b>Gráfico 60-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A4.....       | 85 |
| <b>Gráfico 61-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A4+50..... | 86 |
| <b>Gráfico 62-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A4+50..... | 86 |
| <b>Gráfico 63-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A4+50.....    | 87 |
| <b>Gráfico 64-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A4+50.....    | 87 |
| <b>Gráfico 65-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A4.....    | 88 |
| <b>Gráfico 66-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A4.....    | 88 |
| <b>Gráfico 67-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER 2500 A4.....       | 89 |
| <b>Gráfico 68-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER 2500 A4.....       | 89 |
| <b>Gráfico 69-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A4+50..... | 90 |
| <b>Gráfico 70-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A4+50..... | 90 |

|                       |   |     |
|-----------------------|---|-----|
| <b>Gráfico 71-3:</b>  | Análisis de datos CO SUPER 2500 A4+50.....    | 91  |
| <b>Gráfico 72-3:</b>  | Análisis de datos HC SUPER 2500 A4+50.....    | 91  |
| <b>Gráfico 73-3:</b>  | Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A5 .....   | 92  |
| <b>Gráfico 74-3:</b>  | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A5 .....   | 93  |
| <b>Gráfico 75-3:</b>  | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A5 .....      | 93  |
| <b>Gráfico 76-3:</b>  | Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A5 .....   | 94  |
| <b>Gráfico 77-3:</b>  | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A5+50..... | 94  |
| <b>Gráfico 78-3:</b>  | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A5+50..... | 95  |
| <b>Gráfico 79-3:</b>  | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A5+50.....    | 95  |
| <b>Gráfico 80-3:</b>  | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A5+50.....    | 96  |
| <b>Gráfico 81-3:</b>  | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A5.....    | 96  |
| <b>Gráfico 82-3:</b>  | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A5.....    | 97  |
| <b>Gráfico 83-3:</b>  | Análisis de datos CO SUPER 2500 A5 .....      | 97  |
| <b>Gráfico 84-3:</b>  | Análisis de datos HC SUPER 2500 A5 .....      | 98  |
| <b>Gráfico 85-3:</b>  | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A5+50..... | 98  |
| <b>Gráfico 86-3:</b>  | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A5+50..... | 99  |
| <b>Gráfico 87-3:</b>  | Análisis de datos CO SUPER 2500 A5+50.....    | 99  |
| <b>Gráfico 88-3:</b>  | Análisis de datos HC SUPER 2500 A5+50.....    | 100 |
| <b>Gráfico 89-3:</b>  | Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A6.....    | 101 |
| <b>Gráfico 90-3:</b>  | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A6.....    | 101 |
| <b>Gráfico 91-3:</b>  | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A6 .....      | 102 |
| <b>Gráfico 92-3:</b>  | Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A6 .....   | 102 |
| <b>Gráfico 93-3:</b>  | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A6+50..... | 103 |
| <b>Gráfico 94-3:</b>  | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A6+50..... | 103 |
| <b>Gráfico 95-3:</b>  | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A6+50.....    | 104 |
| <b>Gráfico 96-3:</b>  | Análisis de datos HC EXTRA 2500 A6+50.....    | 104 |
| <b>Gráfico 97-3:</b>  | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A6.....    | 105 |
| <b>Gráfico 98-3:</b>  | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A6.....    | 105 |
| <b>Gráfico 99-3:</b>  | Análisis de datos CO SUPER 2500 A6.....       | 106 |
| <b>Gráfico 100-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER 2500 A6.....       | 106 |
| <b>Gráfico 101-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A6+50..... | 107 |
| <b>Gráfico 102-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A6+50..... | 107 |
| <b>Gráfico 103-3:</b> | Análisis de datos CO SUPER 2500 A6+50.....    | 108 |
| <b>Gráfico 104-3:</b> | Análisis de datos HC SUPER 2500 A6+50.....    | 108 |
| <b>Gráfico 105-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A7 .....   | 109 |
| <b>Gráfico 106-3:</b> | Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A7 .....   | 109 |
| <b>Gráfico 107-3:</b> | Análisis de datos CO EXTRA 2500 A7 .....      | 110 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Gráfico 108-3:</b> Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A7 .....   | 110 |
| <b>Gráfico 109-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A7+50..... | 111 |
| <b>Gráfico 110-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A7+50..... | 111 |
| <b>Gráfico 111-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A7+50.....    | 112 |
| <b>Gráfico 112-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA 2500 A7+50.....    | 112 |
| <b>Gráfico 113-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A7.....    | 113 |
| <b>Gráfico 114-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A7.....    | 113 |
| <b>Gráfico 115-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A7.....       | 114 |
| <b>Gráfico 116-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A7.....       | 114 |
| <b>Gráfico 117-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A7+50..... | 115 |
| <b>Gráfico 118-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A7+50..... | 115 |
| <b>Gráfico 119-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A7+50.....    | 116 |
| <b>Gráfico 120-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A7+50.....    | 116 |
| <b>Gráfico 121-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A7+50.....    | 117 |
| <b>Gráfico 122-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA RALENTÍ A8.....    | 118 |
| <b>Gráfico 123-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A8.....    | 118 |
| <b>Gráfico 124-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A8.....       | 119 |
| <b>Gráfico 125-3:</b> Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A8 .....   | 119 |
| <b>Gráfico 126-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A8+50..... | 120 |
| <b>Gráfico 127-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A8+50..... | 120 |
| <b>Gráfico 128-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A8+50.....    | 121 |
| <b>Gráfico 129-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA 2500 A8+50.....    | 121 |
| <b>Gráfico 130-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A8.....    | 122 |
| <b>Gráfico 131-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A8.....    | 122 |
| <b>Gráfico 132-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A8.....       | 123 |
| <b>Gráfico 133-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A8.....       | 123 |
| <b>Gráfico 134-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A8+50..... | 124 |
| <b>Gráfico 135-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A8+50..... | 124 |
| <b>Gráfico 136-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A8+50.....    | 125 |
| <b>Gráfico 137-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A8+50.....    | 125 |
| <b>Gráfico 138-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A9 .....   | 126 |
| <b>Gráfico 139-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A9 .....   | 127 |
| <b>Gráfico 140-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A9 .....      | 127 |
| <b>Gráfico 141-3:</b> Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A9 .....   | 128 |
| <b>Gráfico 142-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A9+50..... | 128 |
| <b>Gráfico 143-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A9+50..... | 129 |
| <b>Gráfico 144-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A9+50.....    | 129 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Gráfico 145-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA 2500 A9+50.....     | 130 |
| <b>Gráfico 146-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A9.....     | 130 |
| <b>Gráfico 147-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A9.....     | 131 |
| <b>Gráfico 148-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A9.....        | 131 |
| <b>Gráfico 149-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A9.....        | 132 |
| <b>Gráfico 150-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A9+50.....  | 132 |
| <b>Gráfico 151-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A9+50.....  | 133 |
| <b>Gráfico 152-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A9+50.....     | 133 |
| <b>Gráfico 153-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A9+50.....     | 134 |
| <b>Gráfico 154-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A10.....    | 135 |
| <b>Gráfico 155-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A10.....    | 135 |
| <b>Gráfico 156-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A10.....       | 136 |
| <b>Gráfico 157-3:</b> Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A10.....    | 136 |
| <b>Gráfico 158-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A10+50..... | 137 |
| <b>Gráfico 159-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A10+50..... | 137 |
| <b>Gráfico 160-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A10+50.....    | 138 |
| <b>Gráfico 161-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA 2500 A10+50.....    | 138 |
| <b>Gráfico 162-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A10.....    | 139 |
| <b>Gráfico 163-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A10.....    | 139 |
| <b>Gráfico 164-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A10.....       | 140 |
| <b>Gráfico 165-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A10.....       | 140 |
| <b>Gráfico 166-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A10+50..... | 141 |
| <b>Gráfico 167-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A10+50..... | 141 |
| <b>Gráfico 168-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A10+50.....    | 142 |
| <b>Gráfico 169-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A10+50.....    | 142 |
| <b>Gráfico 170-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A11.....    | 143 |
| <b>Gráfico 171-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A11.....    | 144 |
| <b>Gráfico 172-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A11.....       | 144 |
| <b>Gráfico 173-3:</b> Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A11.....    | 145 |
| <b>Gráfico 174-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A11+50..... | 145 |
| <b>Gráfico 175-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A11+50..... | 146 |
| <b>Gráfico 176-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A11+50.....    | 146 |
| <b>Gráfico 177-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA 2500 A11+50.....    | 147 |
| <b>Gráfico 178-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A11.....    | 147 |
| <b>Gráfico 179-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A11.....    | 148 |
| <b>Gráfico 180-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A11.....       | 148 |
| <b>Gráfico 181-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A11.....       | 149 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>Gráfico 182-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A11+50..... | 149 |
| <b>Gráfico 183-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A11+50..... | 150 |
| <b>Gráfico 184-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A11+50.....    | 150 |
| <b>Gráfico 185-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A11+50.....    | 151 |
| <b>Gráfico 186-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A12.....    | 152 |
| <b>Gráfico 187-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A12.....    | 152 |
| <b>Gráfico 188-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A12.....       | 153 |
| <b>Gráfico 189-3:</b> Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A12.....    | 153 |
| <b>Gráfico 190-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A12+50..... | 154 |
| <b>Gráfico 191-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A12+50..... | 154 |
| <b>Gráfico 192-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A12+50.....    | 155 |
| <b>Gráfico 193-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA 2500 A12+50.....    | 155 |
| <b>Gráfico 194-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A12.....    | 156 |
| <b>Gráfico 195-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A12.....    | 156 |
| <b>Gráfico 196-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A12.....       | 157 |
| <b>Gráfico 197-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A12.....       | 157 |
| <b>Gráfico 198-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A12+50..... | 158 |
| <b>Gráfico 199-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A12+50..... | 158 |
| <b>Gráfico 200-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A12+50.....    | 159 |
| <b>Gráfico 201-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A12+50.....    | 159 |
| <b>Gráfico 202-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A13.....    | 160 |
| <b>Gráfico 203-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A13.....    | 161 |
| <b>Gráfico 204-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A13.....       | 161 |
| <b>Gráfico 205-3:</b> Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A13.....    | 162 |
| <b>Gráfico 206-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A13+50..... | 162 |
| <b>Gráfico 207-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A13+50..... | 163 |
| <b>Gráfico 208-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A13+50.....    | 163 |
| <b>Gráfico 209-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA 2500 A13+50.....    | 164 |
| <b>Gráfico 210-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A13.....    | 164 |
| <b>Gráfico 211-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A13.....    | 165 |
| <b>Gráfico 212-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A13.....       | 165 |
| <b>Gráfico 213-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A13.....       | 166 |
| <b>Gráfico 214-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A13+50..... | 166 |
| <b>Gráfico 215-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A13+50..... | 167 |
| <b>Gráfico 216-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A13+50.....    | 167 |
| <b>Gráfico 217-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A13+50.....    | 168 |
| <b>Gráfico 218-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A14.....    | 169 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Gráfico 219-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A14.....         | 169 |
| <b>Gráfico 220-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A14.....            | 170 |
| <b>Gráfico 221-3:</b> Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A14 .....        | 170 |
| <b>Gráfico 222-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A14+50.....      | 171 |
| <b>Gráfico 223-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A14+50.....      | 171 |
| <b>Gráfico 224-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A14+50.....         | 172 |
| <b>Gráfico 225-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA 2500 A14+50.....         | 172 |
| <b>Gráfico 226-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A14.....         | 173 |
| <b>Gráfico 227-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A14.....         | 173 |
| <b>Gráfico 228-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A14.....            | 174 |
| <b>Gráfico 229-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A14.....            | 174 |
| <b>Gráfico 230-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A14+50.....      | 175 |
| <b>Gráfico 231-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A14+50.....      | 175 |
| <b>Gráfico 232-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A14+50.....         | 176 |
| <b>Gráfico 233-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A14+50.....         | 176 |
| <b>Gráfico 234-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A15 .....        | 177 |
| <b>Gráfico 235-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A15.....         | 178 |
| <b>Gráfico 236-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A15 .....           | 178 |
| <b>Gráfico 237-3:</b> Análisis de datos HC CO EXTRA 2500 A15 .....        | 179 |
| <b>Gráfico 238-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A15+50.....      | 179 |
| <b>Gráfico 239-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA RALENTÍ A15+50.....      | 180 |
| <b>Gráfico 240-3:</b> Análisis de datos CO EXTRA 2500 A15+50.....         | 180 |
| <b>Gráfico 241-3:</b> Análisis de datos HC EXTRA 2500 A15+50.....         | 181 |
| <b>Gráfico 242-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A15.....         | 181 |
| <b>Gráfico 243-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A15.....         | 182 |
| <b>Gráfico 244-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A15 .....           | 182 |
| <b>Gráfico 245-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A15 .....           | 183 |
| <b>Gráfico 246-3:</b> Análisis de datos CO SUPER RALENTÍ A15+50.....      | 183 |
| <b>Gráfico 247-3:</b> Análisis de datos HC SUPER RALENTÍ A15+50.....      | 184 |
| <b>Gráfico 248-3:</b> Análisis de datos CO SUPER 2500 A15+50.....         | 184 |
| <b>Gráfico 249-3:</b> Análisis de datos HC SUPER 2500 A15+50.....         | 185 |
| <b>Gráfico 250-3:</b> Análisis CO EXTRA RELENTÍ BAJAS .....               | 186 |
| <b>Gráfico 251-3:</b> Análisis CO EXTRA RELENTÍ ALTAS.....                | 186 |
| <b>Gráfico 252-3:</b> Análisis valores promedio de CO EXTRA RALENTÍ ..... | 187 |
| <b>Gráfico 253-3:</b> Análisis HC EXTRA RALENTÍ BAJAS .....               | 187 |
| <b>Gráfico 254-3:</b> Análisis HC EXTRA RELENTÍ ALTAS.....                | 188 |
| <b>Gráfico 255-3:</b> Análisis valores promedio de EXTRA RELENTÍ .....    | 188 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Gráfico 256-3:</b> Análisis CO EXTRA RELENTÍ + 50% BAJAS.....               | 189 |
| <b>Gráfico 257-3:</b> Análisis CO EXTRA RELENTÍ + 50% ALTAS .....              | 190 |
| <b>Gráfico 258-3:</b> Análisis valores promedio de CO EXTRA RELENTÍ +50% ..... | 190 |
| <b>Gráfico 259-3:</b> Análisis HC EXTRA RELENTÍ +50% BAJAS.....                | 191 |
| <b>Gráfico 260-3:</b> Análisis HC EXTRA RELENTÍ +50% ALTAS .....               | 191 |
| <b>Gráfico 261-3:</b> Análisis valores promedio HC EXTRA RELENTÍ +50% .....    | 192 |
| <b>Gráfico 262-3:</b> Análisis CO SUPER RELENTÍ BAJAS .....                    | 193 |
| <b>Gráfico 263-3:</b> Análisis CO SUPER RELENTÍ BAJAS .....                    | 193 |
| <b>Gráfico 264-3:</b> Análisis promedio CO SUPER RELENTÍ.....                  | 194 |
| <b>Gráfico 265-3:</b> Análisis HC SUPER RELENTÍ BAJAS .....                    | 194 |
| <b>Gráfico 266-3:</b> Análisis HC SUPER RELENTÍ ALTAS .....                    | 195 |
| <b>Gráfico 267-3:</b> Análisis valores promedio HC SUPER RELENTÍ .....         | 195 |
| <b>Gráfico 268-3:</b> Análisis CO SUPER RELENTÍ +50% BAJAS.....                | 196 |
| <b>Gráfico 269-3:</b> Análisis CO SUPER RELENTÍ +50% ALTAS.....                | 197 |
| <b>Gráfico 270-3:</b> Análisis promedio CO SUPER RELENTÍ +50% .....            | 197 |
| <b>Gráfico 271-3:</b> Análisis HC SUPER RELENTÍ +50% BAJAS.....                | 198 |
| <b>Gráfico 272-3:</b> Análisis HC SUPER RELENTÍ +50% ALTAS.....                | 198 |
| <b>Gráfico 273-3:</b> Análisis valores promedio HC SUPER RELENTÍ +50% .....    | 199 |
| <b>Gráfico 274-3:</b> Emisiones bajas de HC.....                               | 200 |
| <b>Gráfico 275-3:</b> Emisiones bajas de CO.....                               | 202 |
| <b>Gráfico 274-3:</b> Emisiones altas de HC.....                               | 203 |
| <b>Gráfico 274-3:</b> Emisiones altas de CO.....                               | 205 |

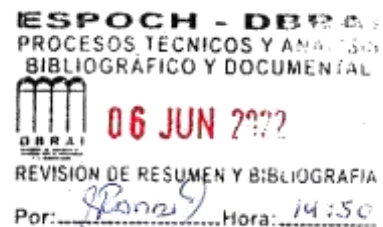
[Toc75218965](#)

## RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue determinar el efecto de los gases de escape mediante el uso de potenciadores, elevadores de octanaje y aditivos en las emisiones contaminantes de un motor a gasolina, usando gasolina súper y extra, a través de diversas pruebas estáticas precisadas en la Norma INEN 2 204:2002. Esto para conocer su impacto en el medio ambiente, y si dichos gases se encontraban dentro de los parámetros establecidos por la Norma INEN 2 204:2002. Para las pruebas se usó un analizador de gases homologado MAHA MET 6.3, y un vehículo categoría M, con motor a gasolina, con sistema de inyección y catalizador. Como guía en los rangos, se usaron los parámetros establecidos por la NTE INEN 2204:2002, y en variables el tipo y modelo de vehículo y la altura del lugar. Los principales valores que se tomaron en cuenta son: el monóxido de carbono (CO), cuyo valor máximo permitido es del 1,0% CO y los hidrocarburos (HC), cuyo valor máximo permitido es de 200 ppm HC. Entre los resultados, se encontró que de los aditivos que elevaban la cantidad de contaminantes se encuentra al grupo clasificado como elevadores de octanaje, mientras que, por otro lado, los llamados “aditivos limpiadores” generaron una disminución de gases contaminantes, principalmente en los hidrocarburos. Los monóxidos de carbono también presentaron ciertas variaciones, pero en ninguno de los casos sobrepasaron los niveles máximos permitidos. Se concluye que, la selección del vehículo y estado y condiciones del analizador de gases es clave para la óptima recolección de datos. Se recomienda contar con equipo de protección cercano y limpiar la sonda y conductos de combustible para evitar errores o alteraciones en el análisis y recogida de datos.

**Palabras clave:** <ANALIZADOR DE GASES> <MOTOR A GASOLINA> <ADITIVOS> <POTENCIADORES> <ELEVADORES DE OCTANAJE>.

0961-DBRA-UPT-2022



## SUMMARY

The main objective of this study was to determine the effect of exhaust gases by use of enhancers, octane boosters and additives in the polluting emissions of a gasoline engine, using super and extra gasoline, through various static tests specified in the INEN 2 204:2002 Norm. All this to know its impact on the environment, and if the gases were within the parameters established by the INEN 2 204:2002 Norm. For the tests used a MAHA MET 6.3 approved gas analyzer, and a category vehicle M, with gasoline engine, injection system and a catalytic converter. As a guide in the ranges, the parameters established by the NTE INEN 2204:2002 have been used, in variables instead, the type and model of the vehicle and the height of the place. The main values taken into account are: carbon monoxide (CO), whose maximum allowed value is 1.0% CO and hydrocarbons (HC), whose maximum allowed value is 200 ppm HC. Among the results, it was found that additives that raised the amount of pollutants are found in the group classified as octane boosters, while, on the other hand, the so-called "cleaning additives" generated a decrease in polluting gases, mainly hydrocarbons. Carbon monoxides also showed certain variations, but in none of the cases they exceeded the maximum allowable levels. It is concluded that the selection of the vehicle and the state and conditions of the gas analyzer is crucial for optimal data collection. It is recommended to have close protective equipment and clean the probe and fuel lines to avoid errors or alterations in the analysis and collection of data.

**Keywords:** <GAS ANALYZER> <PETROL ENGINE> <ADDITIVES> <BOOSTERS>  
<OCTANE BOOSTERS>.

LUIS  
FRANCISCO  
MANTILLA  
CABRERA

Firmado digitalmente por  
LUIS FRANCISCO  
MANTILLA  
CABRERA  
Fecha: 2022.07.02  
21:35:04 -05'00'

## **INTRODUCCIÓN**

### **Planteamiento del problema**

En la actualidad existe la venta libre de aditivos, potenciadores y elevadores de octanaje definidos comercialmente según sea su uso para obtener un combustible de mejor calidad, aumentar la potencia del automotor o reducir el consumo de combustible.

En la búsqueda de alcanzar una mejor calidad del aire y ante la ausencia de políticas de control sobre el uso de los diversos tipos aditivos existentes en el mercado, así como también la falta de conocimiento de los propietarios sobre el comportamiento de los gases contaminantes emitidos hacia el medio ambiente al usar estos componentes, se busca investigar acerca de si existen variaciones en los niveles de emisiones contaminantes al usar aditivos o componentes comerciales en la gasolina, y comprobar si estos se encuentran dentro de los valores determinados en la norma INEN 2204:2002.

Entonces no podemos afirmar a ciencia cierta si resultan beneficiosos o no para el medio ambiente en lo que respecta a sus emisiones. Así, el problema se define como el hecho de no conocer a profundidad los efectos que tienen los aditivos sobre las emisiones generadas, razón por la cual se ha decidido investigar este tema.

### **Justificación**

Debido al incremento de la temperatura a nivel mundial, no solo la salud de la humanidad se ve afectada, sino también la fauna, flora, tierra y capa de ozono, entre otros. Las principales causas son: el incremento de la deforestación, el crecimiento exponencial de la población y las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles.

Según datos consultados en el artículo “El transporte motorizado es el que más contamina” (2018) del diario El Telégrafo, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma) afirmó que: *“La principal fuente de polución es el uso ineficiente de energía en los hogares, la industria, la agricultura, las centrales eléctricas de carbón y el transporte. Este último representa el 13.5% del total de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).*

En el Ecuador podemos observar un incremento del parque automotor a lo largo de los años. Así lo indican los datos publicados en el anuario de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEDE), donde se puede apreciar que desde el año 2000 hasta el año 2018 se han comercializado 1.744.684 de vehículos.

Además, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC ,2017). En base a sus últimos registros, en 2015 se matricularon 1.925.368 vehículos, mientras que en 2016 los vehículos matriculados fueron 2.056.213, y en 2017 2.237.264.

En cuanto al número total de vehículos matriculados durante estos años, más del 85% son propulsados por gasolina.

La quema de gasolina dentro de un motor de combustión interna genera principalmente gases como CO (monóxido de carbono), CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), HC (hidrocarburos) y O<sub>2</sub> (oxígeno molecular). Estos provocan efectos nocivos para la salud y el ambiente.

Estudios anteriores atribuyen a gasolinas de mala calidad las grandes cantidades de monóxido de carbono producidas. Este gas se considera uno de los más grandes contaminantes de la atmósfera: *“aproximadamente el 80% de las emisiones las producen los vehículos de combustión interna que utilizan gasolina o diésel”* (p.2 Rojas, G.A, Tigse, E.A. (2017). Con el desarrollo de estos estudios se conoce que el uso de aditivos (potenciadores, aditivos y elevadores de octanaje) modifican las emisiones generadas por dichos vehículos.

Los componentes presentes en los principales aditivos son el Tetraetilo de Plomo (TEL) [el cual incrementa el octanaje en las gasolinas, además de proporcionar la lubricación adecuada], el Éter Metil Tert-Butílico (MTBE) [el cual oxigena y mejora el octanaje] y el Etanol, cada vez más usado como reemplazo del MTBE por su capacidad de oxigenación en la gasolina normal.

Por ello el presente trabajo (dada mi afinidad hacia el tema y conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera), se enfocará en las emisiones generadas en la quema de combustibles, y como estas podrían variar gracias a una serie de pruebas específicas enfocadas en vehículos de gasolina. Para determinar las emisiones producidas en la combustión de hidrocarburos a partir de la quema de combustibles fósiles en dichos vehículos, es necesario el control y regulación de dichas emisiones. De esta manera, estaremos verificando que las emisiones se encuentren dentro los niveles establecidos en la norma INEN 2 204:2002.

Las pruebas a desarrollar se realizarán en diversas fases: primero, utilizando gasolina denominada extra contemplando las emisiones producidas sin el uso de aditivos, y seguidamente contemplando las emisiones con la adición de diversos potenciadores, aditivos y elevadores de octanaje (realizando varias tomas de datos en cada una de ellas); una vez concluidas las pruebas con el primer combustible procedemos a realizar las mismas pero esta vez con la gasolina denominada súper.

Gracias al analizador de gases podremos obtener una serie de datos, los cuales serán comparados entre sí, permitiéndonos conocer cuál sería el comportamiento de las emisiones con la adición de estos, ya sea que incrementen o disminuyan sus valores

Cabe recalcar que las pruebas se llevaran a cabo en la ciudad de Cayambe (la cual se encuentra a 2820msnm).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Determinar el efecto de los gases de escape mediante el uso de potenciadores, elevadores de octanaje y aditivos en las emisiones contaminantes de un motor a gasolina, a través de pruebas estáticas determinadas en la Norma INEN 2 204:2002 para conocer su impacto en el medio ambiente.

### **Objetivos específicos**

- Identificar los componentes usados en los aditivos, elevadores de octanaje y potenciadores para conocer su incidencia en los niveles de emisiones contaminantes.
- Realizar las pruebas de emisión de gases contaminantes en un vehículo categoría M, con motor a gasolina, con sistema de inyección y catalizador mediante el uso de un analizador de gases homologado.
- Estudiar la incidencia de 15 diferentes aditivos, potenciadores y elevadores de octanaje en la gasolina súper y extra para determinar los resultados de emisión de gases.
- Analizar el conjunto de resultados obtenidos de emisiones contaminantes de cada prueba para determinar si estos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma INEN 2 204:2002



## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Antecedentes

En la actualidad, resulta de suma importancia conocer cómo influyen las emisiones de la gran cantidad de automóviles existentes en el mundo. Ecuador es un país con potencial en el sector automotriz, tal y como menciona (Baldeón 2019, p.5): “el verdadero reto es transformar las predicciones en una oportunidad para fortalecer uno de los sectores más importantes, influyentes e innovadores de la economía ecuatoriana” (AEDE, 2017, p.10).

Por ello, es preciso profundizar en el estado actual del conocimiento sobre un tema cada vez más escuchado, pero con un largo camino por recorrer: la relación entre la utilización de diversos aditivos, potenciadores y elevadores de octanaje, con la variación que estos podrían causar en las emisiones de escape gracias a su uso.

La cuestión de los gases contaminantes en relación a la gasolina ha sido estudiada además a nivel de la comunidad Andina, dado que la contaminación ambiental supone un serio problema tanto para el medio como para los humanos. Con el objetivo de comparar mediante pruebas estáticas y dinámicas, los valores de emisiones de gases contaminantes, con el combustible que se distribuye en cada uno de los países seleccionados (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú), se inició un estudio en la ciudad de Quito a 2800 metros sobre el nivel del mar (Antamba et al., 2016, p.15) sobre “Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1 utilizando gasolina de la Comunidad Andina”.

A través del análisis de los resultados de las emisiones de gases según la norma NTE INEN 2203, se concluyó que el combustible de mejores prestaciones deviene el peruano, seguido por el ecuatoriano y colombiano. Además, las diversas gasolinas de la Comunidad Andina usadas en dicha investigación también cumplen con los requisitos de la norma INEN 2204:2002 (Límites permitidos de emisiones producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina).

A nivel nacional, gracias a la elaboración de diversas investigaciones, se ha podido conocer más acerca de los valores de los gases generados durante la combustión y de la calidad de los combustibles expedidos en el Ecuador. En base al trabajo de campo realizado en la ciudad de Quito (a 2860 metros) y en la ciudad de Tonsupa (a 15 metros), con un motor de gasolina, demuestran que se interrelacionan los factores “revoluciones por minutos del motor (rpm), octanaje del combustible y altura del lugar de las mediciones, a dos niveles experimentales que inciden en las variables de respuesta de las emisiones CO, CO<sub>2</sub>, HC y O<sub>2</sub>” (Tipanluisa et al., 2017, p.9).

Por otro lado, es conveniente realizar los respectivos mantenimientos para minimizar y si es posible solucionar, el problema de las emisiones contaminantes.

Buscando conocer además, si los niveles de gases de vehículos a gasolina se encuentran dentro de los rangos establecidos en la normativa nacional vigente, destaca la investigación de (Santiago, 2018, p.22) para vehículos a gasolina que circulan en el campus Huachi de la Universidad Técnica de Ambato, en base a la norma NTE INEN 2204:2017, con la que se puede concluir que: los niveles de emisiones de gases de un 27% de la muestra del estudio se encuentran sobre los niveles máximos permitidos respecto a HC y CO, incumpliendo así la normativa vigente. Sin embargo, un 34% de los vehículos medidos si cumplen la normativa vigente ya que se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos respecto a CO y HC. En cuanto al porcentaje restante, se puede destacar que, mientras alguno de ellos si se encuentra dentro de los límites máximos permitidos, el otro no se establece entre estos.

En base a la información mencionada anteriormente y de acuerdo a ello, se denota la necesidad de proseguir con este tipo de estudios, dadas las incipientes acciones por mejorar en mayor medida la calidad del aire y así, mitigar los efectos nocivos producidos por la contaminación. Se vuelve necesario conocer en profundidad tanto el nivel de emisiones contaminantes, como el motivo de estas, buscando eliminarlas o de no ser posible, al menos reducirlas.

Las investigaciones anteriormente mencionadas, ayudan a tener una visión de los conocimientos actuales sobre el tema. Por ello, el objetivo es determinar de qué manera, las emisiones contaminantes de un motor a gasolina se ven afectadas por el uso de potenciadores, aditivos y elevadores de octanaje.

De esta manera, se pretende profundizar y alcanzar nuevos conocimientos respecto a la contaminación ambiental producida por los motores a gasolina, procurando la verificación del cumplimiento de la norma INEN 2 204:2002.

## **1.2. Medio ambiente**

El medio ambiente, junto con todos sus recursos y bienes tiene un valor incalculable. Con el aumento de la industria y desarrollo de sociedades cada vez más modernizadas, se hace necesario establecer una educación ambiental entre todos los individuos de cada territorio y país, cuyo objetivo sea la toma de conciencia y protección del medio ambiente. Como destaca Toro: “partiendo del conocimiento de lo que se requieren (valores e intereses), lo que se puede (capacidades) y lo que se debe hacer (responsabilidades), tomando como referencia su problemática particular e inserta en una problemática global” (Torres, 2006 p.2).

Pese a ello, el avance de las sociedades y la modernización ha provocado la introducción de gran cantidad de bienes naturales vitales en el mercado actual. El agua, la madera, el gas o los metales son solo algunos de tantos otros con los que hoy en día se ha generado un negocio cada

vez más creciente. Como destaca (Pérez, 2016, p.125): “Las características de invisibilidad, no-exclusión y no-rivalidad hacen que para dichos bienes no exista un mercado convencional”. Y es que, pese a la variedad y diversidad de bienes ambientales, una deficiente gestión de estos por parte del mercado y los gobiernos, provoca consecuencias a nivel social, de salud, material y económicas.



**Figura 1-1.** Medio Ambiente y contaminación.

Fuente: Wixsite, 2019, p.1.

### **Medio ambiente en Ecuador**

En Ecuador, varios son los desafíos ambientales con los que es necesario trabajar. Con la creación y desarrollo de las zonas urbanas, ha crecido el tránsito vehicular, provocando un aumento considerable en la contaminación del aire y el agua, siendo necesario un control técnico y específico sobre este tema. Tal y como menciona (Landázuri, 1988, p.50): “La contaminación por quema de combustibles viene de automóviles, camiones, barcos y aviones, de fábricas y viviendas particulares. El tránsito automotor predomina entre esas fuentes”.

Así, la contaminación vehicular está generando efectos a gran escala. Resulta importante recalcar que, un vehículo desde su producción hasta su último día de vida útil, es una máquina contaminante. Aun así, se vuelve necesario continuar investigando, ya que los niveles de contaminación producidos por el transporte siguen aumentando y, por ende, los del aire. Como ventaja a destacar, cabe mencionar que: “Una de las respuestas a esta crisis ambiental ha sido la sensibilización de la ciudadanía a fin de convivir con el entorno, preservarlo, y hacer un uso sustentable del mismo (...)” (Novo, 2016, p.1438).

### **1.3. Fuentes de contaminación naturales del aire**

Las fuentes de contaminación del aire según su origen, se pueden catalogar en naturales y antropogénicas. Asimismo, existen diversos tipos de sustancias que contaminan el aire,

distinguiendo entre contaminantes primarios, contaminantes secundarios y contaminantes criterio (Echeverri, 2019, p.9).

### **Contaminantes primarios**



**Figura 2-1.** Contaminación fotoquímica

**Fuente:** Ecología Hoy, 2017, p.1.

Los contaminantes primarios son aquellos emitidos de manera directa en el aire a través de diversas fuentes sin ser modificados (es decir, tal y como han sido producidos). Estos son:

- Monóxido de carbono (CO): Altamente tóxico. Se genera naturalmente en la producción y degradación de la clorofila. También se genera en los incendios forestales al producirse combustión incompleta del carbono. Además, puede surgir por la oxidación atmosférica del metano (descomposición de materia orgánica).
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): Se puede producir a causa de los procesos vitales de los seres vivos, pero también a causa de la quema de materias como la madera, el carbón o los combustibles fósiles.
- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>): No es un gas inflamable, ni explosivo. En contacto con el agua se convierte en ácido sulfúrico. De uso muy común en la industria papelera como agente blanqueador, el SO<sub>2</sub> puede surgir de los volcanes, aunque también en combustiones de centrales eléctricas, etc.

Como curiosidad, cabe destacar además (como comenta el Instituto para la Salud Geo ambiental) que, pese a sus altos efectos contaminantes y perjudiciales para la salud, se emplea como aditivo alimenticio por sus propiedades conservantes y antibacterianas. Se trata del E220 (empleado en vinos -sulfitos- cervezas, caramelos, zumos y productos con huevo, así como en sus yemas).

- Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>): Resulta de la combinación de óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), siendo un subproducto de combustiones a altas temperaturas. Por tanto, éste se puede generar gracias a diversas fuentes naturales como son: incendios, descomposición bacteriana, actividad volcánica, entre otros. También pueden generarse gracias a fuentes

antropogénicas como, por ejemplo: la combustión en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas o quema de combustibles fósiles.

- Hidrocarburos (HC): Compuestos por carbono e hidrógeno principalmente, pueden surgir tanto de fuentes naturales como antropogénicas (ganado, incendios, en gran parte de industrias – como las de petróleo- y principalmente por los vehículos como restos de combustible crudo y no quemado-. Cabe destacar que la enorme cantidad de hidrocarburos que se emiten a la atmosfera es tan elevada, que no es posible analizarlos todos. Su toxicidad es alta, por lo que inhalarlos durante un tiempo prolongado puede ocasionar problemas respiratorios e irritación a las mucosas.
- Partículas y metales pesados: Estos son contaminantes atmosféricos los cuales pueden proceder de diversas fuentes y en diferentes estados. Se pueden destacar el Plomo (Pb), el Arsénico (As), el Cadmio (Cd) y el Níquel (Ni). Como fuente antropogénica, estos son producidos principalmente a causa de grandes instalaciones de combustión, humos de combustiones, tráfico rodado, producción de cemento, instalaciones de incineración de residuos, minería, etc.

### **Contaminantes secundarios**



**Figura 3-1.** Crisis de contaminación del aire en la ciudad por el tubo de escape.

**Fuente:** Freepik, 2019, p.2.

Los contaminantes secundarios se crean a partir de reacciones derivadas de los contaminantes primarios y la atmosfera. Éstos son principalmente:

- Ozono (O<sub>3</sub>): Este compuesto se crea principalmente a causa de los contaminantes propios de los vehículos y por la acción de las fábricas, junto a las reacciones químicas que surgen cuando estos entran en contacto con la luz solar. Además, es el principal componente del smog.
- Sulfatos: Se pueden encontrar naturalmente en diversos minerales, aunque también se usan como aditivos de alimentos y en la industria química. En la industria automotriz, el azufre se

emite como bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y como partículas de sulfato, produciendo efectos y consecuencias contaminantes perjudiciales para la salud humana, y propiciando la acidificación de los ecosistemas (Blumberg et al., 2003, p.8).

- Oxidantes fotoquímicos: Estos se forman a través de diversos procesos de formación, como, por ejemplo: el ozono a través del ciclo fotolítico del NO<sub>2</sub>; o la reacción del ozono y el oxígeno con hidrocarburos (produciendo otros contaminantes fotoquímicos).
- Smog: Conocido también como “niebla contaminante” surge por la combinación del aire con contaminantes durante periodos de anticiclones. Se produce entonces un estancamiento del aire el cual permanece en la tropósfera por su mayor densidad. Se puede distinguir entre smog fotoquímico (los fotones de la luz solar chocan con moléculas de diferentes tipos de agentes contaminantes en la atmósfera, generando reacciones químicas) y smog industrial (cuando el aire se contamina por azufre y hollín producido por las industrias, especialmente por combustión de carbón –el cual contiene altas cantidades de azufre-).
- Aldehídos y cetonas: Son contaminantes atmosféricos primarios. Derivados de los hidrocarburos, surgen por procesos y reacciones de oxidación en la atmosfera. Pueden ser contaminantes primarios por las combustiones incompletas de múltiples carburantes fósiles o por emisiones biogénicas, o bien contaminantes secundarios procedentes de reacciones previas propias de la atmósfera.
- Nitratos: Son compuestos químicos naturales que contienen nitrógeno y oxígeno. Destaca el nitrato de peroxiacilo (compuesto secundario formado a partir de aldehídos), un contaminante atmosférico que, junto con el ozono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles (COV) y la radiación solar provoca el smog fotoquímico).
- Peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>): Este compuesto, más comúnmente conocido como agua oxigenada, a nivel ambiental genera rápidas reacciones con otros compuestos y químicos del aire que pueden causar contaminación. Y es que, por su evaporación a 20°C puede llegar rápidamente a una concentración nociva en el aire.
- Lluvia ácida: Ésta se crea cuando el agua reacciona químicamente con gases como el dióxido de azufre y óxido de nitrógeno. Esta reacción genera lluvia ácida, la cual al precipitarse acidifica el agua, daña la vegetación, reduce el nitrógeno ambiental, presenta efecto corrosivo, etc.
- Radicales libres: Como conjunto de micropartículas de diversos metales pesados, los radicales libres se generan en altas cantidades. El smog (así como el polvo o la radiación solar) es uno de los principales generadores de radicales libres, así como también se generan por motores de explosión y la combustión de fuentes de energía en multitud de industrias. Por otra parte, el contacto del ozono con nuestra piel genera también radicales libres, afectando a nuestra salud y deterioro de la piel (pérdida de colágeno e incluso irritación).

## Contaminantes criterio

Para la norma ecuatoriana de la calidad del aire bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, los contaminantes criterios (tal y como puede observarse en la tabla 1-2) son: monóxido de carbono, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, material particulado PM 10, material particulado PM 2.5 y contaminante no convencional.

**Tabla 1-1:** Contaminantes de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire

| Contaminante y Período de Tiempo  | Alerta  | Alarma | Emergencia |
|---|---|--------|------------|
| Monóxido de Carbono<br>Concentración promedio en ocho horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )        | 15000   | 30000  | 40000      |
| Ozono Concentración promedio en ocho horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )                         | 200   | 400    | 600        |
| Dióxido de Nitrógeno<br>Concentración promedio en una hora ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )         | 1000  | 2000   | 3000       |
| Dióxido de Azufre<br>Concentración promedio en veinticuatro horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  | 200   | 1000   | 1800       |
| Material particulado PM 10<br>Concentración en veinticuatro horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  | 250   | 400    | 500        |
| Material Particulado PM 2.5<br>Concentración en veinticuatro horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 150   | 250    | 350        |
| Contaminante no convencional  | Nombre, Descripción, Referencia   |        |            |
| Nombre  | Nombre: Espectrometría de Absorción Atómica   |        |            |
| Referencia  | Referencia: Method IO 3.2. Determination of metals in ambient particulate matter using atomic absorption AA Spectroscopy, (EPA/625/R-96/D10a) |        |            |
| Descripción   | El método se basa en un muestreo activo, con un muestreador de alto volumen. El análisis se realiza por Absorción Atómica (AA). Mercurio.     |        |            |

Fuente: Secretaría del ambiente. Norma de la calidad del aire, 2018.

## Calidad del aire y Organización Panamericana de la Salud (OPS)

Principalmente, la contaminación del aire se establece con la quema de combustibles fósiles, sobre todo de gas, carbón y petróleo, especialmente en las industrias y a consecuencia del uso de vehículos. Con la quema de estos, se generan pequeñas partículas y gases contaminantes, los cuales provocan múltiples consecuencias: en el planeta, el efecto invernadero. En las personas: disminución de la capacidad pulmonar y menor función de estos, enfermedades de tipo respiratoria, entre otras.



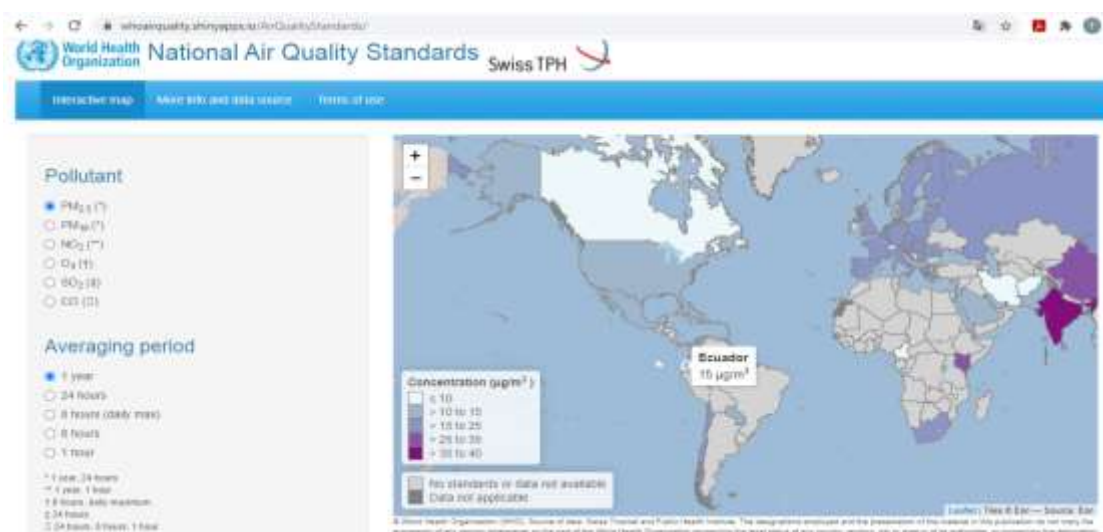
**Figura 4-1.** Logotipo OPS/OMS

**Fuente:** PAHO/WHO. Pan American Health Organization, 2016.

Por otro lado, en Ecuador, uno de los principales agentes de contaminación ambiental son los vehículos. En un estudio de la contaminación del aire y justicia ambiental en Quito, Ecuador, se mencionó que, existen tres contaminantes: material particulado fino, material grueso y las partículas sedimentables, además, han existido políticas con el fin de mejorar la calidad del aire, enfocadas en diferentes sectores, sin embargo, estos tres contaminantes sobrepasan lo recomendado en cuanto a normas nacionales e internacionales sobre la calidad del aire (Rodríguez y Cuvi, 2019, p.51).

Pese a no haber estándares o datos no disponibles aplicables para  $O_3$ ,  $SO_2$  y  $CO$ , en el mapamundi disponible (figura 4-1), según datos de la OPS en base a estándares nacionales de calidad del aire, en el último año Ecuador presentó una concentración de  $15 \mu g/m^3$  en  $Pm\ 2.5$  (partículas muy pequeñas suspendidas en el aire, formadas por sustancias químicas orgánicas, polvo, hollín y metales). Por otra parte, en las últimas 24 horas (a fecha 16 de abril de 2021) Ecuador presentó una concentración de  $65 \mu g/m^3$  (ver figura 5-1).

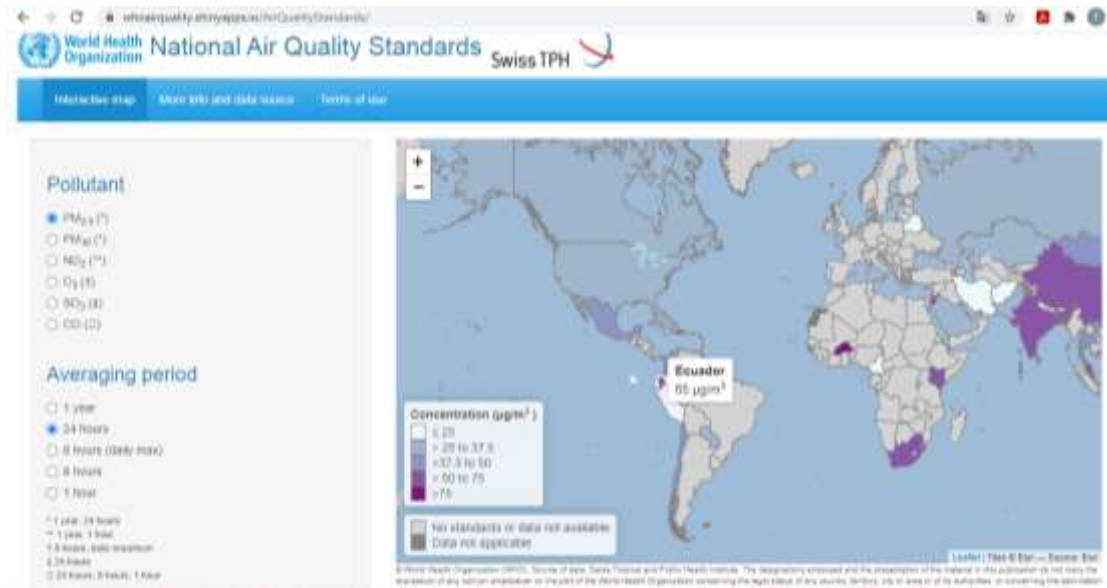
Teniendo en cuenta las directrices sobre la calidad del aire de la OMS, la concentración de partículas del contaminante  $PM\ 2,5$  en la media en 1 año no debe superar los  $10 \mu g/m^3$ , mientras que en 24 horas no debe superar los  $25 \mu g/m^3$ .



**Figura 5-1.** Contaminante  $PM_{2,5}$  Periodo Promedio 1 año

**Fuente:** OMS, Swiss Tropical and Public Health Institute. Organización Mundial de la Salud, 2019.



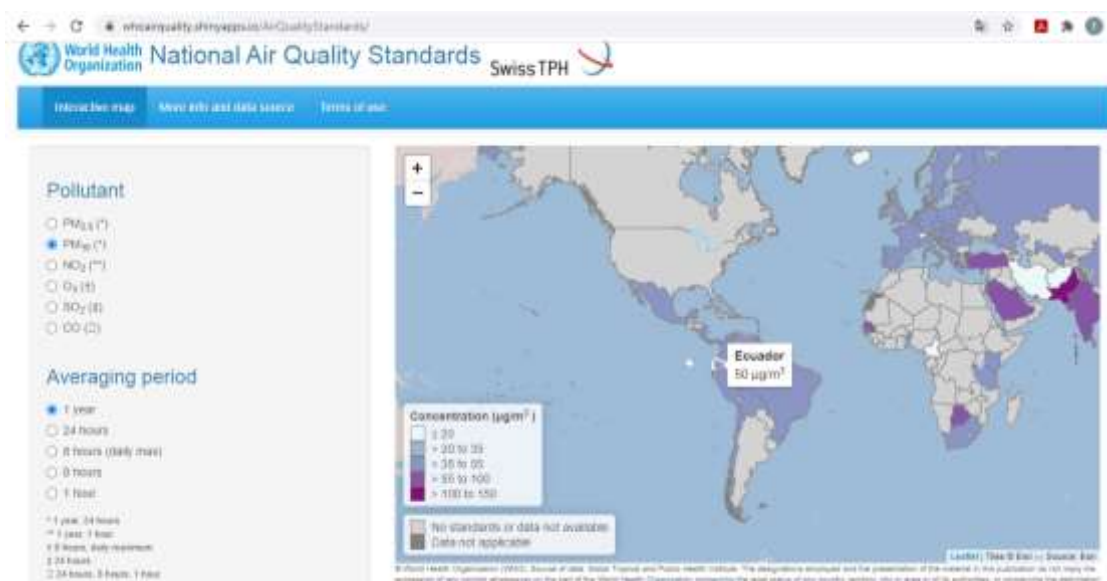


**Figura 6-1.** Contaminante PM<sub>2,5</sub> Periodo Promedio 24 horas

**Fuente:** OMS, Swiss Tropical and Public Health Institute. Organización Mundial de la Salud, 2019.

Respecto a la concentración de PM<sub>10</sub> (pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera) Ecuador presentó en el último año una concentración de 50 µg/m<sup>3</sup> (ver figura 6-1). Por otra parte, en las últimas 24 horas (a fecha 16 de abril de 2021) Ecuador presentó una concentración de 150 µg/m<sup>3</sup> (ver figura 7-1).

Teniendo en cuenta las directrices sobre la calidad del aire de la OMS, la concentración de partículas del contaminante PM 10 en la media en 1 año no debe superar los 20 µg/m<sup>3</sup>, mientras que en 24 horas no debe superar los 50 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 7-1.** Contaminante PM<sub>10</sub> Periodo Promedio 1 año.

**Fuente:** OMS, Swiss Tropical and Public Health Institute. Organización Mundial de la Salud, 2019.



**Figura 8-1.** Contaminante PM10 Periodo Promedio 24 horas.

**Fuente:** OMS, Swiss Tropical and Public Health Institute. Organización Mundial de la Salud, 2019.

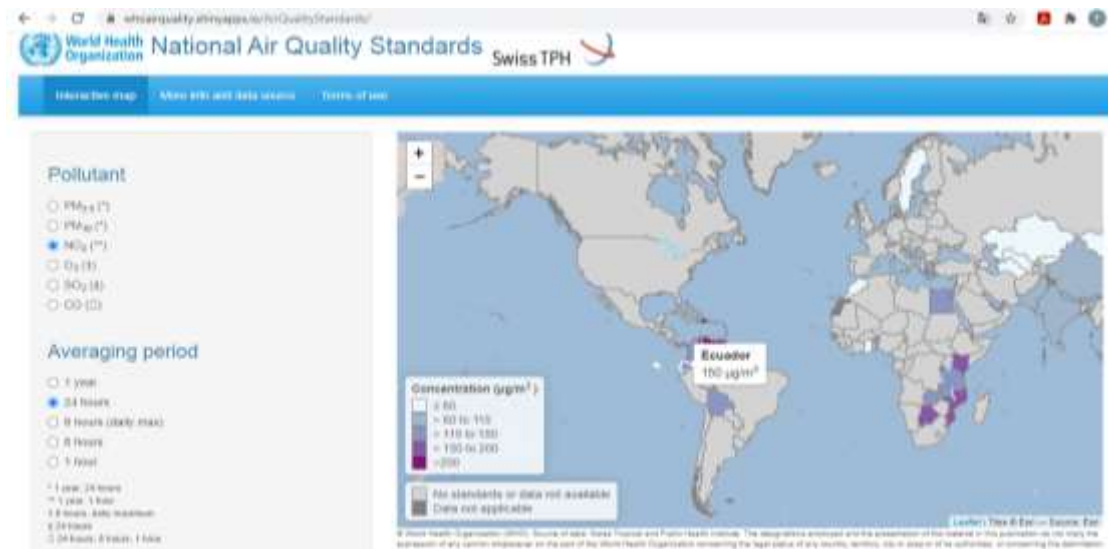
En el último año Ecuador también presentó una concentración de NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrógeno, contaminante gaseoso generado por la quema de combustibles fósiles y tráfico) de 100 µg/m<sup>3</sup> (ver figura 12-2). Por otra parte, en las últimas 24 horas (a fecha 16 de abril de 2021) Ecuador presentó una concentración de 150 µg/m<sup>3</sup> (ver figura 9-2).

Teniendo en cuenta las directrices sobre la calidad del aire de la OMS la concentración de partículas del contaminante NO<sub>2</sub> en la media en 1 año no debe superar los 40 µg/m<sup>3</sup>. Por otra parte, no hay datos sobre la concentración en 24 horas; sin embargo, si se muestran datos en 1 hora, cuyo valor es 200 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 9-1.** Contaminante NO<sub>2</sub> Periodo Promedio 1 año.

**Fuente:** OMS, Swiss Tropical and Public Health Institute. Organización Mundial de la Salud, 2019.



**Figura 10-1.** Contaminante NO<sub>2</sub> Periodo Promedio 24 horas.

**Fuente:** OMS, Swiss Tropical and Public Health Institute. Organización Mundial de la Salud, 2019.

Por ello, puede concluirse que en relación a las directrices de la calidad del aire que proporciona la OMS (ver tabla 2-2), se observa que, en Ecuador, en el promedio de 1 año y de 24 horas, las cifras (tanto de PM 2,5 como de PM 10) superan las directrices sobre la calidad del aire. En cuanto al NO<sub>2</sub>, las directrices nos proporcionan datos respecto a 1 hora. En cambio, en el mapamundi con los niveles de NO<sub>2</sub> encontramos datos para 24 horas, por lo que no se puede establecer una comparación para determinar si las emisiones de NO<sub>2</sub> se encuentran por encima o por debajo de los valores de las directrices. Por otro lado, si se puede establecer la comparación de NO<sub>2</sub> en 1 año (Ecuador supera los niveles establecidos en las directrices, de la misma manera que PM 2,5 y PM 10).

Esto resulta preocupante, por lo que se vuelve necesario invertir en los aspectos de contaminación y creación de normas y leyes que regulen las emisiones, junto a un mayor cuidado de la salud.

#### 1.4. Emisiones contaminantes de un motor de combustión interna de gasolina



**Figura 11-1.** Emisiones contaminantes

**Fuente:** Portillo, M. 2018.

Las emisiones de gases contaminantes surgen al momento de querer transformar energía, con la combustión de petróleo y sus derivados (en general combustibles fósiles como gasoil y gasolina). El oxígeno y nitrógeno del aire, al entrar en contacto y mezclarse con el carbono e hidrogeno del cual está formado el combustible de un vehículo a gasolina, se generan reacciones químicas. Carbono y oxígeno producen CO y CO<sub>2</sub>. Carbono e hidrogeno producen HC. Hidrogeno y oxígeno reaccionan formando NO<sub>x</sub>.

Así, los gases resultantes que salen por el tubo de escape son: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) –pese a no ser un contaminante directo- y micro partículas de hollín (MPC) [2019, Tecnología del Automóvil]. Y es que podemos diferenciar distintos gases producidos en la combustión interna a gasolina: los gases inofensivos y los gases contaminantes.

### **Gases inofensivos emitidos por un motor de combustión interna de gasolina**

#### **- Oxígeno (O<sub>2</sub>)**

El oxígeno es medio en porcentaje de volumen de la muestra. Es necesario para la combustión (es el comburente). Este gas, el cual podemos encontrar naturalmente en el aire, debe de encontrar un equilibrio en su mezcla, dado que si esta resulta muy elevada o muy pobre será expulsada a través del escape.

Como se menciona respecto al oxígeno (O<sub>2</sub>) en el Certificado de aprobación de modelo DME-ML-AG-2019-002 del laboratorio nacional de meteorología, Modelo AGS-688 de la marca Brain Bee: El oxígeno no se produce por el proceso de combustión de motor, viene directamente de la atmosfera. Es casi total consumido por el proceso de la combustión. En algunos vehículos usan aire adicional que se inyecta o se bombea al sistema de escape después del proceso de combustión para diluir emisiones y/o ayudar en el funcionamiento del convertidor catalítico. Este tipo de sistema debe desactivarse antes de actuar cualquier mención de gases con propósito de diagnóstico.

La mezcla suministrada al motor, definida como factor de exceso del aire (Lambda), ejerce una influencia decisiva en la composición de los gases de escape. El motor produce su torque a aproximadamente Lambda=0.9, así esta proporcionado de Aire/Combustible generalmente se programa para el funcionamiento de plena carga. La economía de combustible óptima se logra con mezclas en el rango de Lambda= 1.1 Esto coincide con la situación de baja emisión de CO y HC; los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) sin embargo, están al máximo en la situación.

Cuando el valor Lambda del gas de escape es igual a 1.00, se considera que el motor está operando con la proporción de Aire/Combustible óptima que no es ni rica ni pobre.

El contenido de oxígeno en los gases se usa como un indicador más que como un valor de diagnóstico. Por ejemplo, cuando los CO<sub>2</sub> son bajos, y los O<sub>2</sub> son altos la mezcla de aire combustible es normalmente pobre. Cuando los CO<sub>2</sub> son bajos y los O<sub>2</sub> son bajos, la mezcla de aire combustible es rica.

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Este gas se produce al realizarse la combustión completa (reacción química entre un hidrocarburo y el oxígeno, generando CO<sub>2</sub>). Aunque no es peligroso en concentraciones medias, su exceso provoca el conocido “efecto invernadero”. Como se menciona respecto al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el Certificado de aprobación de modelo DME-ML-AG-2019-002 del laboratorio nacional de meteorología, Modelo AGS-688 de la marca Brain Bee:

El dióxido de carbono es medido en porcentaje de volumen. Este gas es un compuesto que se forma cuando un átomo de carbono del combustible o hidrocarburos se combina con dos átomos de Oxígeno del aire durante el ciclo de combustión de un motor. Como un átomo de carbono se puede combinar con uno o dos átomos de Oxígeno, cuando la eficiencia de la combustión es pobre, se forma Monóxido de carbono (CO). Si se logra una buena eficiencia de la combustión se formará el Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La proporción de CO y CO<sub>2</sub> en los gases del escape es una muestra de la eficiencia de la combustión. Para tener una idea aproximada de la proporción de Aire/Combustible, simplemente sume el CO al CO<sub>2</sub>.

Ejemplo 1.25% CO + 13.50% CO<sub>2</sub> representan una proporción de Aire / Combustible aproximada de 14.75 partes de aire a 1 parte de combustible. Debemos señalar que esta fórmula sólo es una guía y no será usada como un cálculo exacto de la proporción de Aire/Combustible.

Como el Dióxido de carbono es un verdadero indicador de la eficiencia de la combustión, la lectura de concentraciones altas de CO<sub>2</sub> indica un alto grado de combustión eficaz. El Dióxido de carbono no es tóxico y es "respirado" por las plantas que convierten en sus componentes básicos de carbono y Oxígeno. Aunque no es toxico es uno de los gases responsables del efecto invernadero. Cuando el volumen de dióxido de carbono en los gases de escape está en el nivel más alto, entonces el motor está operando al grado más alto de eficacia de la combustión.

- Nitrógeno (N<sub>2</sub>)

Como principal componente del aire (alrededor del 78% de este), se añade por el aire de combustión. Disipa el calor y sirve como medio inerte en el proceso. Pese a ello algunos compuestos pueden ser muy reactivos y producir irritación ocular y de las mucosas, reducir la capacidad pulmonar, e inclusive provocar alergias y asma. Por eso hay que tener en cuenta que si el triple enlace (unido a los dos átomos de nitrógeno que forman estas moléculas) se rompe, la naturaleza del nitrógeno puede cambiar enormemente.

- Hidrogeno (H)

En la combustión del motor, este produce agua al combinarse con el oxígeno gracias al calor que se genera en el proceso. Puede producir asfixia, pero no es tóxico. Es uno de los elementos más simples, ya que está formado por un electrón y un protón. Como combustible, es considerado uno de los más limpios, dado que presenta la capacidad de combinarse a nivel químico con la mayoría de elementos. Y es que a nivel vehicular este elemento puede usarse como electricidad en una pila de combustible o bien, también puede usarse en un motor de

combustión interna. Por ello, por ejemplo, Toyota ha apostado por este elemento como nuevo combustible alternativo en la producción de sus vehículos. Y es que “Toyota colabora con científicos holandeses para lograr un método de producción industrial de hidrógeno que no consuma recursos, ni contamine, y sea viable, para poder alimentar a sus vehículos de pila” (Costas, 2019, p.5).

- Vapor de agua (H<sub>2</sub>O)

La molécula de agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno unidos por un enlace covalente. El H<sub>2</sub>O se encuentra en el ambiente en cualquiera de los siguientes estados (sólido, líquido o gaseoso), el cual es liberado por el escape del *vehículo*. Por otra parte, como mencionan (Pérez y Gónima, 2014, p.10): “Este estudio muestra la importancia del contenido de vapor de agua atmosférico como indicador del calentamiento global (...)”.

En consecuencia, uno de los cambios que marcará la diferencia en cuanto a emisiones, cambio climático, calentamiento global y movilidad es la implementación, adaptación y uso progresivo de combustibles alternativos.

### **Gases contaminantes emitidos por un motor de combustión interna de gasolina**

- Monóxido de carbono (CO):

Se trata de un gas venenoso, incoloro, inodoro e insípido que puede permanecer en la atmósfera entre 2 y 4 meses. Cabe mencionar que el CO es un estado intermedio en la formación del CO<sub>2</sub> cuando se produce falta de oxígeno en el proceso de combustión. El CO puede producir intoxicación (es altamente tóxico, puede provocar la muerte si se respira ya que desplaza las moléculas de oxígeno de los glóbulos rojos de la sangre), especialmente si el vehículo no está en marcha, pero si con el motor encendido, recomendándose en este caso, la ventilación del espacio.

Y es que como se informa al respecto del monóxido de carbono (CO) en el Certificado de aprobación de modelo DME-ML-AG-2019-002 del laboratorio nacional de meteorología, Modelo AGS-688 de la marca Brain Bee: La inhalación del 0.3% de volumen de CO puede causar la MUERTE en 30 minutos. El Monóxido de carbono (CO) es medio en porcentaje de concentración. Se forma cuando se intenta quemar el combustible, pero no hay oxígeno suficiente para quemarlo completamente (mezcla rica). Las mezclas de combustible parcialmente quemadas siempre generan CO, la concentración alta de CO en los gases indica la presencia de cantidades grandes de combustible parcialmente quemado (esto indica que el motor no está trabajando en condiciones óptimas).

En la mayoría de los casos, el Monóxido de carbono es un indicador de problemas de suministro de combustible. Sin embargo, el ingreso de vapor de combustible por la válvula de ventilación positiva del cárter y el aceite del motor contaminado por combustible también puede afectar el volumen de CO en los gases de escape. El CO muy bajo nos indica una mezcla pobre, mientras que las lecturas altas de CO son el resultado de una mezcla rica. Las válvulas de ventilación de

cánister defectuosas también afectan la lectura de CO. El monóxido de carbono debe ser muy bajo o inexistente en vehículos equipados con un convertidor catalítico que funcione correctamente.

Por lo tanto, las causas de CO Alto pueden ser: Mezcla Rica, ralentí bajo y/o inestable, partículas de suciedad que tapan los conductos de aire del carburador (muy común), filtro de aire sucio, válvula de ventilación positiva del cárter bloqueada o defectuosa, saturación del depósito de carbón activado de cánister, aceite contaminado por el combustible, inyectores de combustible que gotean, funcionamiento defectuoso del sistema electrónico de inyección y presión de combustible excesivamente alta.

#### - Hidrocarburos (HC)

Puede surgir de la combustión incompleta o de la evaporación de la gasolina. Éstos son compuestos orgánicos gaseosos formados por hidrogeno y carbono. Son tan numerosos en la atmosfera que se agrupan según su estructura. Aun así, los HC generan componentes de smog fotoquímico y oxidantes fotoquímicos si estos entran en contacto con la luz solar (y previamente se han combinado con óxidos de nitrógeno). Los HC son tóxicos, pudiendo provocar irritación ocular, irritación en la piel e incluso a nivel pulmonar.

Y es que como se informa al respecto sobre los hidrocarburos (HC) en el Certificado de aprobación de modelo DME-ML-AG-2019-002 del laboratorio nacional de meteorología, Modelo AGS-688 de la marca Brain Bee:

Se trata de combustible crudo sin quemar y es el derivado de una combustión pobre e incompleta. Los hidrocarburos son típicamente medidos en partes por millón (ppm). Todos los motores siempre producen algún exceso de hidrocarburos cuando parte del combustible permanece sin quemar al haber sido enfriado por la pared del cilindro, relativamente fría, en las cámaras de combustión. Los hidrocarburos son un indicador excelente de problemas de ignición y/o mecánicos. (En caso que los HC elevados se mantengan a distintos regímenes de vueltas el problema será de ignición).

Las lecturas de hidrocarburo altas pueden ser causadas por varios factores: Mezcla muy rica, mezcla muy pobre, pérdida de vacío, fallas de ignición (insuficiente duración de la chispa, causada por problemas en las bujías, circuito primario de ignición, bobina, tapa de distribuidor o cables de bujía defectuosa), tiempo de encendido avanzado, baja comprensión, motor frío, aceite contaminado por el combustible.

Los hidrocarburos serán muy bajos o inexistentes cuando el convertidor catalítico esté funcionando correctamente.

#### - Óxidos de nitrógeno (NOx)

NOx es un término usado para describir los diferentes compuestos de nitrógeno y oxígeno que se forman durante el proceso de la combustión de un motor. NOx es medido en partes por millón. También es sumamente peligroso cuando penetra el tejido pulmonar.

Y es que como se informa al respecto la pared a los óxidos de nitrógeno (NOx) en el Certificado de aprobación de modelo DME-ML-AG-2019-002 del laboratorio nacional de meteorología, Modelo AGS-688 de la marca Brain Bee:

El monóxido de nitrógeno es un gas incoloro, insípido e inodoro. Cuando se pone en contacto con el aire puro se transforma en el en dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). El NO<sub>2</sub> es un gas castaño rojizo venenoso con un olor penetrante. Las concentraciones encontradas en los gases de escape y el aire sumamente contaminado pueden producir irritación en las membranas mucosas de las personas.

Otros óxidos de nitrógeno son N<sub>2</sub>O Óxido nitroso, trióxido de nitrógeno N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, y pentóxido de nitrógeno N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Desgraciadamente un motor diseñado y puesto a punto para producir bajo CO y HC pasa a ser un productor de NOx. Cuando más caliente esta un motor más energía entrega, es cuando más se empiezan a producir NOx. La presencia de NOx en gases de escape es disminuida de dos formas diferentes por los fabricantes del vehículo. Algunos fabricantes emplean una recirculación de gases (EGR), que es una válvula para reciclar alguno de los gases de escape hacia el proceso de combustión. Este concepto tiene efecto de disminuir temperaturas de la combustión reduciendo así la emisión de NOx. El otro método que ha ganado más aceptación, es utilizar un convertidor catalítico de tres vías.

Se considera que, “El principal problema de los óxidos de nitrógeno no es su presencia sino la capacidad de formar contaminantes secundarios más peligrosos, como lo es el ozono, y de potenciar la formación de material particulado en la atmosfera” (Echeverri, 2019, p.104).

- Plomo

Este es un elemento el cual se puede observar como polvo, aerosol o vapor. Mayoritariamente se encuentra en la atmosfera en forma de pequeñas partículas, producidas a partir de la actividad de diversas industrias (sobre todo la industria minera), la combustión de carbón y especialmente por las combustiones de gasolina con plomo. En la gasolina se encuentra como Tetra-etilo Plomo y pese a que este actualmente se ha substituido en las gasolinas sin Plomo, ambos presentan altos índices de octano. Si se utiliza gasolina con plomo, existe riesgo de inhalación. Si la exposición es alta y se repite, puede causar anemia, hipertensión, inmunotoxicidad, disfunción renal e incluso toxicidad reproductiva. Cabe mencionar que al eliminar el plomo de la gasolina se puede reducir el número de octanos.

### **1.5. Sistemas post tratamientos: sonda lambda**

En la actualidad, los gases de escape se rigen según normativas de emisiones cada vez más restrictivas. Por ello, existen distintos sistemas para tratar, controlar y reducir los niveles de emisión de dichos gases en cada vehículo. Esto resulta altamente importante, para reducir así la contaminación atmosférica que tanto afecta al planeta. Algunos de los sistemas de post



tratamiento pueden ser el catalizador, sonda Lambda (una o dos según el vehículo), sistema de recirculación de gases, etc.

Dentro de estos sistemas intervienen tanto actuadores como sensores, los cuales se encargan del monitoreo y acción directa en el sistema de escape del vehículo para reducir las emisiones contaminantes. Esto además optimiza el funcionamiento del motor.

La sonda lambda o también denominado sensor de oxígeno, nos ayuda a medir la cantidad de oxígeno con exactitud contenido dentro de los gases de escape. Esto permite determinar el punto de partida óptimo para regular la dosificación adecuada de aire-combustible. Esto nos permite generar la cantidad idónea de combustible que va a ingresar al motor para que esta prácticamente se combustione en su totalidad y no existan desbalances, ya sea de mezclas ricas o mezclas pobres.

### **Tipos de sonda lambda**

- Sonda lambda de dióxido de circonio: constituida por materiales que permiten el paso de oxígeno a partir de 300°C (material iónico, concretamente un electrolito de circonio).

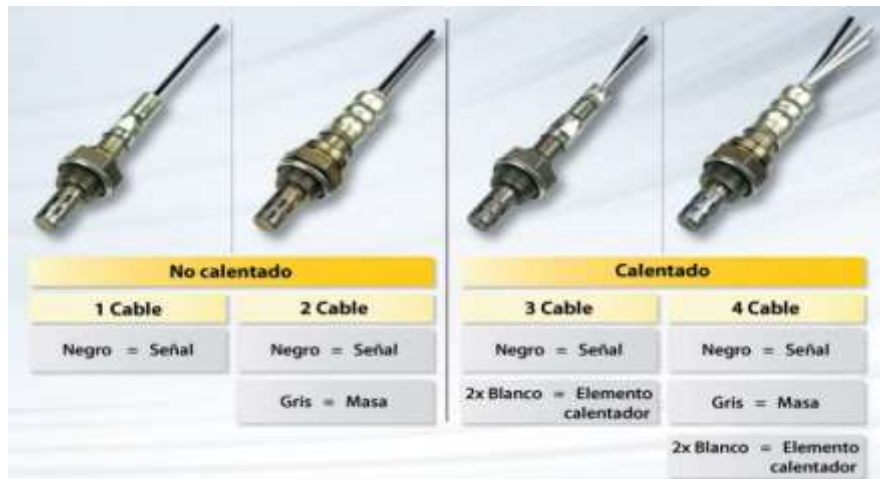
Los electrodos presentes en la sonda lambda nos permiten medir la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape y compararla con la cantidad de oxígeno presente en el ambiente (usado como referencia).

Como propiedades destacan: alta resistencia térmica y a toxinas, funcionamiento ágil, alta fiabilidad.

Esta sonda puede ir en el vehículo ya sea antes del catalizador, después del catalizador o en ambos. Cuando se encuentra ubicada antes del catalizador se denomina “sonda reguladora”. Si se encuentra ubicada después del catalizador se denomina “de diagnóstico”.

Dicha sonda cuenta con dos partes cubiertas por platino, el cual permite optimizar las funciones -actuando como electrodo-: la parte externa (orientada a los gases de escape) y la parte interna (en contacto con el aire ambiental).

En lo que respecta a los cables, tal y como se observa en la figura 11-2 con los que se encuentra predispuesta la sonda, nos podemos encontrar con varias disposiciones, las cuales estarán en función de que la sonda cuente con autocalentamiento o no.



**Figura 12-1.** Disposición de cables en función del tipo de sonda lambda

Fuente: Cives, 2011, p.1.

- Sonda lambda de dióxido de titanio

La sonda de titanio destaca por no necesitar aire como referencia, logra velozmente la temperatura óptima a alcanzar y presenta una alta capacidad de reacción, lo cual se ve potenciado por ser una estructura compacta y ser además una sonda binaria.

Así mismo, la alta capacidad de resistencia eléctrica que posee el dióxido de titanio permite modificar a conveniencia la resistencia dependiendo de la cantidad de oxígeno presente en el escape. Esto hace que la resistencia proporcione información acerca de la actividad del motor.

Inicialmente estas sondas eran las más utilizadas. Pero hoy en día las sondas lambda de circonio son las más recurrentes. En la imagen se puede observar el tipo de cables diferenciados según el color de una sonda lambda de titanio, las cuales siempre se encuentran conformadas por 4 cables.



**Figura 13-1.** Asignación de cables para sondas lambda de dióxido de titanio

Fuente: Cives, 2011, p.5.

#### - Sonda lambda de banda ancha

Este tipo de sonda se usa habitualmente en los motores a gasolina; aun así, es muy usada en los vehículos diésel. Dado que en la actualidad existen un sinnúmero de normativas enfocadas hacia la reducción de emisiones contaminantes, la industria automotriz se ve en la necesidad de implementar progresivamente sistemas que ayuden a la reducción de dichas emisiones, como es el caso de la sonda lambda de banda ancha. Esta permite que el motor funcione de manera regulada al margen de la mezcla estequiométrica.

La señal proporcionada por esta sonda resulta proporcional a la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape. Esto, unido a las múltiples ventajas de dicha sonda (velocidad de funcionamiento inicial, resistencia térmica, alta fiabilidad, estructura hermética con la que se genera la importante referencia de oxígeno) hace de la sonda lambda un excelente componente del sistema de escape.

En la imagen se puede observar el tipo de cables diferenciados según el color de una sonda lambda de banda ancha, las cuales siempre se encuentran conformadas por 5 cables.



**Figura 13-1.** Asignación de cables para sondas lambda de banda ancha

Fuente: Cives, 2011, p.5.

### 1.6. Catalizador

El catalizador es definido por el diccionario de la RAE (Real Academia Española) como: “3. m. Mec. En los motores de combustión interna, dispositivo que, mediante una sustancia catalizadora, produce reacciones que disminuyen la toxicidad de los gases de la combustión”. Por otro lado, se define sustancia catalizadora como: “1. adj. Quím. Dicho de una sustancia: Que, en pequeña cantidad, incrementa la velocidad de una reacción química y se recupera sin cambios esenciales al final de la reacción. U. t. c. s. m.”).



**Figura 14-1.** Catalizador

Fuente: Cives, 2011, p.5.

El catalizador es un dispositivo, el cual tiene como objetivo reducir los gases contaminantes producidos por el motor. Esto sucede gracias a la catálisis (1. f. Quím. Incremento de la velocidad de una reacción en presencia de un catalizador - RAE).

Para que el catalizador funcione de manera óptima debe alcanzar entre 400 y 700 grados centígrados. La localización del dispositivo permite que la energía calorífica llegue y aumente su temperatura. Dicho proceso es posible mediante la catálisis de gases (reacción química que genera la oxidación de los gases nocivos, transformándolos a consecuencia en gases inocuos como vapor de agua y oxígeno).

### **Tipos**

- Catalizador de una sola vía o de reducción

Formado por una sola vía de escape, en este tipo de catalizador se genera el proceso de catalítico cuando los gases pasan a través de sus celdas, donde se oxidan y pasan a resultar gases menos contaminantes (gracias al platino y paladio incrustados en el catalizador, el CO y HC se transforman en CO<sub>2</sub> y también en vapor de agua o H<sub>2</sub>O).

- Catalizador de oxidación o de dos vías

Gracias a este tipo de catalizador se transforman dos de los contaminantes más nocivos: el monóxido de carbono pasa a convertirse en dióxido de carbono, mientras que todos los hidrocarburos (es decir, tanto quemados completamente como parcialmente) pasan a ser agua y dióxido de carbono. Cada proceso de oxidación sucede en una vía diferente (una vía se usa para la oxidación del monóxido de carbono, mientras que en la otra vía sucede la oxidación de los hidrocarburos). Por otra parte, las funciones de estos catalizadores en los gases de escape no se pueden controlar, además, se usan en motores Diesel, se considera que, las temperaturas máximas de emisión en los motores diésel no permiten que se dé la fundición del monolito cerámico (García,2015, p.26). Cabe mencionar que el óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) no se encuentra

afectado en este catalizador, sino que es el sistema EGR el que se encarga de reducir sus niveles.

- Catalizador de triple vía

En este tipo de catalizador elimina los tres contaminantes principales existentes en cuanto a gases contaminantes a través de tres reacciones simultáneas: los óxidos de nitrógeno se reducen a nitrógeno y oxígeno; el monóxido de carbono se oxida y transforma en dióxido de carbono; los hidrocarburos (ya sean total o parcialmente quemados) se oxidan y convierten en dióxido de carbono y agua. De esta manera, este es el catalizador con el que se obtienen mayores beneficios en cuanto a una menor contaminación. En relación al catalizador de triple vía, se puede encontrar el catalizador de triple vía con inyección de aire.

Este, gracias a la inyección de aire procedente del exterior permite aumentar la potencia del vehículo y reducir en mayor medida los gases contaminantes (reduce el  $\text{NO}_x$  transformándolo en  $\text{N}_2$ , así como oxida los HC y CO presentes, dando como resultado  $\text{CO}_2$ ).

### **1.7. Analizador de gases: modelo Maha 6.3**

Un analizador de gases es un dispositivo que permite recoger y medir los gases que el tubo de escape de un vehículo expulsa a la atmósfera. Este debe encontrarse correctamente homologado según la normativa existente en cada país para su correcto uso, de manera que cumpla adecuadamente su función al ser usado en los motores de combustión interna. Son dispositivos analizadores que tienen sensores para diferentes gases, se usan para poder determinar la concentración de los compuestos de los gases de escape, además, se utilizan en talleres mecánicos para poder detectar si existen posibles fallas en los vehículos y a la vez verificar que éstos se ajusten a los límites permitidos para las emisiones contaminantes (Garín 2017, p.01).

Por ello, gracias a su capacidad de medición en porcentajes de los diversos compuestos químicos emitidos, los resultados son precisos. Esto resulta de especial importancia, dado que su uso nos permite conocer los diversos factores (ya sean del vehículo o propios del combustible) influyentes en la producción de gases contaminantes, residuos y productos no quemados (determinantes para el conocimiento de las emisiones contaminantes que el vehículo produce).

#### **Principios de medición**

El analizador cuenta con diversos sensores los cuales permiten detectar con mayor precisión los diferentes vapores y gases tóxicos. Para ello, en base al principio de transducción este convierte determinadas propiedades de dichos elementos en señales eléctricas que posteriormente podrán ser medidas. Entre los sensores usados en la detección tanto de vapores como de gases tóxicos, presentan un común uso los sensores infrarrojos, los sensores electroquímicos y los sensores de perla catalítica.

#### - Sensor infrarrojo

Gracias a los sensores infrarrojos se logra captar adecuadamente la concentración de hidrocarburos emitidos por el tubo de escape según la longitud de onda detectada por la absorción de energía (o radiación infrarroja) que presente cada gas (específicamente, los gases formados por más de un átomo captan dicha radiación). Aun así, no todos los gases son detectables a los sensores infrarrojos (como por ejemplo oxígeno, hidrogeno o cloro, a diferencia de dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de carbono o metano los cuales si son detectables).

#### - Sensor electroquímico

Dado que el análisis de la combustión es imprescindible para una segura y correcta ejecución de los diversos procesos de funcionamiento de un vehículo, el principio de medición a través de sensores electroquímicos resulta práctico y funcional. Dichos sensores, reaccionan a una determinada cantidad de concentración de gases y generan una señal de medición (donde comúnmente es usado un electrodo de referencia, el cual estabiliza dicha medición).

En este principio se detectan los cambios derivados de la corriente eléctrica entre las reacciones químicas de un electrodo de detección o trabajo, y un electrodo contador. En dicho proceso, los diversos gases detectados (concretamente oxígeno y nocivos como NO, CO H<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, etc.) reaccionan ante la presencia del electrodo de detección. Es entonces cuando se produce una reacción de oxidación-reducción (REDOX) en la que los electrones perdidos en la semirreacción de oxidación (especie reductora, la cual se oxida) son captados por el oxidante (semirreacción de reducción, donde la especie gana electrones, la cual se reduce).

#### - Oxidación catalítica

Para que el proceso de oxidación catalítica pueda llevarse a cabo, es necesario contar con una concentración superior al 10% de O<sub>2</sub> en el ambiente. Así, será posible tratar las emisiones que contengan compuestos orgánicos volátiles (COV). Para cumplir su objetivo (depuración de COV), con un rápido tiempo de respuesta (generalmente inferior a 15 segundos) se precalienta el aire de entrada con el aire depurado de salida gracias tanto al catalizador como a un intercambiador de calor (logrando la combustión en temperaturas más bajas que la térmica). Es importante mencionar y tener en cuenta el riesgo para la correcta medición en oxidación catalítica que suponen diversos venenos catalíticos (como siliconas RTV, tetraetil plomo, halógenos –cloro, bromo, flúor-, entre otros) e inhibidores (H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> o derivados halogenados principalmente). Los sensores pueden verse comprometidos y reducir su sensibilidad y respuesta.

En el proceso de detección de gases inflamables y depuración de COV, son necesarios dos filamentos de Platino (Pt), uno detector y otro compensador. Este último no solo se encuentra recubierto de alúmina (u óxido de aluminio) para evitar la oxidación catalítica durante el proceso, sino que además evita la influencia de diversos parámetros (tales como humedad o

presión barométrica) que influirían negativamente en el proceso. Ambos filamentos, además, cuentan con un acondicionamiento antideflagrante que evita las combustiones súbitas no deseadas.

### 1.8. Motor a gasolina

En el auge de la Revolución Industrial (la cual inició en Reino Unido en 1760, finalizando en 1840 y la cual trajo consigo grandes cambios y transformaciones a nivel tecnológico, social y económico), el motor o máquina de vapor tuvo un gran uso y aceptación en la época. Ayudó a mover diferentes aparatos y máquinas, facilitando así multitud de trabajos y a consecuencia, la vida de las personas en sus quehaceres.

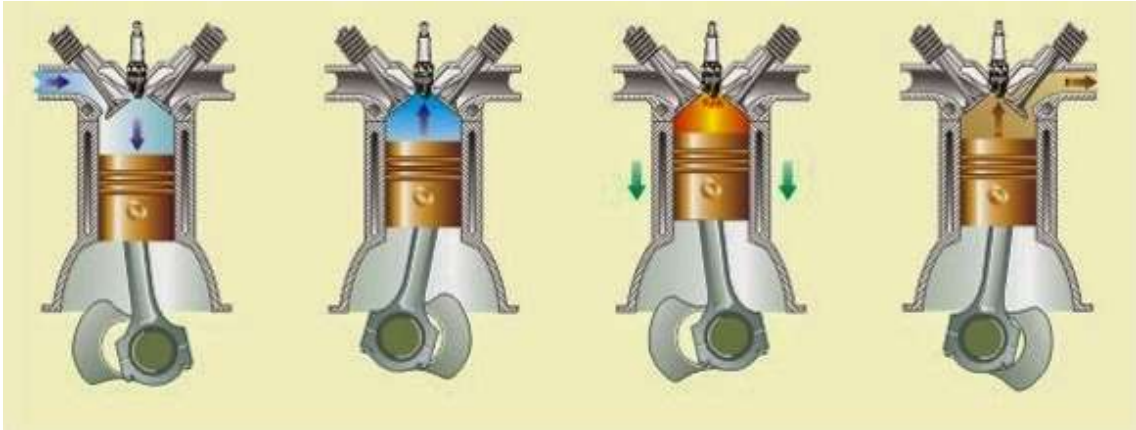


**Figura 15-1.** Motor de combustión interna.

Fuente: Solver DCA, 2018, p.2.

#### **Funcionamiento**

El motor a gasolina (motor a gasolina de Otto, también conocido como motor de explosión) está diseñado como motor de combustión interna para usar la explosión del combustible y de esta forma, generar energía (paso de energía química a energía mecánica). El funcionamiento más convencional (pese a existir otros diversos) es el de cuatro tiempos, el cual reúne diversas características. Éste se divide en cuatro tiempos y fases (cuatro carreras del pistón o dos del cigüeñal) las cuales en completarse permiten generar movimiento en el motor y consecuentemente movilizar el vehículo.



**Figura 16-1.** Ciclos de un motor de 4 tiempos.

**Fuente:** FPB2. Mantenimiento de vehículos, 2017.

Primer tiempo - Fase de admisión

Segundo tiempo - Fase de compresión

Tercer tiempo - Fase de explosión

Cuarto tiempo - Fase de escape

### **Sistema de alimentación por inyección**

Su función, es dosificar de manera exacta el combustible que el vehículo necesite en cada momento en el proceso de combustión propio del motor. Cabe mencionar que, a diferencia de los motores diésel (únicamente con funcionamiento de inyección), los motores a gasolina se pueden distinguir por funcionar con inyección de gasolina indirecta, o bien inyección de gasolina directa (distinción según la ubicación del inyector).



**Figura 17-1.** Motores de Inyección directa a gasolina (GDI). BG Products.

**Fuente:** Motor Ok, 2018.

La inyección de gasolina indirecta se efectúa cuando se administra el combustible de manera externa a la cámara de combustión desde el colector de admisión, mezclándose con el aire en movimiento y entrando entonces, en el cilindro. Este sistema de inyección, además, aunque permite una relación de compresión menor, sus emisiones son bajas.



Por una parte, la inyección mono punto (situado antes de la mariposa de gases) usa un solo inyector para inyectar el combustible en un colector común en los cilindros. Este inyector normalmente se encuentra en el lugar del carburador, por lo que el suministro de combustible es continuo y regulado en base a la información proporcionada por los distintos sensores y la presión de inyección (permitiendo reducir gastos).

Por otro lado, la inyección multipunto (situado tras la mariposa de gases) presenta un inyector individual y exclusivo para cada cilindro. De esta manera, el combustible entra de manera directa a los cilindros y pulveriza de manera independiente el combustible desde la válvula de admisión (produciéndose un aumento de la eficacia por permitir un mayor control de las cantidades de combustible a usar en el funcionamiento del motor).

El modo de inyección intermitente en cambio, sucede cuando el ECU (o Unidad de Control del Motor, la cual controla electrónicamente múltiples operaciones y aspectos de la combustión interna del motor del vehículo), controla específicamente el suministro de combustible que los inyectores realizan (gracias a una serie de impulsos enviados desde el propio ECU hacia dichos inyectores).

En la inyección secuencial el ECU (Unidad de Control del Motor) dirige y controla eficazmente la inyección del combustible de manera individual en cada cilindro (esto es, de uno en uno), sincronizando la inyección con la apertura de la válvula de admisión.

En la inyección semisequencial a diferencia de la inyección secuencial, los inyectores se activan y expulsan el combustible de dos en dos. Por otro lado

En la inyección simultánea como su nombre lo indica, permite que todos los inyectores (si la ECU lo demanda) se abran y cierren en sincronía, librando a modo de pulverización, el combustible.

La inyección mecánica (como sistema más antiguo, se remonta a los inicios del uso de la inyección como nuevo sistema en el mundo automotriz), se basa en la presión del combustible para su regulación (de manera mecánica) hacia el sistema de admisión y a los cilindros.

La inyección electromecánica por otra parte, surge como evolución de la inyección mecánica al combinarse con una Unidad de Control del Motor (ECU). Gracias a esto, la inyección electromecánica permite captar y regular las distintas señales eléctricas que los sensores emiten.

Por otro lado, la inyección electrónica, con gran auge en la actualidad no solo permite un mejor rendimiento del motor y una menor contaminación, sino que además los inyectores se accionan electrónicamente, permitiendo una mayor eficiencia al vehículo. Se considera que, “los vehículos modernos cada día incorporan más componentes electrónicos. Como consecuencia, también se ha aumentado el número de sensores. Estos sensores actúan como los ‘órganos sensitivos’ de un vehículo” (Bosch, 2010, p.1).

## 1.9. La gasolina



**Figura 18-1.** Gasolina

**Fuente:** Soy Motor, 2018.

La gasolina como producto obtenido de la destilación del petróleo, actualmente es un combustible muy extendido. Su creciente uso con el paso de los años ha generado cada vez más interés por adaptar este producto al mundo actual. Por ello, la gasolina para uso en motores debe reunir una serie de condiciones específicas (tanto para el correcto funcionamiento del motor, como para ajustarse a las leyes de contaminación ambiental concretas de cada país).

La gasolina está formada por una mezcla de hidrocarburos derivados del petróleo. Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados básicamente por átomos de carbono e hidrógeno, aunque como mencionan (Boluda et al., 2019, p.53): “se trata de mezclas complejas que pueden estar formadas por más de quinientos compuestos químicos diferentes, algunos de ellos tóxicos”.

Respecto al combustible usado en automóviles y su calidad, esta se evalúa según el Índice de Octanos (IO) que presente (es decir, la capacidad de anti detonación de la gasolina, según la relación de compresión que exista). El IO puede mejorarse al añadir distintas clases de aditivos. A mayor nivel de octanaje (del 0 al 100) más tardara en explotar el combustible en las cámaras de combustión del vehículo.

### 1.10. Valores de la gasolina

Existen dos valores según especificaciones técnicas en distintos países gracias a los cuales se mide y clasifica el comportamiento de la gasolina. Estos son:

R.O.N (Research Octane Number): Suelen aparecer en las estaciones de servicio, dado que representa en comportamiento en la ciudad (entornos urbanos), a bajas temperaturas y

velocidades, pero con numerosas aceleraciones, la medición suele ser menor precisa, aunque más elevada que M.O.N.

M.O.N (Motor Octane Number): Se usa para determinar y referenciar cómo se comporta la gasolina fuera del medio urbano (es decir, en trayectos de carretera) gracias a un motor estático, teniendo en cuenta la conducción regular y un alto régimen. En este tipo de ensayos, a diferencia del R.O.N., el motor se revoluciona y sobrecarga en mayor medida.

Pese a que en la mayoría de países Europeos se usa el R.O.N., en Estados Unidos, México, Canadá y otros países se usa una media simple, intermedia entre R.O.N. y M.O.N: el Índice antidetonante (AKI) como promedio de los métodos científicos para determinar el octanaje.

En Ecuador se comercializan y usan dos tipos de gasolina: extra (la cual presenta 87 octanos) y súper (de 92 octanos). Y es que a mayor octanaje mayor capacidad para evitar la explosión anticipada en la compresión del motor.

### 1.11. Aditivos



**Figura 19-1.** Ventajas de poner aditivo a la gasolina del automóvil

Fuente: Siza, 2020.

Los aditivos son sustancias químicas que al mezclarse con el combustible cambian sus propiedades y lo mejoran. No solo permiten alargar la vida útil del vehículo y motor, sino que además aportan protección, limpieza y lubricación a distintas partes de éste. Por ello, los aditivos deben someterse a estrictos controles y normas de calidad, para garantizar la calidad del producto, y de esta manera mejorar el rendimiento del motor y autonomía del vehículo.

Es muy importante el uso de aditivos de calidad, o de lo contrario, si la combustión del carburante no es adecuada, se pueden generar depósitos en los inyectores que provoquen pérdida de potencia en el motor e incluso emisiones contaminantes peligrosas para la salud. Por ello, la Carta Mundial de los Combustibles (Worldwide Fuel Charter- WWFC) es el organismo internacional que se encarga de dar recomendaciones específicas sobre la calidad en

combustibles, y a su vez actualizándose con investigaciones científico-técnicas para establecer criterios dentro de la tecnología automotriz más reciente.

Así, existen multitud de aditivos que cumplen distintas funciones, dentro de los cuales podemos encontrar los siguientes.

– Oxigenadores

Conformados en su mayoría por éteres y alcohol, su uso puede ayudar a disminuir la contaminación ambiental y el smog, ya que permite reducir el hollín, el monóxido de carbono, y otros hidrocarburos no quemados, principalmente. A consecuencia, se producirá un aumento en la combustión de la gasolina y por consiguiente mejorará el rendimiento y potencia del vehículo. Mayoritariamente los aditivos más comúnmente usados para lograr dicha mejora de combustión de la gasolina son el etanol y el éter metil tert-butílico, metil tert-butil éter, metil terc-butil éter (MTBE) (Rocha y Zambrano, 2015, p.15).

En países como Estados Unidos, por ejemplo, este aditivo viene previamente mezclado en el propio combustible, aproximadamente en un 10% de este.

Además, como mencionan (Palencia et al., 2014, p.23), añadir oxigenadores influenciará y modificará de una u otra manera a sus propiedades según lo concentradas que estén. Así, dada las características de la gasolina según el grado de concentración de sus compuestos, se añadirán oxigenadores y otros aditivos cuando el objetivo sea reducir la capacidad antidetonante de esta. Algunos de los más utilizados según este estudio son el metanol, iso-propil alcohol, etanol, metil ter-butil éter (MTBE, el cual produce un notable incremento del índice de octano), entre otros. De esta manera, no solo se volverá menos corrosiva, sino que también ayudará a un mejor funcionamiento del motor. En base a este estudio, podemos observar como los oxigenadores ayudan también a la reducción de diferentes contaminantes (especialmente hidrocarburos y monóxido de carbono). Hay que tener en cuenta, aun así, que dentro de la variedad de aditivos oxigenadores existentes en el mercado algunos de sus compuestos pueden aumentar el número de octanos. Y es que en palabras de (García, 2000, p.12) el hecho de añadir compuestos oxigenadores al combustible (como por ejemplo éteres o alcoholes) puede no solo aumentar su octanaje sino también reducir las emisiones contaminantes de monóxido de carbono.

– Elevadores de octanaje

Usados con el fin de aumentar la eficiencia del combustible y el octanaje, además de mejorar el rendimiento y proteger al motor, permiten disminuir la temperatura de la cámara donde se produce la combustión. Esto, evita que se produzcan predetonaciones, se reduzca el consumo de combustible y aumente la resistencia del motor a la autoinflamación. Además, como comentan (Rocha y Zambrano, 2015, p.15): “En la actualidad se usa un compuesto químico de metilciclopentadienil manganeso tricarbonilo (...)”. Este resulta menos tóxico que el tetraetilo de plomo, el cual se usó en el pasado, pero se dejó de usar por ser contaminante.

Este tipo de aditivos sintéticos están diseñados para vaciarlo en el depósito de combustible al momento de ser llenado, mejorando la combustión e incrementando la potencia del motor. Aun así, pese a que mejora la calidad de la gasolina, presenta una alta peligrosidad para la salud si entra en contacto con la piel, se ingiere o se huele.

Por otra parte, al usar elevadores de octanaje, el usuario debe percatarse de que este no vaya a dañar los sensores y actuadores que se encuentran en el sistema de escape del vehículo. Por eso es muy importante el uso del aditivo elevador de octanaje correcto para tu vehículo, leyendo las indicaciones de cada producto, puesto que el uso de aditivo incorrecto puede dañar el motor con el tiempo (se debe conocer por tanto que nivel de octanaje necesita cada vehículo en concreto).

Y es que el metilciclopentadienil manganeso tricarbonilo (MMT) es un aditivo común antigolpes que funciona bien en la mayoría de los vehículos, a pesar de que puede causar cierta acumulación en las bujías de encendido. Por ello, este aditivo ha adquirido importancia y extendido su uso, evitando el compuesto de plomo (altamente tóxico y perjudicial para la salud). Por otra parte, como alternativa se puede emplear aromáticos (moléculas de combustible con benceno), las cuales ayudan de igual manera a mejorar el octanaje.

#### – Estabilizadores de gasolina

En el proceso de combustión de la gasolina del vehículo, algunos componentes de ésta (especialmente los más volátiles) son expulsados por el tubo de escape sin poder ser aprovechados, se evaporan. Estos aditivos permiten no solo reducir la pérdida de gasolina por evaporación, sino que también prolongan su vida útil por disminución del envejecimiento de esta.

#### – Limpiadores-protectores

Estos ayudan a proteger y limpiar el sistema de inyección, principalmente gracias a la eliminación de hollín, residuos y depósitos de carbón que impiden un óptimo funcionamiento del sistema y el carburante. Esto a su vez, permite reducir la corrosión del sistema, optimiza la acción del catalizador y disminuye las emisiones de gases nocivos.

#### – Detergentes

Su uso permite la limpieza del sistema de admisión para la adecuada entrada de aire al motor, mejorando la pulverización de la gasolina. Además, limpia residuos, aceitosos, restos de depósitos de carbono, reduciendo las emisiones contaminantes del vehículo. Permiten, además, mejorar la pulverización del combustible (gasolina) y así mismo tras unirse con el comburente (aire).

#### – Colorantes

Este aditivo se usa para evitar la confusión entre combustibles de diferente calidad. En ciertos países este aditivo es usado por motivos legales o de seguridad según las normas impuestas para evitar fraudes en los combustibles o para permitir la rápida identificación del correcto uso del combustible.

## **1.12. Normativa**

Toda sociedad presenta una estructura básica para la convivencia y correcto desarrollo de esta. Es gracias a diversos sistemas interconectados, que las actividades y acciones que se producen en ella son posibles de manera pautada. Para posibilitar que el conjunto de sistemas sociales y a consecuencia, la sociedad se desempeñe adecuadamente, existen normas para su funcionamiento. La norma, definida por el diccionario de la Real Academia Española (RAE) como: “1 f. Regla que se debe seguir o a que se deben ajustar las conductas, tareas, actividades, etc. ”, presenta distintos matices.

En particular, lo que podría denominarse existencia como pertenencia (la existencia de la norma sucede por formar parte de un amplio conjunto de normas) y lo que podría denominarse existencia como fuerza obligatoria (esto es, cuando existe una obligación a hacer lo que ella dispone) (Bulygin, 2011, p.16).

Teniendo además en cuenta que las reglas pueden formularse en términos de la relación entre medios y fines (Guillaumin, 2008, p.16), es importante destacar la naturaleza cambiante de estas. Si bien las normas se crean para establecerlas firmemente, la propia evolución de las circunstancias genera que estas se tornen cambiantes y evolucionen, con el fin de alcanzar mejoras o bien, probar su falta de eficacia para ser substituidas.

De esta manera, es preciso recalcar que el cumplimiento de las normas establece el correcto funcionamiento del orden, la ley y los objetivos marcados según el contexto y circunstancias. Así, gracias a su función reguladora y organizadora, las normas constituyen una parte fundamental de cada sociedad y sistema.

Norma técnica ecuatoriana: límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina

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

Alcance: Dicha normativa está dirigida hacia las fuentes terrestres móviles de más de tres ruedas o a sus motores, ya sean estos vehículos de carga o pasajeros propulsados por su propia fuerza motriz, y a su vez a motores o vehículos prototipo.

Además, la norma esta designada específicamente para los vehículos o motores que funcionen a gasolina.

### **Límites de emisiones**

Acorde a los valores establecidos en esta normativa, a continuación, se presentan el rango de límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motores de gasolina.

A continuación, se presentan en la tabla 3-2 respecto al funcionamiento de la marcha mínima o ralentí en pruebas estáticas, los límites de emisiones máximos permitidos (para fuentes móviles

con motor a gasolina). En dicho funcionamiento no se deben encontrar emisiones de Co y HC que traspasen las cantidades que se reflejan en la tabla 2-1.

**Tabla 2-1:** Límites permitidos de emisiones para fuentes móviles con motores de gasolina

| 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).

Fuente: NTE INEN, 2002.

A continuación, se presentan en la tabla 4-2 los límites de emisiones máximos permitidos para fuentes móviles de gasolina en pruebas dinámicas (concretamente en Ciclos FTP-75 y ciclo transiente pesado). Las emisiones emitidas de Co, HC, NO<sub>x</sub> y emisiones evaporativas no deben ser superiores a las que aparecen en la Tabla 2 en cualquier fuente móvil de gasolina ensamblada o importada en Ecuador.

**Tabla 3-1:** Límites de emisiones para fuentes móviles con motores 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 | NO <sub>x</sub> 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 =                  |                              | 14,4    | 1,1     | 5,0                  | Transiente pesado | 3                          |
|                     | < 6 350<br>> 6 350         |                              | 37,1    | 1,9     | 5,0                  |                   | 4                          |

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

Fuente: NTE INEN, 2002.

A continuación, se presentan en la tabla 5-2 respecto a pruebas dinámicas en Ciclo ECE-15+ EUDC, los límites de emisiones máximos permitidos para fuentes móviles de gasolina. En dicho funcionamiento no se deben encontrar emisiones de Co, HC, NO<sub>x</sub> y emisiones evaporativas que traspasen las cantidades que se reflejan en dicha tabla.

**Tabla 4-2:** 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 <sup>(1)</sup>  | =< 3 500                   |                         | 2,72    | 0,97          | ECE 15 + EUDC    | 2                          |
| M1 <sup>(2)</sup> , 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   |                            |                         |         |               |                  |                            |
| <sup>(1)</sup> Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2,5 toneladas |                            |                         |         |               |                  |                            |
| <sup>(2)</sup> Vehículos que transportan más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2,5 toneladas        |                            |                         |         |               |                  |                            |

Fuente: NTE INEN, 2002.



## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Equipos y herramientas empleadas en el estudio**

Para la realización del presente trabajo de investigación ha sido necesaria la utilización de varios equipos y herramientas, los cuales al ser empleados de manera adecuada tal y como se indica en las instrucciones de uso, se podrá obtener información, datos y resultados confiables. Además, esto nos ayudara a que la realización de las prácticas sea más sencilla y ágil. A través del uso e implementación de un analizador de gases junto con una serie de aditivos, se podrá conocer la incidencia en los gases generados en un motor a gasolina.

Teniendo como base los valores presentados en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:2002, se buscará ver si se encuentran dentro de los valores mencionados en la norma.

#### **2.2. Vehículo de prueba**

Para dar inicio a las pruebas de emisiones de gases, se empleará un vehículo clasificado dentro de la categoría M (vehículos automotores para el transporte de personas y que tengan al menos cuatro ruedas), según la norma técnica empleada para este estudio. Además, inicialmente se comprobará el correcto estado del vehículo para asegurar la estabilidad y objetividad de los datos a recoger.

Cabe mencionar que el vehículo de prueba debe contar con un catalizador y un sistema de inyección para que, al momento de la generación de datos estos se obtengan de manera controlada y no existan alteraciones cuando el motor se encuentre en marcha.

El vehículo seleccionado para esta investigación es el KIA SOLUTO 2020 del cual a continuación se pueden apreciar sus especificaciones técnicas.

**Tabla 1-2:** Ficha técnica del vehículo KIA SOLUTO 2020



| <b>DATOS DEL AUTOMOTOR</b>                    |                         |
|---|-------------------------|
| <b>Marca</b>                                  | KIA                     |
| <b>Clase de vehículo</b>                      | Automóvil               |
| <b>País de origen</b>                         | China popular           |
| <b>Modelo</b>                                 | SOLUTO LX 1.4 4P 4X2 TM |
| <b>Tipo de vehículo</b>                       | Sedan                   |
| <b>Combustible</b>                            | Gasolina                |
| <b>Año modelo</b>                             | 2020                    |
| <b>Cilindraje</b>                             | 1368                    |
| <b>Pasajeros</b>                              | 5                       |
| <b>Toneladas</b>                              | 0,75                    |
| <b>Carrocería</b>                             | Metálica                |
| <b>Tipo de peso</b>                           | Liviano (<=3,5t)        |
| <b>Potencia máxima (hp/rpm)</b>               | 94/6000                 |
| <b>Torque máximo (nm/rpm)</b>                 | 133/4000                |
| <b>Sistema de alimentación de combustible</b> | Inyección multipunto    |

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 2.3. Compresor de aire

Para las diversas pruebas también será necesaria la utilización de un compresor de aire convencional. Éste se utilizará para limpiar los conductos del analizador de gases y de esta manera, eliminar los residuos y material contaminante, así como para la limpieza de filtros de aire utilizados en la sonda del analizador de gases, y para eliminar residuos de combustibles en las cañerías de alimentación del motor.



**Figura 1-2.** Compresor.

**Fuente:** Mark Hunter, en Flickr. Bricolemar, 2018.

Este además permite captar, almacenar y comprimir el aire o gas del ambiente en un tanque específico, logrando así realizar distintas tareas y transmitir potencia a distintas herramientas neumáticas. Cabe destacar, aun así, que su funcionamiento es más extenso y profundo, siendo importante conocerlo para aprovechar al máximo su rendimiento y realizar el mantenimiento correcto y oportuno.

#### **2.4. Depósito de combustible externo**

Para el proceso de renovación de la carga entre cada prueba se optará por la adaptación de un depósito de combustible externo, ya que de esta manera resultará más fácil el cambio de combustible, evitando así un desperdicio innecesario y facilitando el vaciado y limpieza del sistema de alimentación del motor. Así, este se encontrará listo y en óptimas condiciones para el siguiente proceso de prueba. Gracias al depósito externo podremos además tener un control visual del consumo de combustible, pudiendo así aumentar la dosis o cantidades en caso de ser necesario.



**Figura 2-2.** Depósito externo.

**Realizado por:** Morocho, José, 2022.

Básicamente este depósito estará conformado por dos recipientes, uno dentro de otro: el primero sirve para contener la bomba junto con el combustible, mientras que el segundo contiene al primero. Esto nos ayudara a evitar posibles derrames de gasolina; además acoplaremos mangueras especiales para combustible, llaves de paso y sus respectivas abrazaderas, todo esto para agilizar la realización de las pruebas. También se realizará la respectiva conexión de cables para hacer funcionar la bomba de combustible.

## 2.5. Analizador de gases MAHA MET 6.3

Gracias a la utilización del analizador de gases MAHA MET 6.3, podremos obtener los valores de las emisiones producidas por el motor. De esta manera, dichos valores posteriormente podrán ser comparados entre sí para determinar cuan beneficioso o perjudicial puede llegar a ser el uso de los diversos aditivos utilizados en este trabajo. Este equipo resulta un pilar fundamental en la realización de este trabajo, ya que nos dará los valores que se pretenden comparar. Cabe destacar que se trata de un equipo homologado, y que al realizar las pruebas se encontrará calibrado y en óptimas condiciones de funcionamiento, para de esta manera asegurarnos de obtener el mínimo margen de error en la toma de datos.

Para evitar el ingreso de impurezas y humedad hacia el analizador de gases se colocará un filtro en la manguera que conecta a la sonda con el analizador, el cual se encargará de evitar que dichas impurezas ingresen al equipo.

**Tabla 2-2:** Datos técnicos del analizador de gases

|  |  |
|--|--|
|  |  |
| <b>DATOS TÉCNICOS DEL ANALIZADOR DE GASES</b>  |  |
| <b>Gases mesurables</b>  | HC, CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> |
| <b>Principio de medición espectrometría de infrarrojo</b>                            | HC, CO, CO <sub>2</sub>                  |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Principio de medición detección electroquímica      | O2                    |
| Tiempo de calentamiento                             | 60s                   |
| Índice de flujo                                     | 3,5l/min              |
| Clase de precisión                                  | O (OIML)              |
| Tensión de a bordo                                  | 10V/30V               |
| Alimentación de corriente                           | 110V/230V 50Hz/60Hz   |
| Temperatura ambiente                                | 0°C - 45°C            |
| Altura de funcionamiento                            | 100m - 3000m          |
| Dimensiones totales (La x An x Al)                  | 406mm x 225mm x 160mm |
| Peso  | 4,6kg                 |
| CO - rango de medición/exactitud de medición (Max)  | 0-15% Vol./0,01       |
| CO2 - rango de medición/exactitud de medición (Max) | 0-20% Vol./0,01       |
| HC - rango de medición/exactitud de medición (Max)  | 0-9999 ppm/0,1        |
| O2 - rango de medición/exactitud de medición (Max)  | 0-25% Vol./0,01       |
| Lambda (calculada)                                  | 0,5-9,99/0,01         |

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Interfaz gráfica

Para poder visualizar y almacenar en tiempo real todas las mediciones entregadas por el analizador de gases, es necesario contar con una aplicación. Esta aplicación será controlada a través de un computador, lo cual facilitará la lectura y toma de datos. Dichos datos posteriormente serán exportados hacia Excel para poder ordenarlos y clasificarlos de manera correcta.

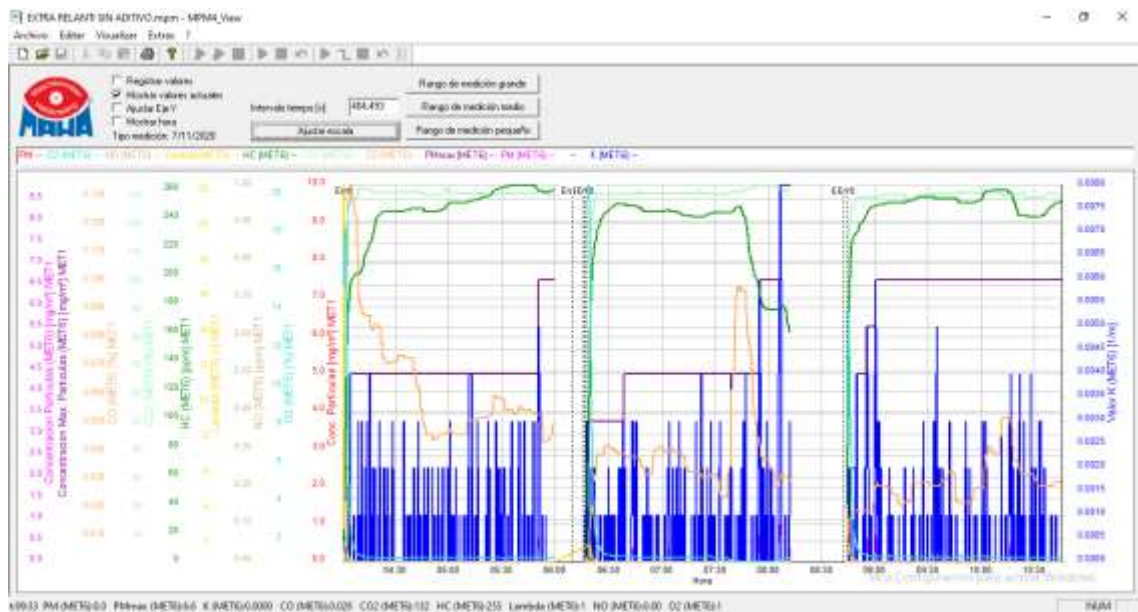


Figura 3-2. Interfaz gráfica del analizador de gases MAHA viewer

Realizado por: Morocho, José, 2022.

Además, este nos brinda una mayor interacción con la toma de datos, permitiéndonos ajustar la pantalla acorde a las escalas de los valores medidos, así como pausar y reiniciar las mediciones. También podemos ver la manera en la cual se comportan los valores de los gases medidos en función del tiempo, entre otras funciones.

- Tomar lecturas: cuando esta función está habilitada los valores siguen registrándose.
- Mostrar valores actuales: el eje de tiempo (eje X) se desplaza automáticamente durante la prueba.
- Ajustar eje Y: la escala se ajusta automáticamente al rango de medición general.
- Inicio de la medición: se indican la fecha y la hora de inicio de la prueba.
- Pantalla de valor: muestra los valores de prueba actuales.
- Ajustar escala: esta función nos permite ajustar en la pantalla cualquier valor de los datos que estemos registrando.

## **2.6. Variables del estudio**

Para este trabajo es necesario definir de manera correcta todos los parámetros que podrían variar y hacer que los valores de las mediciones puedan cambiar. Dentro de este punto encontramos las siguientes variables:

### **Tipo de combustible**

Durante la realización de las pruebas se optará por la utilización de los dos principales tipos de gasolina comercializados en el Ecuador (extra y súper, usadas a nivel nacional) las cuales varían en su número de octanos (de 85 y 92 octanos respectivamente).

Así, para determinar el combustible adecuado para este estudio, se tiene en cuenta el octanaje del combustible escogido. Un octanaje adecuado permitirá un mejor rendimiento del motor y mejora de su potencia, así como mayor capacidad y calidad del combustible. Tendiendo esto en cuenta, así como que la gasolina extra y súper son las más frecuentemente usadas en Ecuador, se opta por usar ambos para esta investigación.

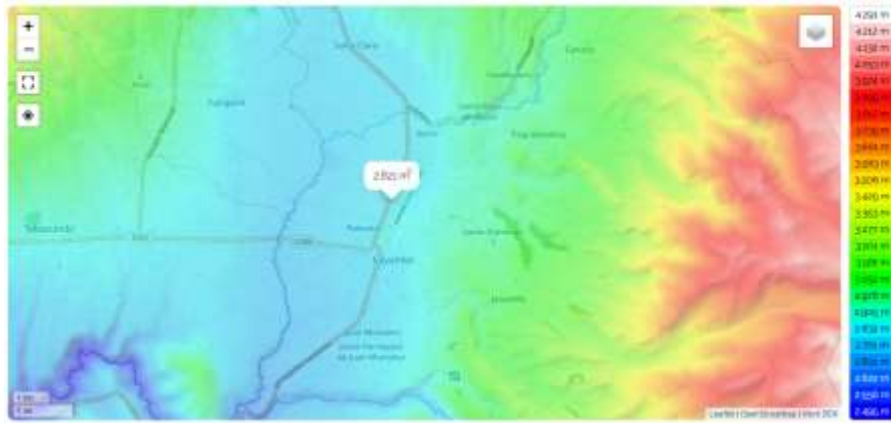
### **Altura**

Cabe recalcar que la altura del lugar en donde se realizaran las pruebas también es un factor importante a tener en cuenta al momento de la obtención de datos, ya que la cantidad de oxígeno varía acorde a la altitud sobre la cual el motor está funcionando

Esta variable es muy importante ya que los niveles de emisiones se verán afectados acorde a la cantidad de oxígeno presente en el ambiente.

Las pruebas se realizarán en el cantón Cayambe, el cual se encuentra situado a una altura de 2820msnm.





**Figura 4-2.** Imagen topográfica, altura del cantón Cayambe, Pichincha

**Fuente:** Tophographic-map, 2017.

### Aditivos

Una vez establecida la altura del lugar y tipo de combustible a utilizar, en este trabajo también introduciremos otra variable, la cual consiste en una cantidad específica de diversos aditivos, en los cuales se centra este estudio. Cada aditivo se dosifica y combina con el combustible acorde a las recomendaciones del fabricante para cada uno de ellos. Para realizar las pruebas establecidas contaremos con la utilización de 15 tipos distintos (aditivos, elevadores de octanaje y potenciadores).



**Figura 5-2.** Aditivos utilizados en este estudio

**Realizado por:** Morocho, José, 2022.

Para mayor facilidad al momento de realizar las pruebas, y recoger (así como analizar) los resultados, cada aditivo ha sido nombrado con una letra y un número. Así, contamos con siete

aditivos limpiadores (A1, A2, A3, A4, A5, A6 y A7), siete elevadores de octanaje (a los que denominamos A8, A9, A10, A11, A12, A13 y A14) y un aditivo potenciador (al cual denominamos A15).

Los aditivos anteriormente mencionados han sido seleccionados para el estudio por ser los que destacan en el mercado nacional, siendo estos los más recurrentes por los usuarios.

### **Dosificación de aditivos**

En este punto tomaremos en cuenta dos dosificaciones. La primera será el nivel máximo de combustible sobre el cual se debe verter cada recipiente de aditivo (recomendado por el fabricante de cada uno)

En la segunda dosificación se aplicará el mismo valor de la primera y añadiendo un 50% más del aditivo recomendado. De esta manera podremos apreciar si existen o no variaciones en los niveles de gases al utilizar más cantidad del aditivo recomendado.



**Figura 6-2.** Combustible/Aditivo (Dosificado)

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### **Régimen de trabajo del motor**

Otra variable dentro de este estudio será el régimen de giro del motor, ya que las emisiones de gases se comportan de distinta manera acorde a las revoluciones por minuto en las que se encuentra trabajando el motor. La primera prueba será realizada en ralentí o régimen mínimo de trabajo del motor, que para el caso del vehículo escogido serán 600rpm; la segunda prueba será realizada a unas 2500rpm. De esta manera podremos ver que variación existe en las emisiones de gases entre un régimen de giro y otro.



Para pruebas estativas la normativa INEN 2204:2002. Destaca únicamente que el motor debe estar trabajando en marcha mínima (ralentí), pero para fines de estudio, asimismo se contempla un régimen de trabajo de 2500rpm.

## 2.7. Particularidades del estudio

Una vez que hayamos definido todas las variables que intervendrán en este estudio, estas deberán ser combinadas entre sí para la obtención de los datos requeridos. Cabe recalcar que dichas pruebas serán realizadas de manera estática (marcha mínima), conforme lo especificado en la norma INEN 2204:2002. Además de esto se realizarán pruebas con un régimen de giro de 2500rpm. El vehículo no se encontrará realizando ningún tipo de recorrido al momento de las pruebas y todos sus sistemas deberán estar apagados para evitar cargas al motor.

### Aditivos y dosificaciones

Para la realización de las pruebas se verificará la dosis que el fabricante de cada uno de los aditivos recomienda; posterior a esto se realizará una serie de tablas, en las cuales podremos observar la relación de volumen que debe existir entre la gasolina y cada uno de los aditivos, respetando así los límites establecidos por cada marca de aditivos. Para cada una de las pruebas se diluirá la dosis calculada en 2 litros de gasolina.

A continuación, presentamos las respectivas tablas y su dosificación para cada aditivo.

**Tabla 3-2:** Dosificación de los aditivos

| <b>DOSIFICACIÓN RECOMENDADA POR EL FABRICANTE</b> |   |                       |                           |
|---|---|-----------------------|---------------------------|
| <b>Aditivo</b>                                    | <b>Tipo</b>                               | <b>Contenido (ml)</b> | <b>Gasolina (galones)</b> |
| <b>A1</b>   | Limpiador de inyectores                   | 125                   | 16                        |
| <b>A2</b>   | Limpiador de inyectores y carburador      | 250                   | 21                        |
| <b>A3</b>   | Limpiador de inyectores                   | 355                   | 21                        |
| <b>A4</b>   | Limpiador sintético                       | 140                   | 21                        |
| <b>A5</b>   | Limpia-inyectores gasolina y carburadores | 250                   | 16                        |
| <b>A6</b>   | Limpiador de inyectores                   | 354                   | 21                        |
| <b>A7</b>   | Limpiador de inyectores                   | 300                   | 21                        |
| <b>A8</b>   | Mejorador de octanaje                     | 250                   | 21                        |
| <b>A9</b>   | Elevador de octanaje                      | 354                   | 21                        |
| <b>A10</b>  | Potenciador de octanaje                   | 148                   | 16                        |
| <b>A11</b>  | Elevador de octanos                       | 250                   | 16                        |
| <b>A12</b>  | Potenciador de octanos                    | 354                   | 21                        |
| <b>A13</b>  | Elevador de octanaje                      | 200                   | 16                        |
| <b>A14</b>  | Elevador de octanos                       | 150                   | 13                        |
| <b>A15</b>  | Potenciador                               | 125                   | 16                        |

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Tabla 4-2:** Relación de volumen para las pruebas (Aditivo/gasolina)

| <b>RELACIÓN DE VOLUMEN PARA LAS PRUEBAS<br/>(ADITIVO/GASOLINA)</b> |                       |                          |
|--|-----------------------|--------------------------|
| <b>Aditivo</b>   | <b>Contenido (ml)</b> | <b>Gasolina (litros)</b> |
| <b>A1</b>  | 4,1                   | 2                        |
| <b>A2</b>  | 6,3                   | 2                        |
| <b>A3</b>  | 8,9                   | 2                        |
| <b>A4</b>  | 3,5                   | 2                        |
| <b>A5</b>  | 8,3                   | 2                        |
| <b>A6</b>  | 8,9                   | 2                        |
| <b>A7</b>  | 7,5                   | 2                        |
| <b>A8</b>  | 6,3                   | 2                        |
| <b>A9</b>  | 8,9                   | 2                        |
| <b>A10</b>   | 4,9                   | 2                        |
| <b>A11</b>   | 8,3                   | 2                        |
| <b>A12</b>   | 8,9                   | 2                        |
| <b>A13</b>   | 6,6                   | 2                        |
| <b>A14</b>   | 6,1                   | 2                        |
| <b>A15</b>   | 4,1                   | 2                        |

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Tabla 5-2:** Relación de volumen para las pruebas (aditivo + 50%/gasolina)

| <b>RELACIÓN DE VOLUMEN PARA LAS PRUEBAS<br/>(ADITIVO + 50%/GASOLINA)</b> |                        |                          |
|--|------------------------|--------------------------|
| <b>Aditivo</b>   | <b>Dosis +50% (ml)</b> | <b>Gasolina (litros)</b> |
| <b>A1</b>  | 6,2                    | 2                        |
| <b>A2</b>  | 9,4                    | 2                        |
| <b>A3</b>  | 13,4                   | 2                        |
| <b>A4</b>  | 5,3                    | 2                        |
| <b>A5</b>  | 12,4                   | 2                        |
| <b>A6</b>  | 13,4                   | 2                        |
| <b>A7</b>  | 11,3                   | 2                        |
| <b>A8</b>  | 9,4                    | 2                        |
| <b>A9</b>  | 13,4                   | 2                        |
| <b>A10</b>   | 7,3                    | 2                        |
| <b>A11</b>   | 12,4                   | 2                        |
| <b>A12</b>   | 13,4                   | 2                        |
| <b>A13</b>   | 9,9                    | 2                        |
| <b>A14</b>   | 9,1                    | 2                        |
| <b>A15</b>   | 6,2                    | 2                        |

Realizado por: Morocho, José, 2022.

## 2.8. Procedimiento para la realización de pruebas

Para el desarrollo de cada una de las pruebas es necesario contar con un procedimiento adecuado. Esto nos ayudará a que todos los pasos seguidos en cada prueba sean los mismos y de esta manera no existan fallas o toma de datos erróneos en cada una de ellas. Con esto nos aseguraremos de que la variación de datos se dé únicamente gracias a las variantes descritas en apartados anteriores.

### **Pasos a seguir:**

1) Previo a la realización de las pruebas debemos acoplar el depósito externo de combustible, el cual facilitara el trabajo de renovación de combustible entre cada una de las pruebas; junto a esto también realizaremos la conexión eléctrica para que la bomba de combustible realice su trabajo. Además, debemos verificar que el vehículo se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento.



**Figura 7-2.** Depósito externo de combustible

Realizado por: Morocho, José, 2022.

2) A continuación, se inicia la preparación de la mezcla entre aditivos (porcentaje) y combustible (ya sea este extra o súper). Este se realizará gracias a la ayuda de una jarra graduada y una jeringa para cada prueba, ayudándonos a que la mezcla sea lo más similar posible a la recomendada por el fabricante de los aditivos.



**Figura 8-2.** Preparación de la mezcla de aditivos y combustible

**Realizado por:** Morocho, José, 2022.

3) Antes de empezar las pruebas debemos asegurarnos de que el motor del vehículo se encuentre en la temperatura normal de trabajo según lo especifica la NTE INEN 2204:2002, la cual puntualiza que es la temperatura alcanzada por el motor después de operar a un mínimo de 10 minutos en ralentí, o cuando en estas mismas condiciones la temperatura del aceite en el cárter alcance los  $75^{\circ}\text{C}$  o más.



**Figura 9-2.** Revisión del vehículo

**Realizado por:** Morocho, José, 2022.

4) Seguidamente se precalentará el analizador de gases: previo a la captación de los gases de escape, el analizador deberá estar debidamente calibrado y listo para su funcionamiento; además debemos colocar su respectivo filtro para evitar el ingreso de sustancias que puedan dañar el analizador o alterar la toma de datos. También deberá estar interconectado con la interfaz gráfica para poder monitorizar de manera correcta la toma de valores.



**Figura 10-2.** Analizador de gases previo a su utilización

Realizado por: Morocho, José, 2022.

5) Se deberá conectar el escáner automotriz OBD II para poder monitorizar las condiciones en las que el motor estará trabajando.



**Figura 11-2.** Escáner automotriz OBD II

Realizado por: Morocho, José, 2022.

6) Una vez listo todo lo necesario para la toma de datos, colocaremos la sonda en el tubo de escape del vehículo, esperaremos un tiempo estimado de 5 a 10 minutos en el régimen mínimo de trabajo (ralentí) hasta que veamos que los datos se mantengan de manera estable, y posterior a eso las gráficas y datos obtenidos a través del analizador de gases deberán ser almacenadas para un futuro análisis y comparación de las mismas.



**Figura 12-2.** Análisis de datos recolectados

**Realizado por:** Morocho, José, 2022.

7) A continuación, se tomarán los datos obtenidos por el escáner automotriz en cada una de las pruebas, para de esta manera verificar que los parámetros de funcionamiento del motor sean los mismos para cada una de las pruebas.

8) Una vez concluida la toma de datos de la prueba, se procederá a modificar el régimen de giro del motor a 2500rpm, obteniendo así nuevos resultados. De la misma manera que en la toma de datos anteriores, estos deberán ser almacenados para su posterior análisis y comparación.

9) Posterior a esto, el combustible deberá ser reemplazado en su totalidad, y para esto lo vertemos en un recipiente de residuos, Además procederemos a vaciar las cañerías de combustible con la ayuda del compresor. La sonda también deberá de sopletearse previo al inicio de una nueva prueba.



**Figura 13-2.** Reemplazo de combustible

**Realizado por:** Morocho, José, 2022.

- 10) Haremos que el motor vuelva a funcionar con una nueva mezcla, lo dejaremos un promedio de 10 minutos para que se quemen por completo los residuos de la prueba anterior.
- 11) Pasado este tiempo volveremos a conectar nuevamente la sonda y realizaremos el mismo procedimiento mencionado anteriormente. Cabe recalcar que las pruebas dependerán del número de aditivos, el tipo de gasolina y el régimen de giro al que se encuentre trabajando el motor.
- 12) Una vez finalizadas todas las pruebas, se volverá a montar la bomba de combustible y los cables de alimentación de la misma en su lugar.
- 13) Para finalizar con la parte práctica de este trabajo, procederemos a organizar cada uno de los datos obtenidos para poder analizarlos y compararlos. Cada columna de datos recogidos por el analizador de gases nos dará un gráfico determinado, para posteriormente ser comparados y poder observar la incidencia de cada uno de los aditivos sobre los gases de escape.





## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.1. Pruebas realizadas con gasolina extra sin aditivos

Para tener una referencia clara de nuestro punto de partida se vio necesaria la realización de la toma de datos con gasolina extra (85 octanos); cabe mencionar que en estas primeras pruebas no utilizamos ningún tipo de aditivos. Gracias a los valores que presentaremos a continuación sabremos si las pruebas efectuadas con los distintos aditivos presentan cambios o variaciones en las mediciones realizadas por el analizador de gases.

Los rangos que nos sirvieron de guía están establecidos por la NTE INEN 2204:2002 acorde al tipo de vehículo y modelo del mismo, además de tomar en cuenta la altura del lugar en donde se realizaron las pruebas. Dado que el vehículo de pruebas es del año 2020 y además la altura del lugar se encuentra entre los 1500 y 3000msnm, los principales valores a tomar en cuenta acorde a la normativa antes mencionada son: el Monóxido de carbono (CO), cuyo valor máximo permitido es del 1,0% CO y los Hidrocarburos (HC), cuyo valor máximo permitido es de 200 ppm HC.

Hay que mencionar que para todas las pruebas realizadas el analizador nos dio la lectura de los siguientes gases: Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (O<sub>2</sub>), Hidrocarburos (HC), Lambda, Monóxido de Nitrógeno (NO) y Oxígeno Molecular (O<sub>2</sub>). Antes de continuar debemos aclarar que durante las pruebas Lambda permanece prácticamente invariable con un valor igual a 1, al igual que el Monóxido de Nitrógeno con un valor invariable igual a 0 para todas las pruebas.

Debemos aclarar que los valores de los ejes en las siguientes gráficas fueron modificados entre la marcha mínima (600rpm) y el régimen de giro de 2500 rpm para que puedan ser comparadas según como se las haya clasificado.

#### **Gasolina extra sin aditivo en marcha mínima**

##### **Extra CO Ralentí sin aditivos**

En la gráfica podemos observar que los valores dados por el analizador de gases están dentro de los establecidos por la normativa, ya que no superan el 1,0% CO. Este valor oscila entre 0,025 y 0,035.



**Gráfico 1-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí sin aditivos

En la gráfica podemos observar que los valores dados por el analizador de gases están por encima de los valores permitidos por la normativa, ya que para este caso el valor de los HC no debería sobrepasar los 200ppm, eso nos quiere decir que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 240ppm HC.



**Gráfico 2-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra sin aditivo a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm sin aditivos

En la gráfica podemos observar que los valores dados por el analizador de gases están dentro de los establecidos por la normativa, ya que no superan el 1,0% CO. Los valores registrados oscilan entre 0,04 y 0,06. Este valor es ligeramente más alto a comparación de los valores obtenidos en marcha mínima.



**Gráfico 3-3.** Recolección y análisis de datos

**Realizado por:** Morocho, José, 2022.

### **Extra HC a 2500rpm sin aditivos**

En la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos dados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima, esto se debe gracias al régimen de giro del motor, el cual al elevar su carga hace que la temperatura del catalizador se eleve y por ende queme de manera más eficiente los hidrocarburos, haciendo que estos bajen su valor. Para este caso existe un estimado de 55ppm HC.



**Gráfico 4-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.2. Pruebas realizadas con gasolina super sin aditivos

Al igual que en las primeras pruebas realizadas con la gasolina denominada extra, en este caso se realizaron las pruebas de manera similar, salvo que en esta ocasión se substituyó la gasolina extra por la gasolina super (92 octanos). Al igual que en las pruebas anteriores, los valores obtenidos en esta sección nos servirán de referencia para poder saber cuál es el comportamiento de los aditivos debidamente mezclados con la gasolina super y ver su incidencia en los gases de escape.

Los parámetros en los cuales nos basaremos están establecidos por la NTE INEN 2204:2002. Acorde al tipo de vehículo y modelo del mismo, además tomaremos en cuenta la altura del lugar en donde se realizaron las pruebas. Dado que el vehículo de pruebas es del año 2020 y que, la altura del lugar se encuentra entre los 1500 y 3000msnm, los principales valores a tomar en cuenta acorde a la normativa antes mencionada son: el Monóxido de carbono (CO), cuyo valor máximo permitido es del 1,0% CO y los Hidrocarburos (HC), cuyo valor máximo permitido es de 200 ppm HC.

#### Gasolina super sin aditivo en marcha mínima

##### Super CO Ralentí sin aditivos

En la gráfica podemos observar que los valores dados por el analizador de gases están dentro de los establecidos por la normativa, ya que no superan el 1,0% CO. Este valor oscila entre 0,060 y 0,080% CO.

Hay que mencionar que estos valores son ligeramente más altos que los valores registrados en las primeras pruebas con gasolina extra.



**Gráfico 5-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí sin aditivos

En la gráfica podemos observar que los valores dados por el analizador de gases están por encima de los valores permitidos por la normativa, ya que para este caso el valor de los HC no debería sobrepasar los 200ppm, eso nos quiere decir que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 225ppm HC, los cuales están por debajo en comparación a los valores generados por la gasolina extra.



**Gráfico 6-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super sin aditivo a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm sin aditivos

En la gráfica podemos observar que los valores dados por el analizador de gases están dentro de los establecidos por la normativa, ya que no superan el 1,0% CO. Los valores registrados oscilan entre 0,2 y 0,3% CO. Este valor es más alto a comparación de los valores obtenidos en marcha mínima.



**Gráfico 7-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm sin aditivos

En la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos dados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima, esto se debe gracias al régimen de giro del motor, el cual al elevar su carga hace que la temperatura del catalizador se eleve y por ende queme de manera más eficiente los hidrocarburos, haciendo que estos bajen su valor. Para este caso existe un estimado de 37ppm a 50ppm HC. Estos valores están por debajo de los valores obtenidos con las emisiones de gasolina extra.



**Gráfico 8-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.3. Pruebas realizadas con QUALCO R-1 “Todo en Uno” (A1)

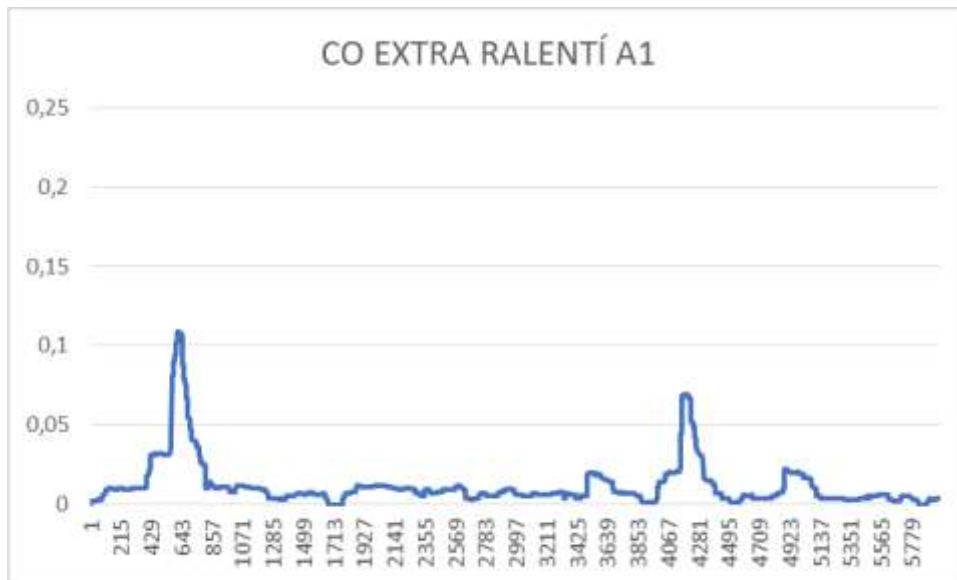
Una vez que logramos tener una base de valores sobre los cuales nuestras pruebas serán comparadas, es momento de pasar a realizar las pruebas con cada uno de los aditivos. Para el primer caso hemos denominado a Qualco R-1 “Todo en uno” como A1. De esta manera tendremos menos confusiones a la hora de tabular y ordenar nuestros aditivos. Acorde a las especificaciones del fabricante este aditivo nos ayudara a ahorrar combustible, limpiar inyectores, reducir las emisiones contaminantes y limpiar el sistema de alimentación. El fabricante también resalta que este aditivo está libre de plomo y no contiene MMT (Tricarbonilo Metiliciclopentadienilo de Manganeso), ni Ferroceno. Recomendado disolverse en 16 galones de gasolina.

Además, el fabricante nos indica que este aditivo puede ser utilizado con gasolinas de cualquier octanaje, obteniendo los mismos beneficios descritos anteriormente.

#### Gasolina extra con aditivo A1 en marcha mínima

##### Extra CO Ralentí con aditivo A1

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los establecidos por la normativa, ya que no superan el 1,0% CO. Los valores registrados oscilan entre 0,001 y 0,03% CO.



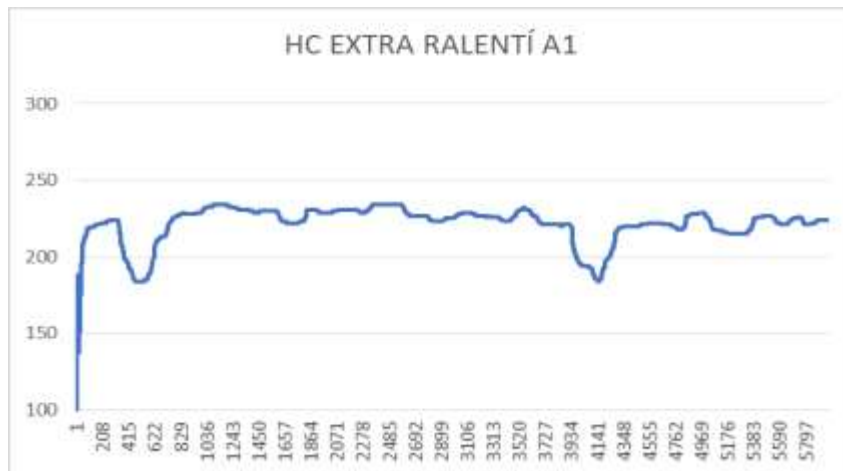
**Gráfico 9-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

##### Extra HC Ralentí con aditivo A1

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores permitidos por la normativa, ya que el valor de los HC no

debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 230ppm HC.



**Gráfico 10-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A1 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A1

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,2 y 0,5% CO.



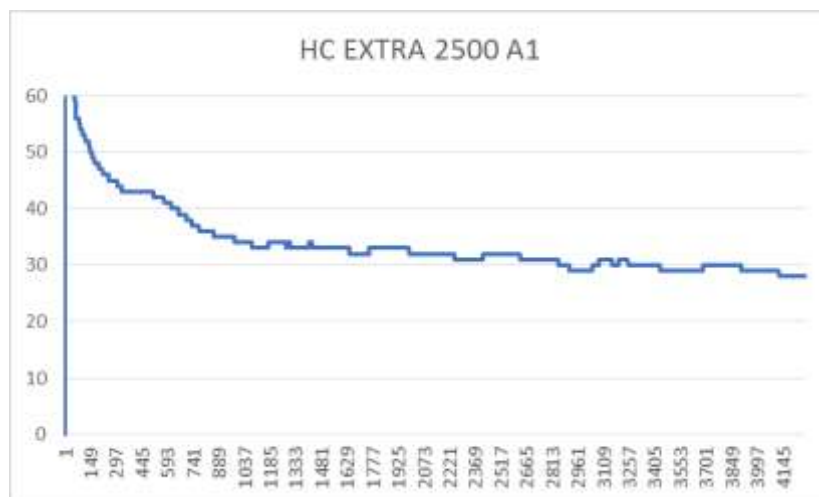
**Gráfico 11-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A1

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 28ppm a 45ppm HC.





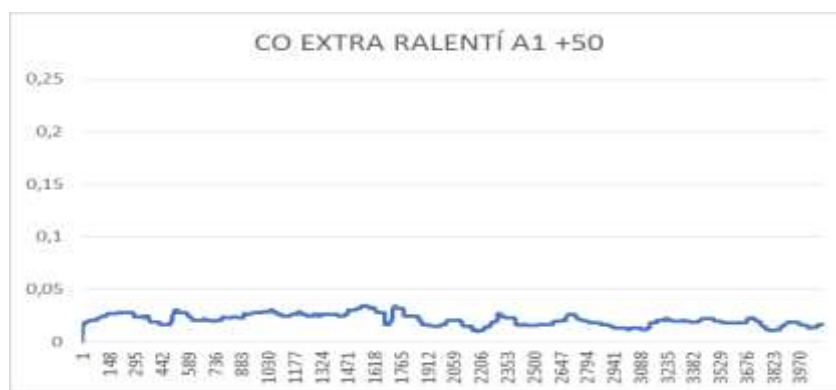
**Gráfico 12-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Gasolina extra con aditivo A1 +50% en marcha mínima**

**Extra CO Ralentí con aditivo A1 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,010 y 0,030% CO.

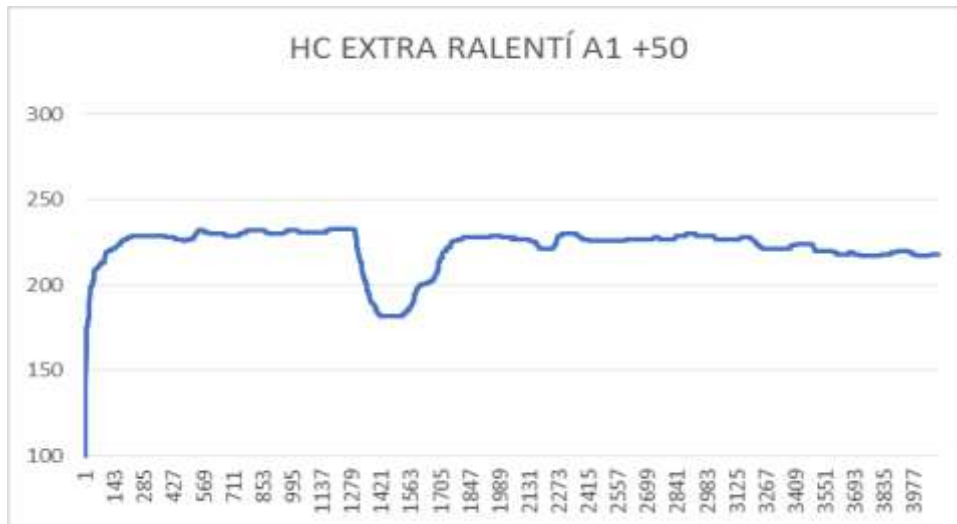


**Gráfico 13-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Extra HC Ralentí con aditivo A1 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar los 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 220ppm a 230ppm HC.



**Gráfico 14-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Gasolina extra con aditivo A1 +50% a 2500rpm**

**Extra CO 2500rpm con aditivo A1 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,1% y 0,35% CO.

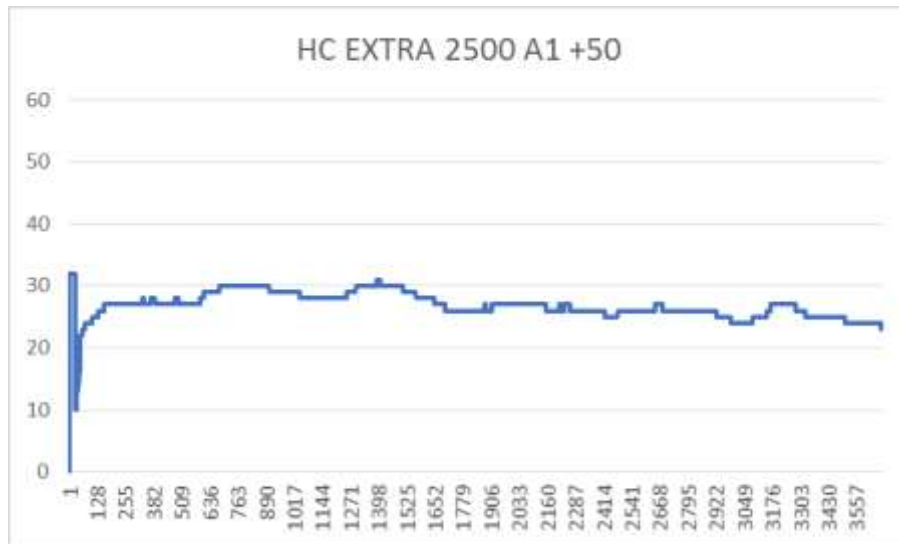


**Gráfico 15-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Extra HC a 2500rpm con aditivo A1 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 20ppm a 30ppm HC.



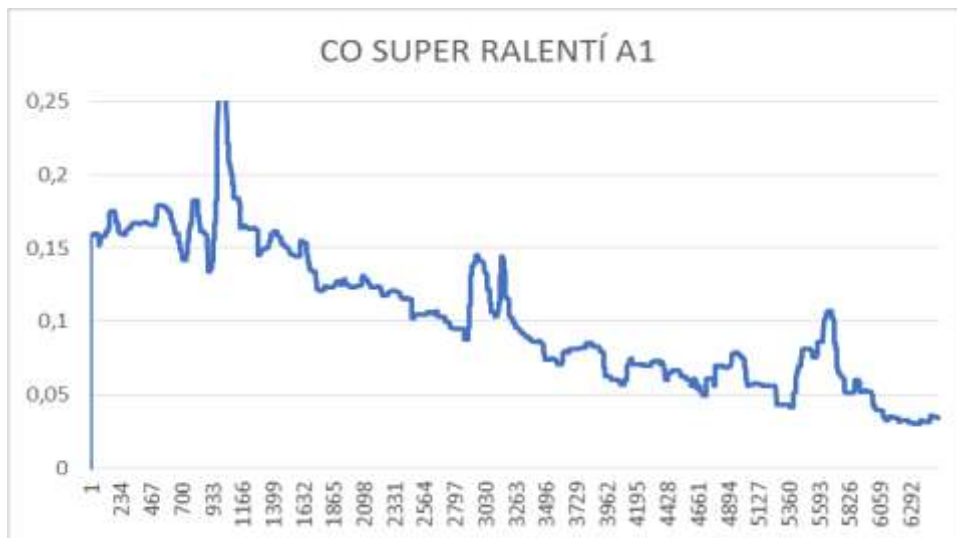
**Gráfico 16-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Gasolina super con aditivo A1 en marcha mínima**

**Super CO Ralentí con aditivo A1**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,04% y 0,18% CO.



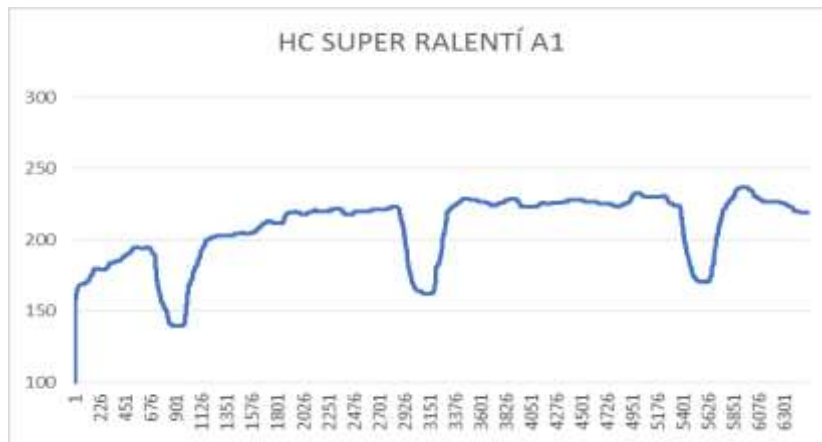
**Gráfico 17-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Super HC Ralentí con aditivo A1**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no

debería sobrepasar los 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 235ppm HC.



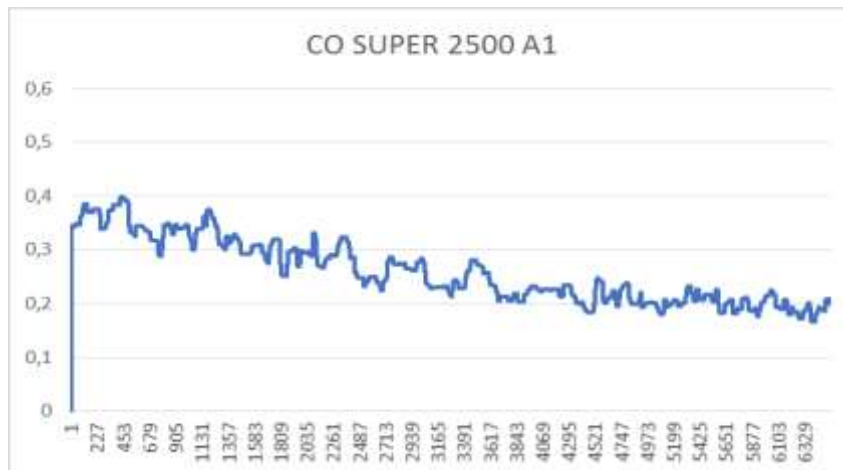
**Gráfico 18-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A1 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A1

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,19% y 0,4% CO.

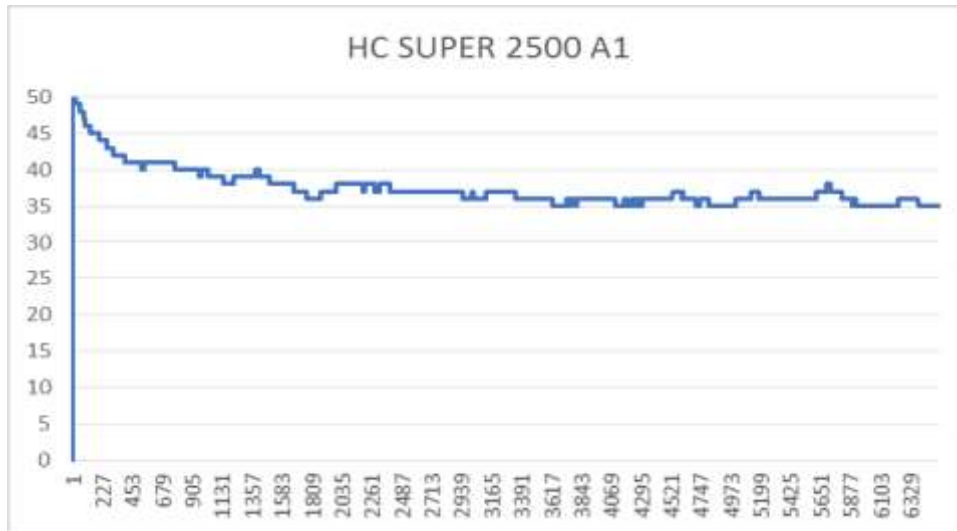


**Gráfico 19-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A1

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 35ppm a 45ppm HC.



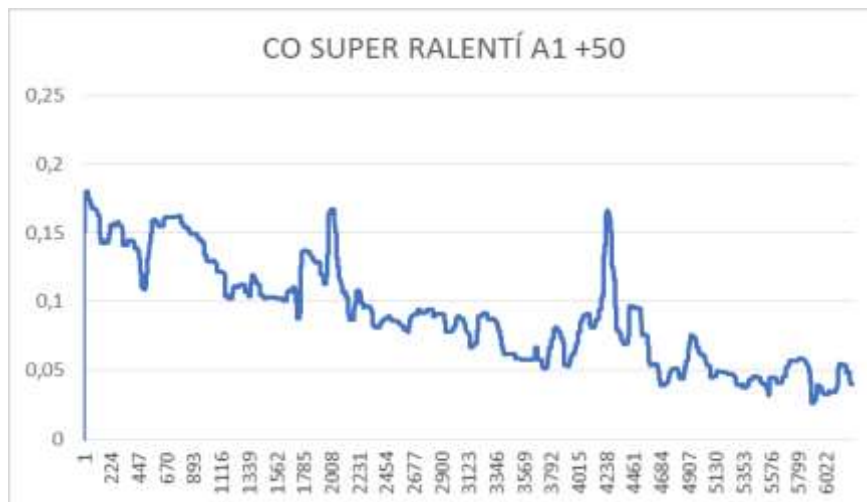
**Gráfico 20-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A1 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A1 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,004% y 0,16% CO.

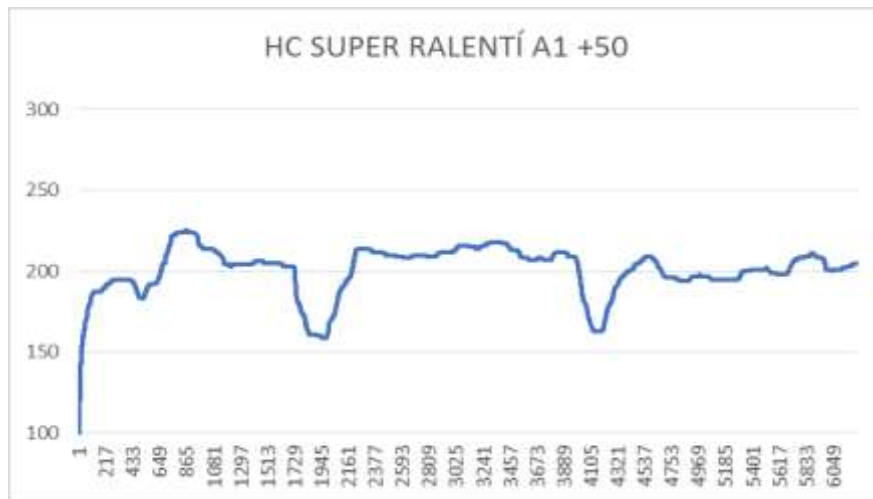


**Gráfico 21-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A1 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar los 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 220ppm HC.



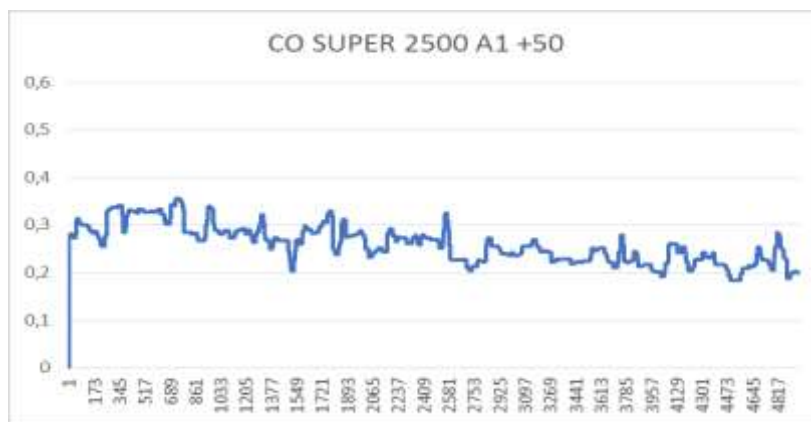
**Gráfico 22-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A1 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A1 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,2% y 0,35% CO.

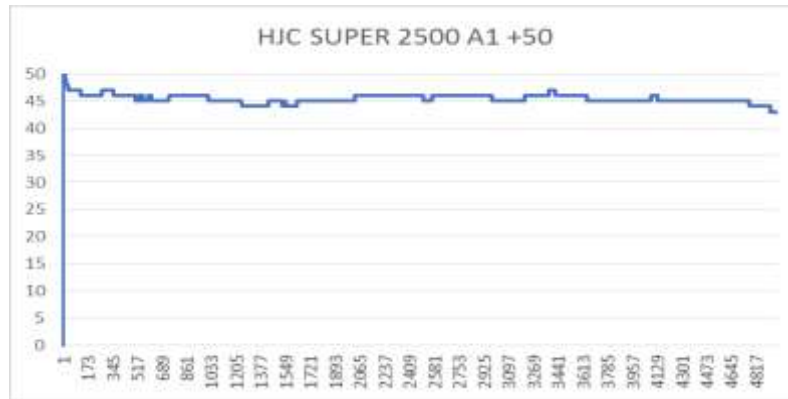


**Gráfico 23-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### **Super HC a 2500rpm con aditivo A1 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 45ppm HC.



**Gráfico 24-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### **3.4. Pruebas realizadas con limpiador de inyectores y carburador (A2)**

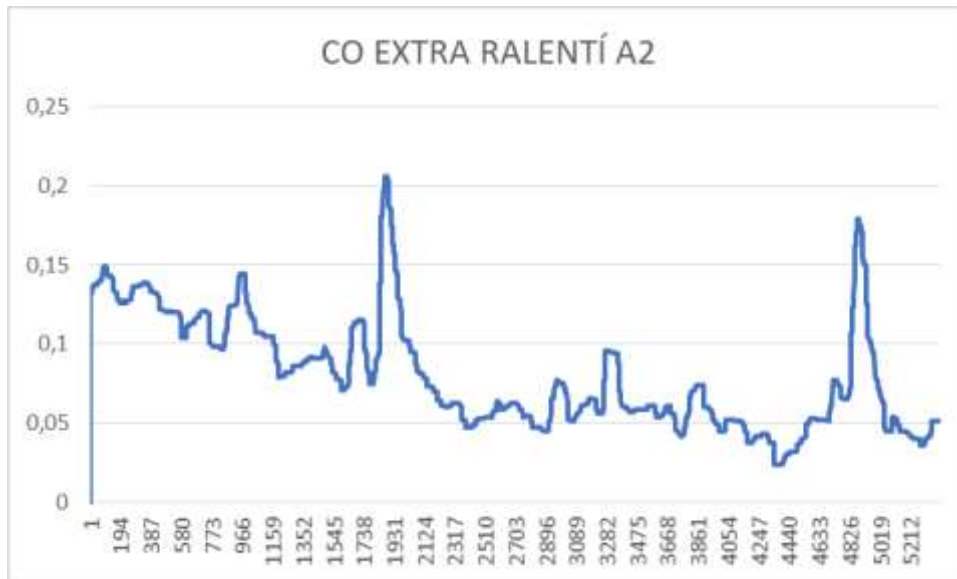
Para la realización de estas pruebas, procedimos al cambio de aditivo, tratándose en este caso de un Limpiador de inyectores y carburador que lo denominamos como A2. Acorde a las especificaciones del fabricante del aditivo nos menciona que esta formulado para remover los depósitos en los inyectores, restaura la potencia perdida, devolver el efecto spray a los inyectores, proteger el sistema de inyección y reducir las emisiones de gases, así como optimizar el consumo de combustible. Está diseñado para ser disuelto hasta en 21 galones de gasolina.

La composición química de este aditivo es la siguiente: Querosene y aditivo AFD 2575 / AFD 2580.

#### **Gasolina extra con aditivo A2 en marcha mínima**

##### **Extra CO Ralentí con aditivo A2**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,003 y 0,15.

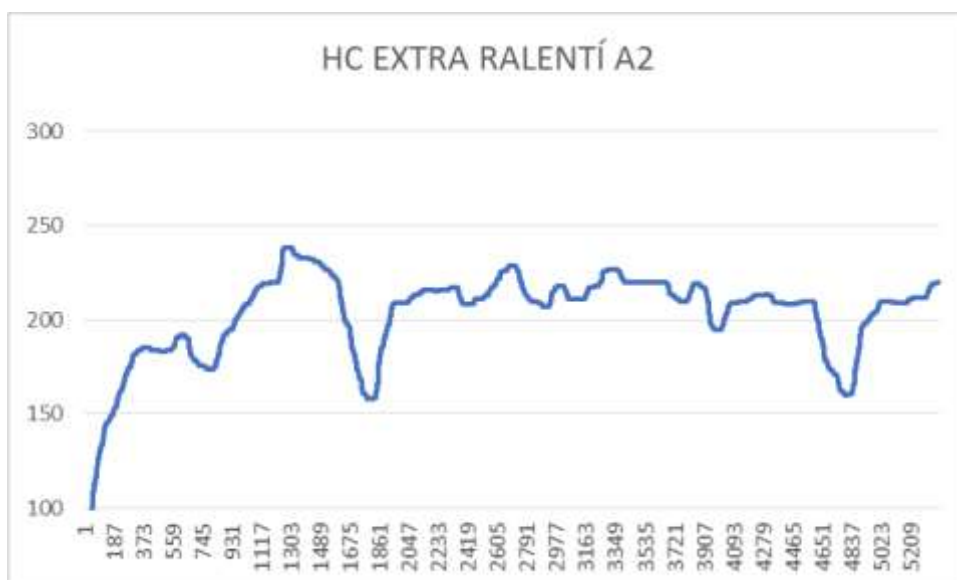


**Gráfico 25-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A2

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 210ppm a 220ppm HC.



**Gráfico 26-3.** Recolección y análisis de datos

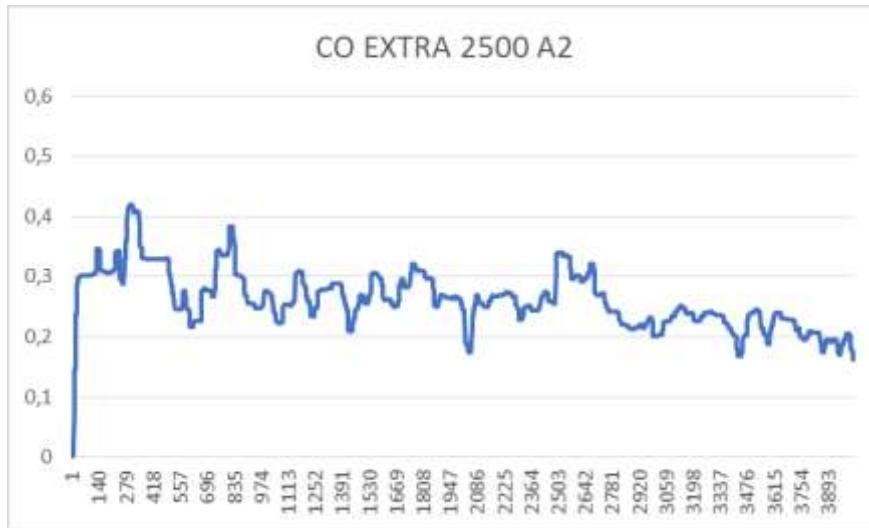
Realizado por: Morocho, José, 2022.



### Gasolina extra con aditivo A2 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A2

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,16% y 0,35% CO.

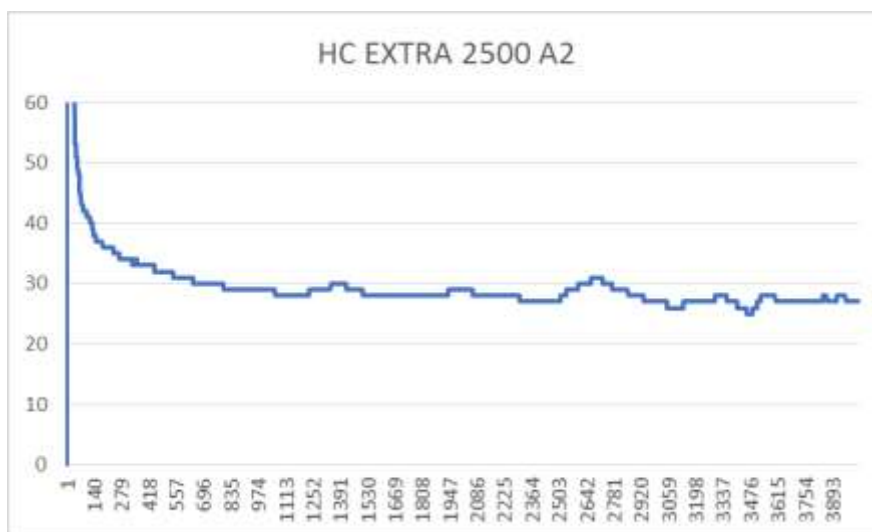


**Gráfico 27-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A2

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un promedio de 30ppm HC.



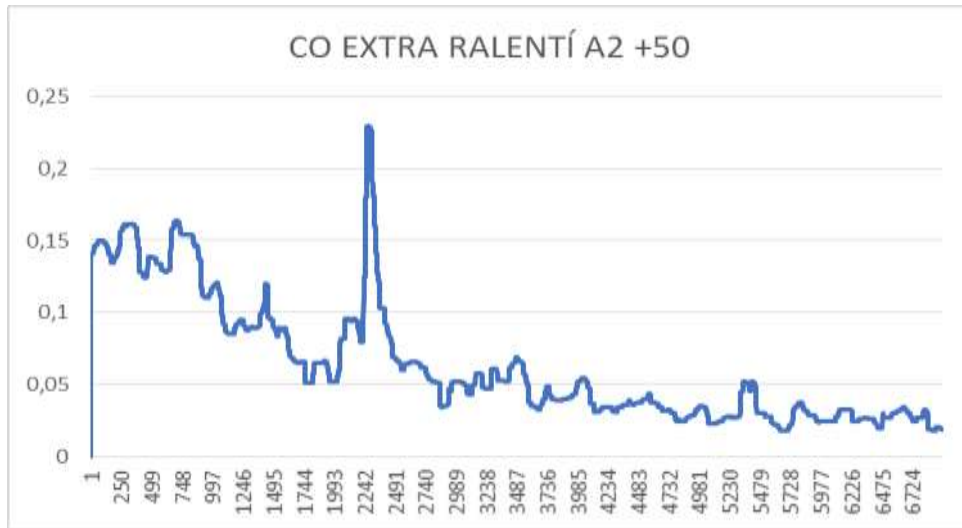
**Gráfico 28-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A2 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A2 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,002% y 0,15% CO.



**Gráfico 29-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC Ralentí con aditivo A2 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 225ppm HC.



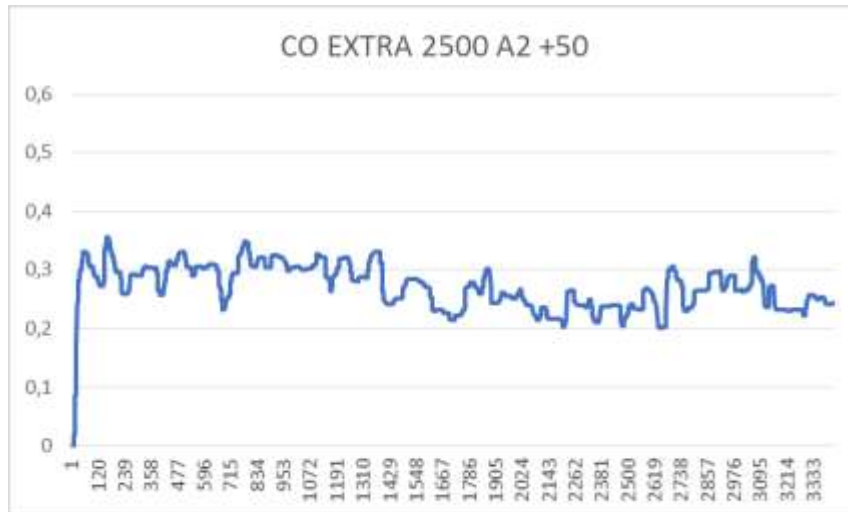
**Gráfico 30-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A2 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A2 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,2% y 0,35% CO.



**Gráfico 31-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A2 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 25ppm a 35ppm HC.



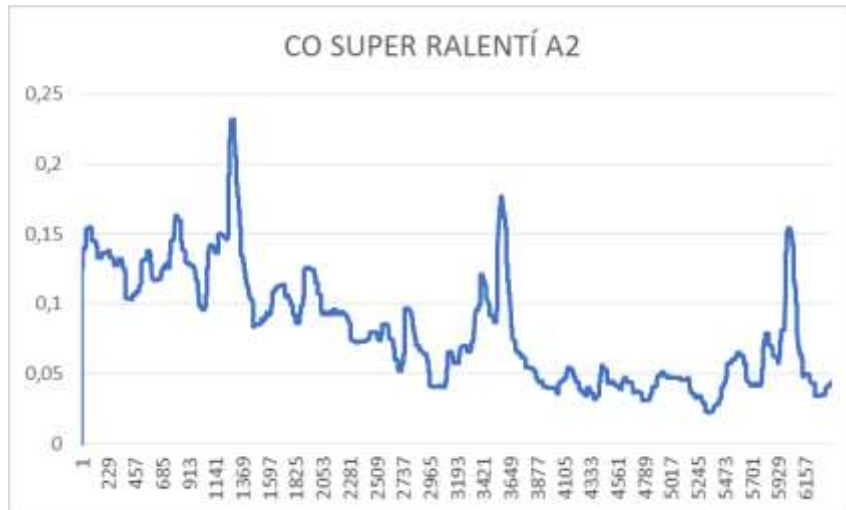
**Gráfico 32-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A2 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A2

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,025% y 0,15% CO.

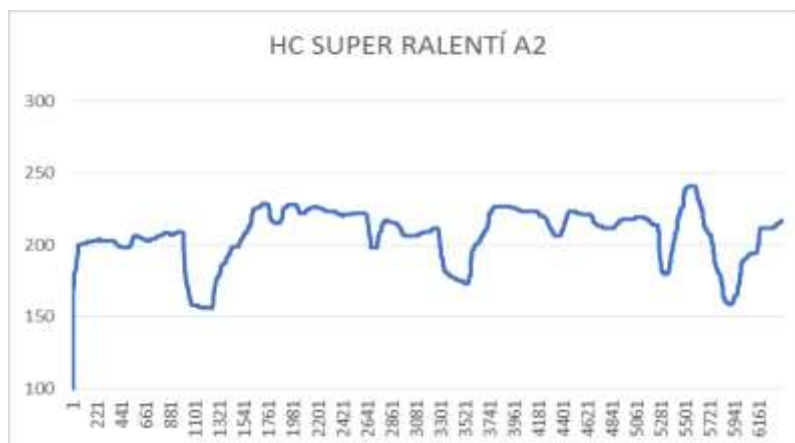


**Gráfico 33-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A2

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 215ppm a 230ppm HC.



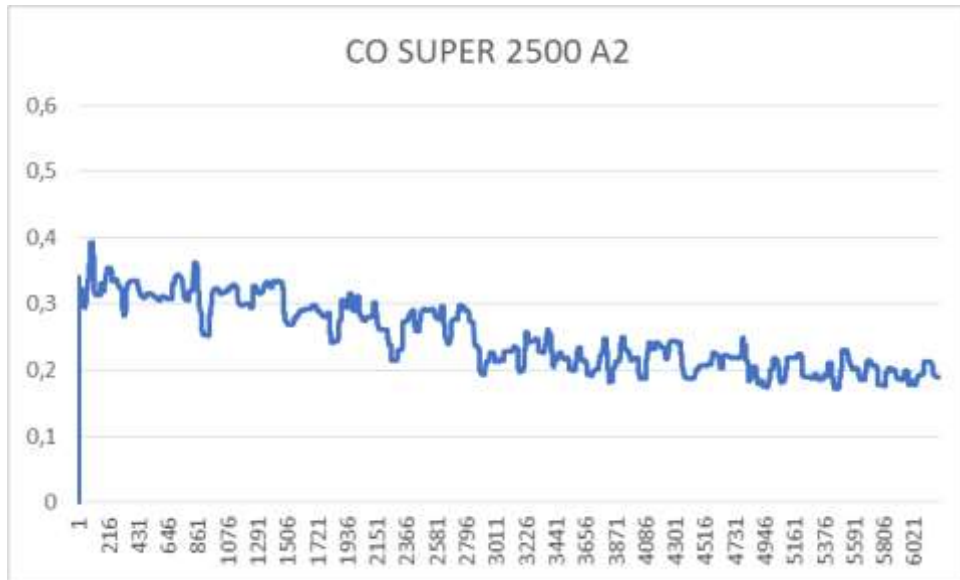
**Gráfico 34-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A2 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A2

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,18% y 0,35% CO



**Gráfico 35-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A2

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 37ppm a 45ppm HC.



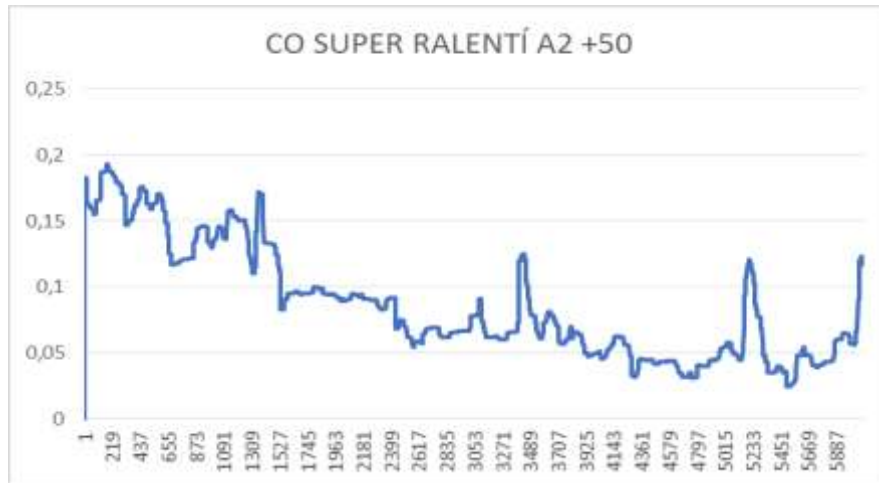
**Gráfico 36-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A2 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A2 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,025% y 0,2% CO

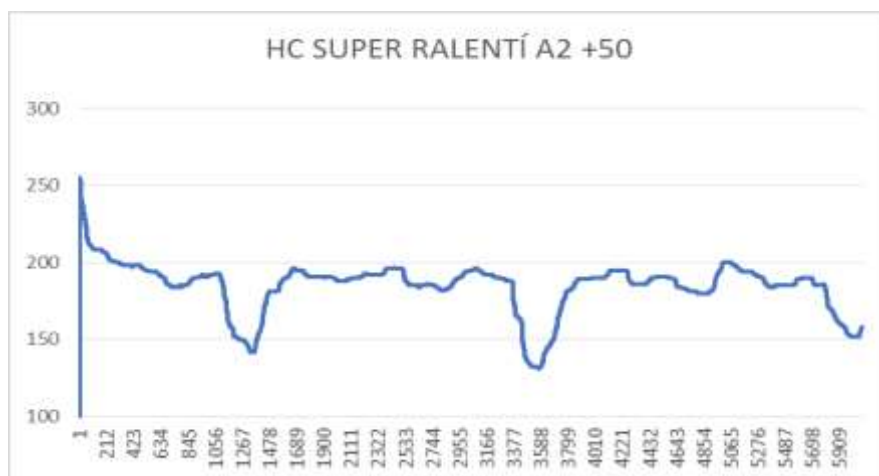


**Gráfico 37-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A2 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por debajo de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 180ppm a 195ppm HC.



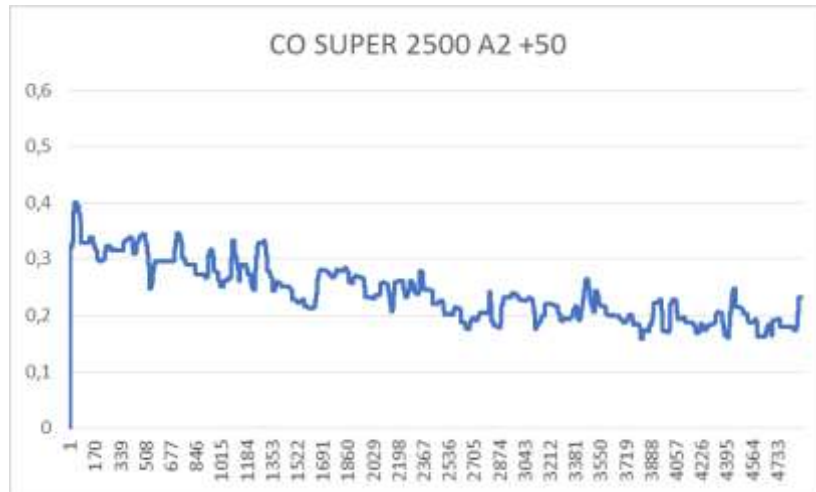
**Gráfico 38-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A2 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A2 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,35% CO.

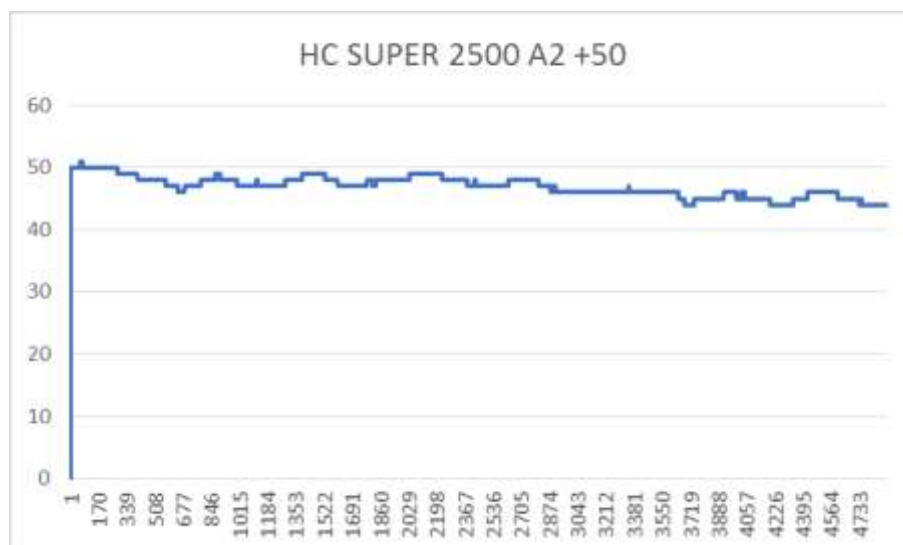


**Gráfico 39-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A2 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 45ppm a 50ppm HC.



**Gráfico 40-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.5. Pruebas realizadas con Motorex Fuel Injector Cleaner (A3)

Continuando con las pruebas de emisiones, en este caso con Motorex fuel injector cleaner al cual lo denominamos como A3, por la facilidad para llevar los registros. Sobre este aditivo el fabricante nos dice que rápidamente disuelve los depósitos acumulados en los inyectores de combustible y en el carburador (mejorando su rendimiento), mantiene la potencia, previene el pistoneo y protege contra la corrosión.

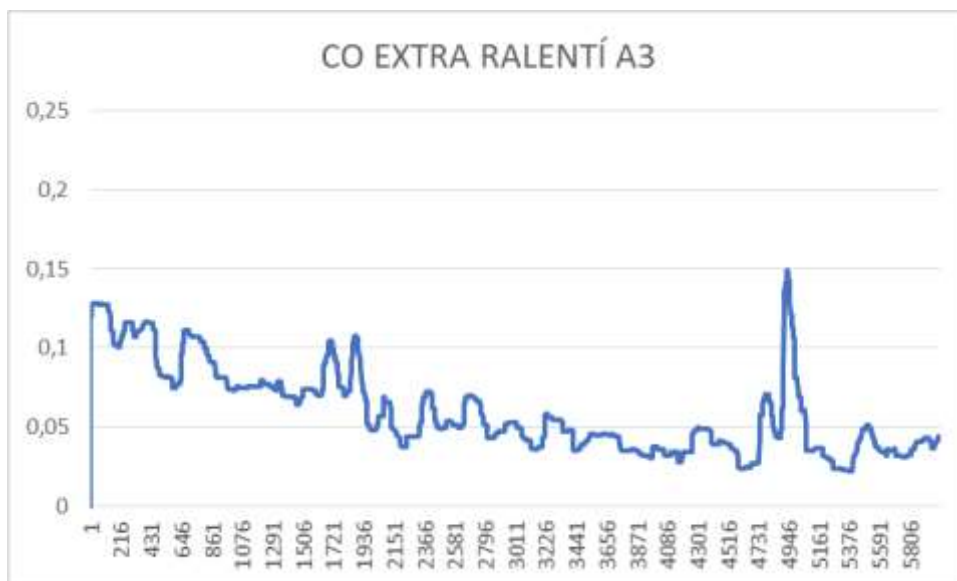
Además de no contener alcohol, no tiene efectos dañinos sobre los sensores de oxígeno ni los catalizadores, destinado para el uso con gasolina. Está recomendado para disolverse en 21 galones de combustible.

Está compuesto por solventes aromáticos derivados del petróleo, poliolefin alquil fenol alquil amina, 1, 2, 3 trimetil benceno, n-Propil benceno, xileno, 2-Etil exanol y cumeno.

#### Gasolina extra con aditivo A3 en marcha mínima

##### Extra CO Ralentí con aditivo A3

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,025% y 0,125% CO.



**Gráfico 41-3.** Recolección y análisis de datos

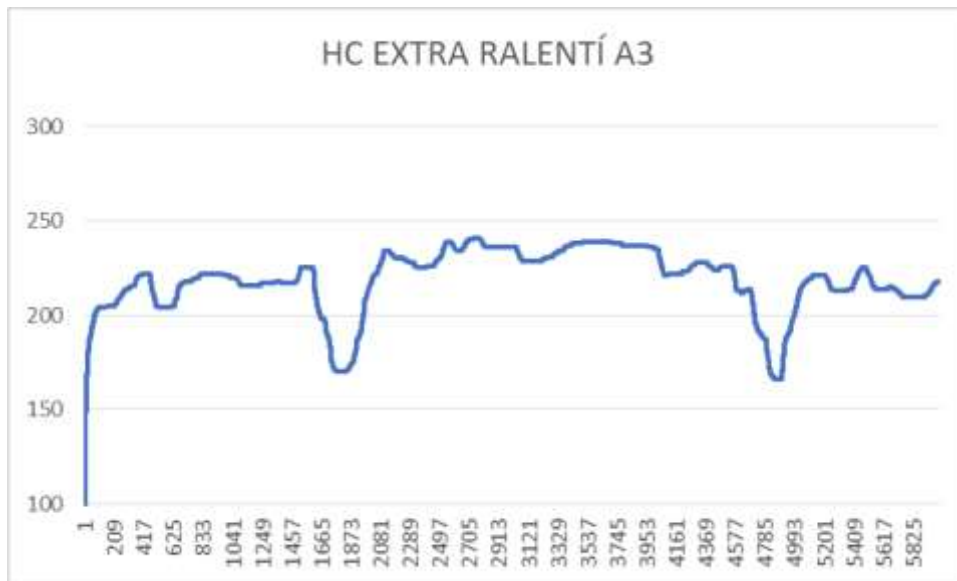
Realizado por: Morocho, José, 2022.

##### Extra HC Ralentí con aditivo A3

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible



no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 215ppm a 240ppm HC.



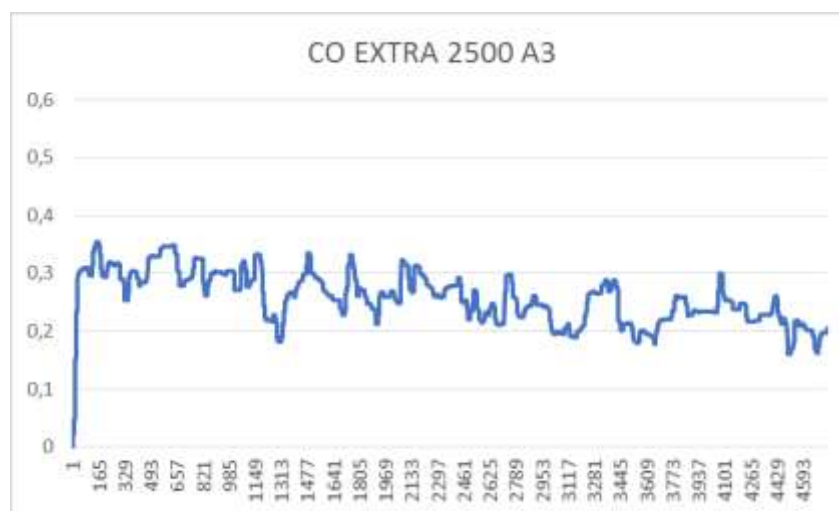
**Gráfico 42-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A3 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A3

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,16% y 0,35% CO.

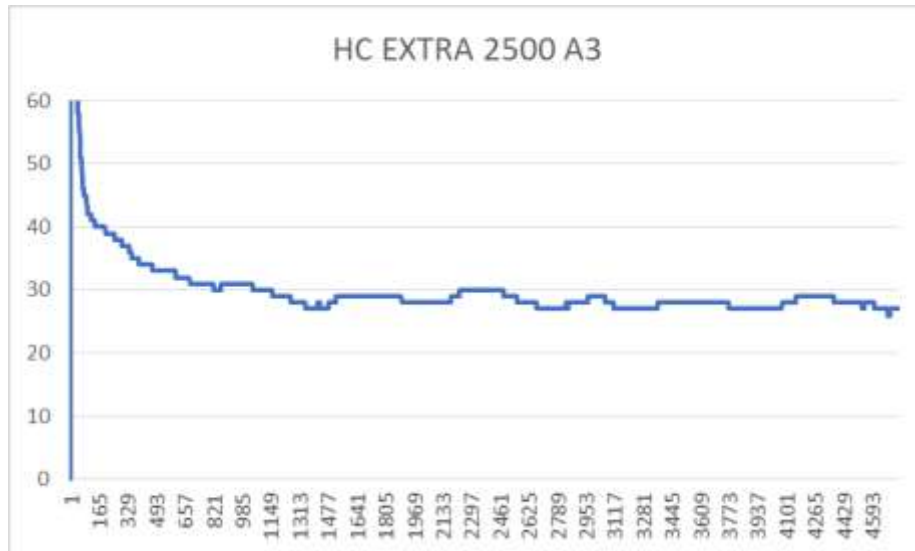


**Gráfico 43-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A3

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 25ppm a 35ppm HC.



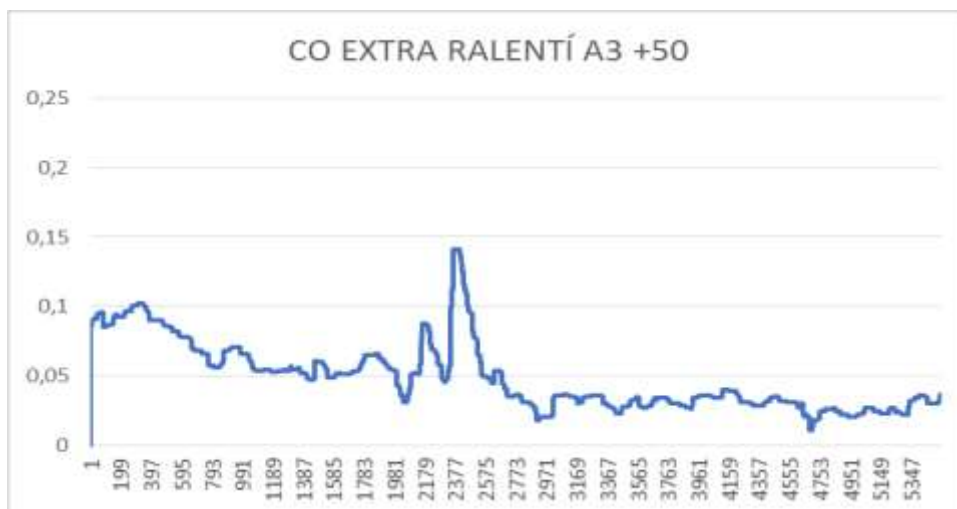
**Gráfico 44-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A3 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A3 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,001% y 0,1% CO.

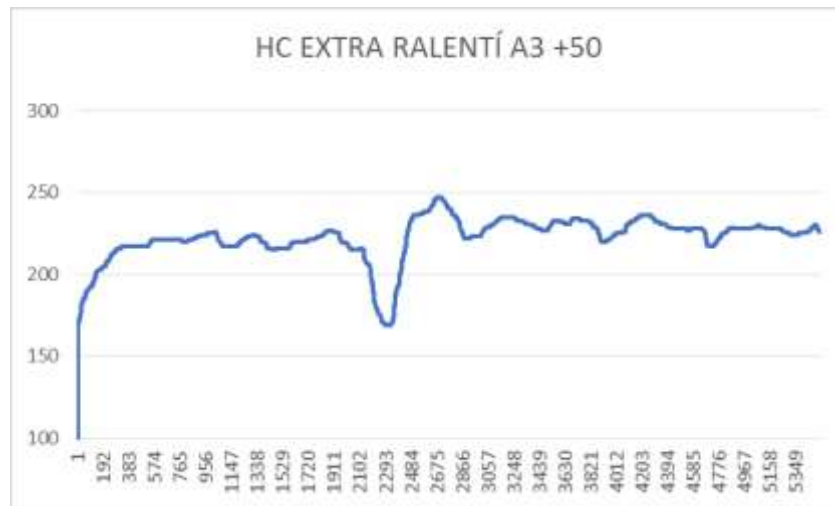


**Gráfico 45-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A3 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 215ppm a 235ppm HC.



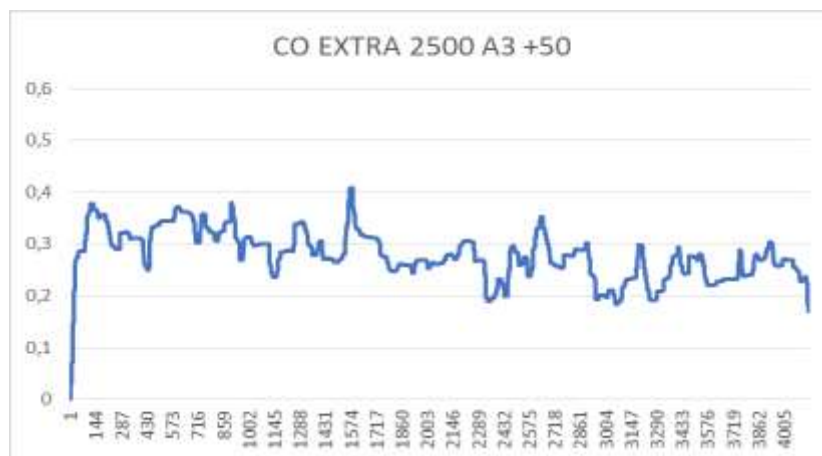
**Gráfico 46-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A3 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A3 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,18% y 0,37% CO.



**Gráfico 47-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A3 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 24ppm a 35ppm HC.



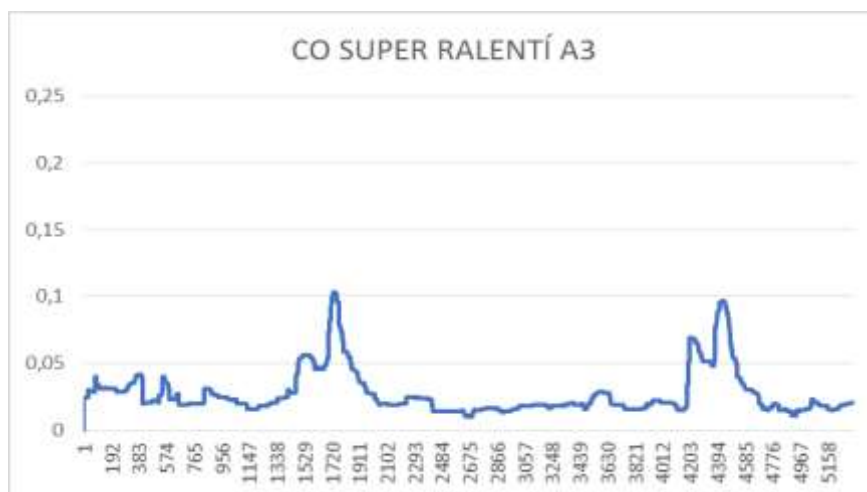
**Gráfico 48-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A3 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A3

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,01% y 0,04% CO.

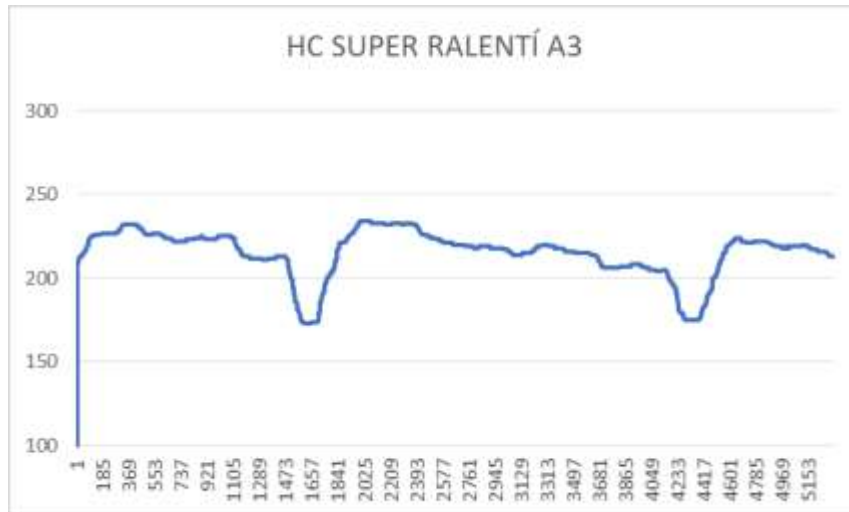


**Gráfico 49-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A3

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica se aprecia que existe un estimado de 215ppm a 235ppm HC.



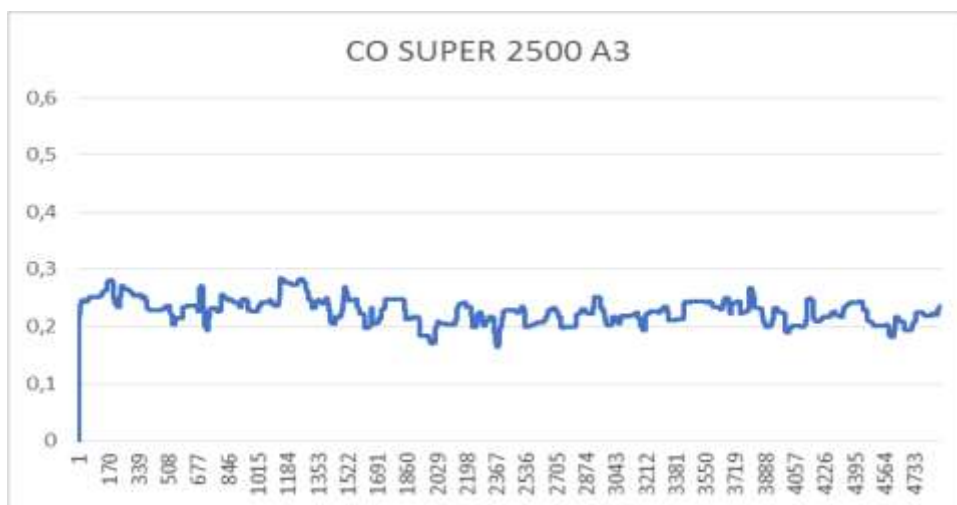
**Gráfico 50-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A3 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A3

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,275% CO.

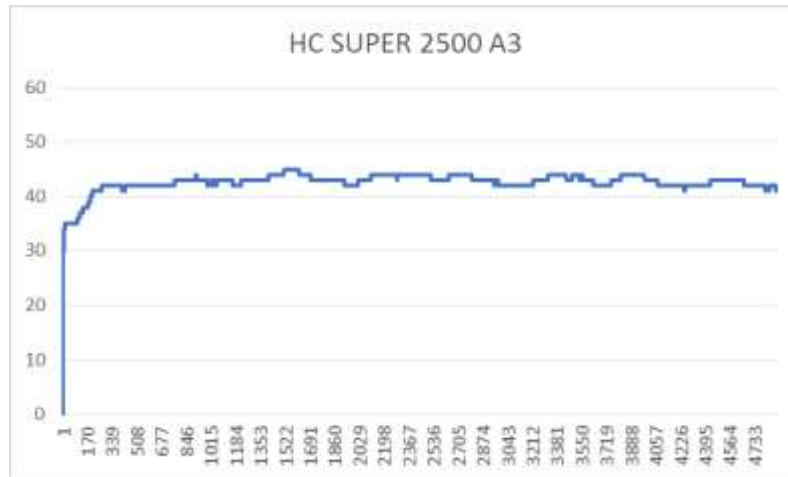


**Gráfico 51-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A3

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 45ppm HC.



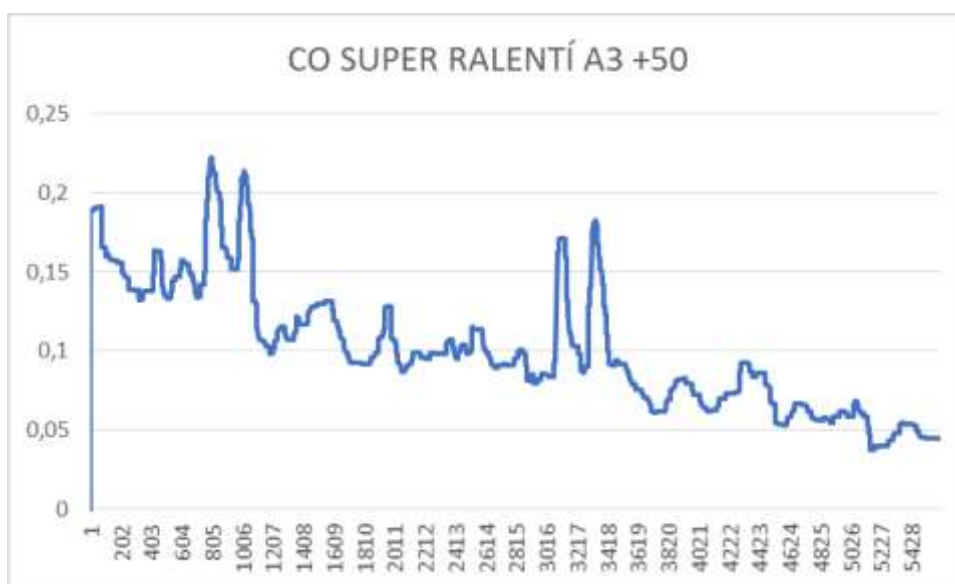
**Gráfico 52-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A3 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A3 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,04% y 0,16% CO.

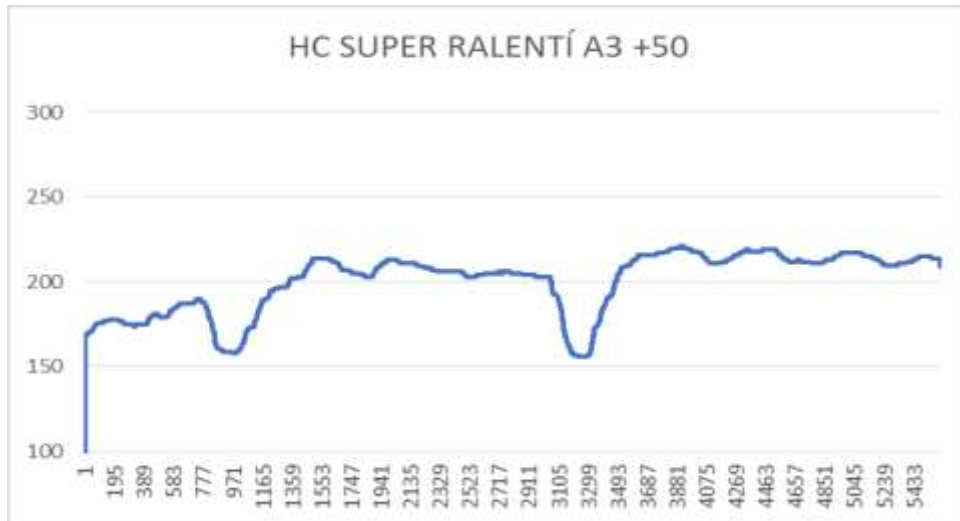


**Gráfico 53-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A3 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica se aprecia que existe un estimado de 200ppm a 220ppm HC.



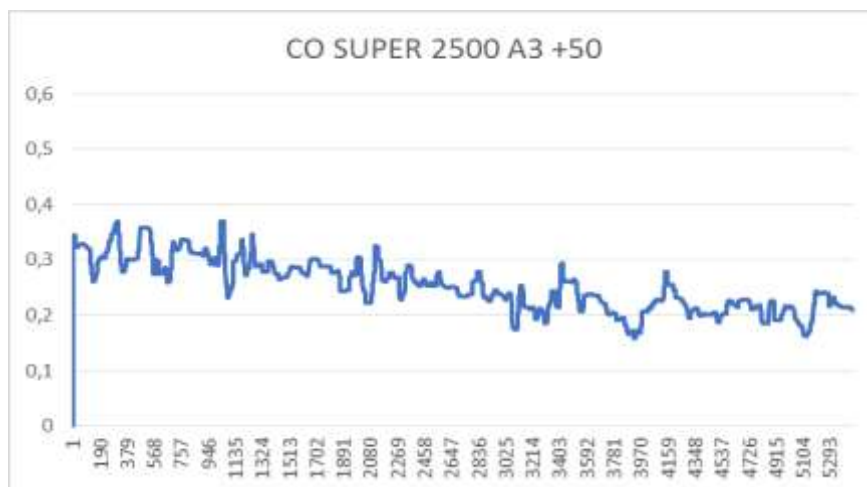
**Gráfico 54-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A3 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A3 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,35% CO.

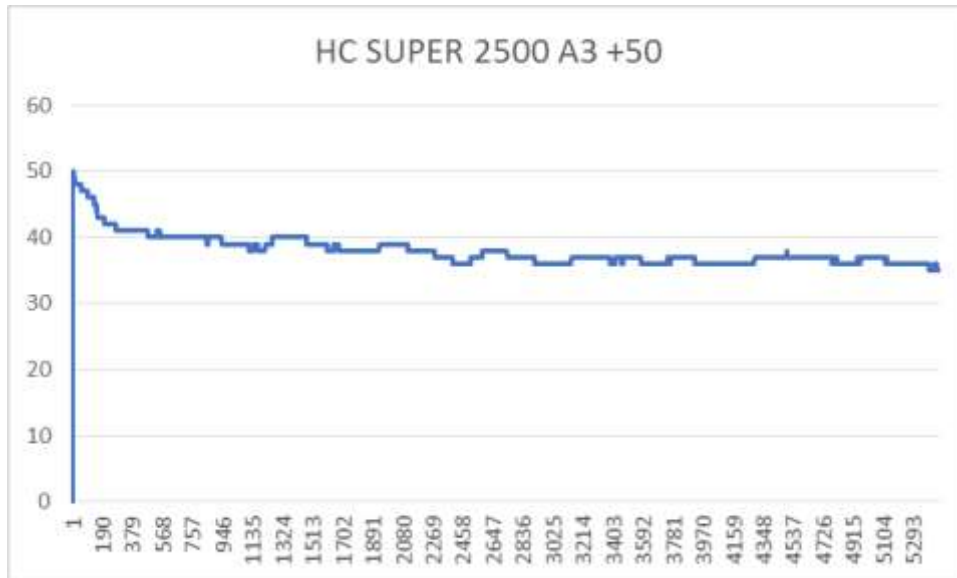


**Gráfico 55-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A3 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 35ppm a 40ppm HC.



**Gráfico 56-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.6. Pruebas realizadas con aditivo gasolina (A4)

Continuando con las pruebas, denominamos como A4 al Aditivo Gasolina. De igual manera que en los casos anteriores, procedemos a dar una breve información y los beneficios que el fabricante de este aditivo nos menciona.

Este aditivo tiene una mayor concentración, ahorra el combustible, elimina agua e impurezas en el combustible y previene el óxido y la corrosión. Además, esta trata hasta 21 galones de combustible.

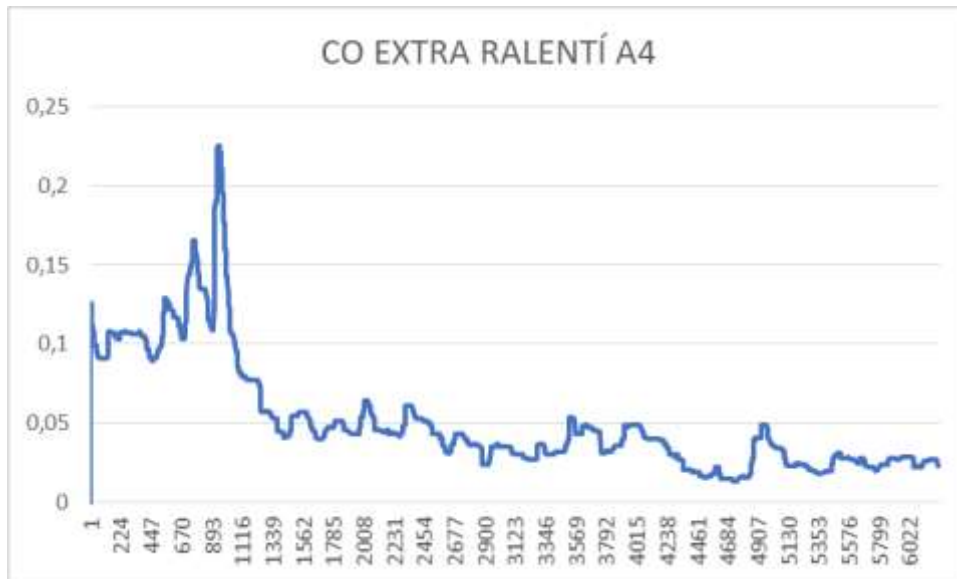
Está compuesto de Querosene y Parafínicos C5-C20 / Xileno / Etilbenceno / Destilados de petróleo hidratados.

#### Gasolina extra con aditivo A4 en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A4

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,15% CO.



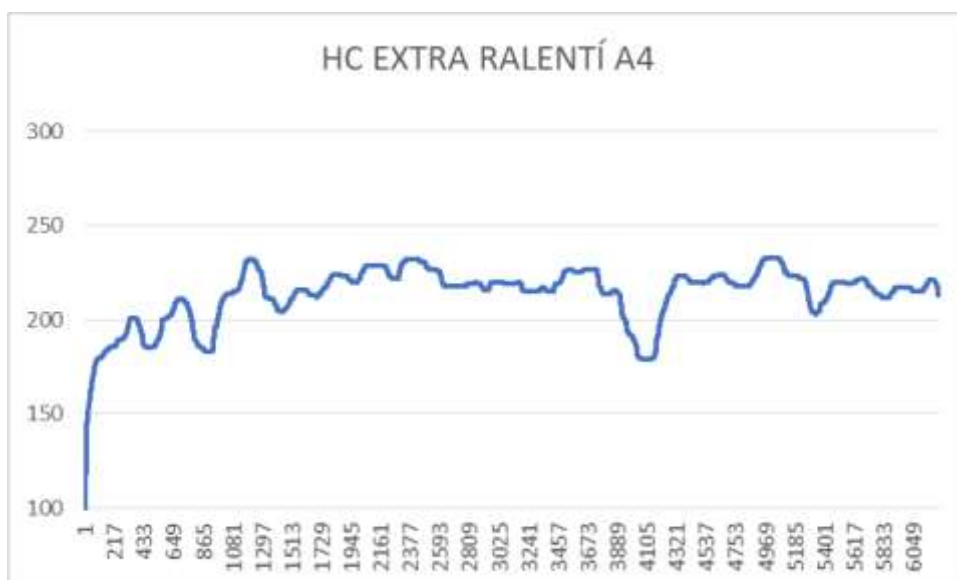


**Gráfico 57-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC Ralentí con aditivo A4

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 215 ppm a 230ppm HC.



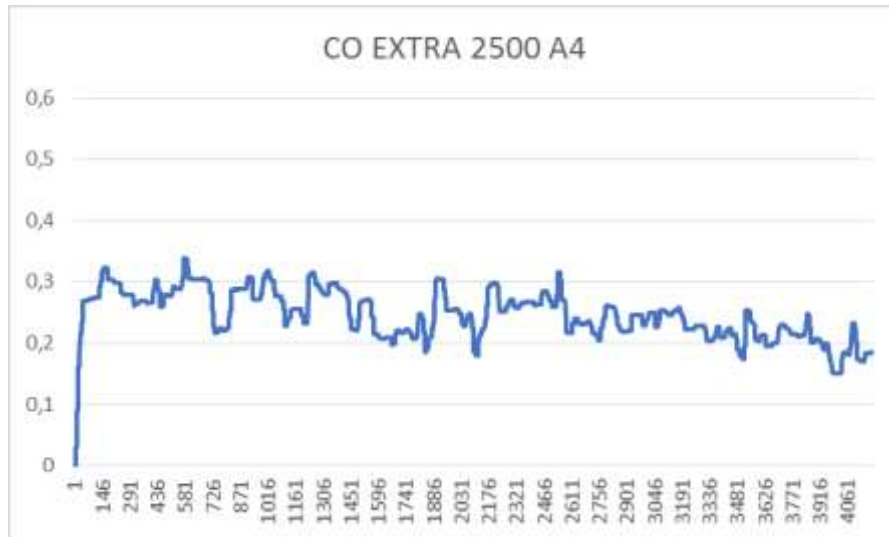
**Gráfico 58-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A4 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A4

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,3% CO.



**Gráfico 59-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A4

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 26ppm a 32ppm HC.



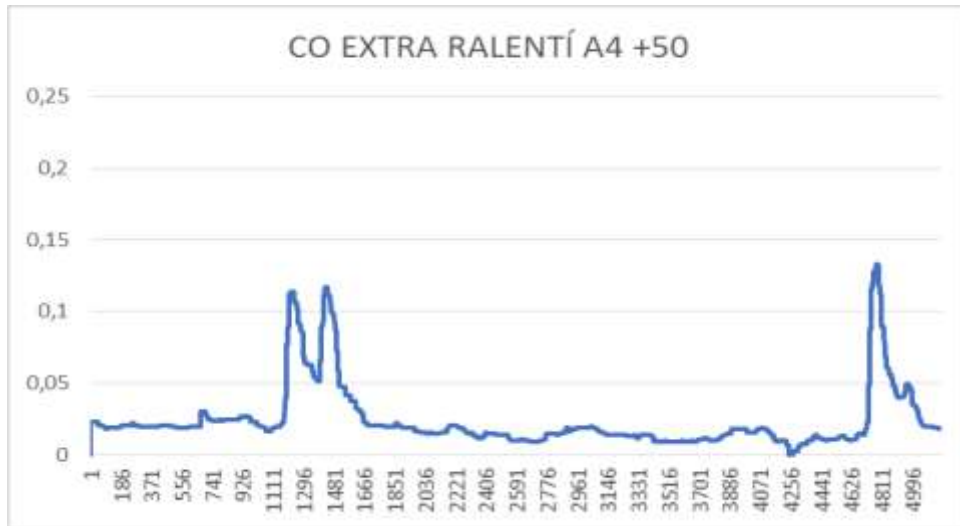
**Gráfico 60-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A4 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A4 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,03% y 0,013% CO.



**Gráfico 61-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC Ralentí con aditivo A4 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe cierta cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 210ppm HC.



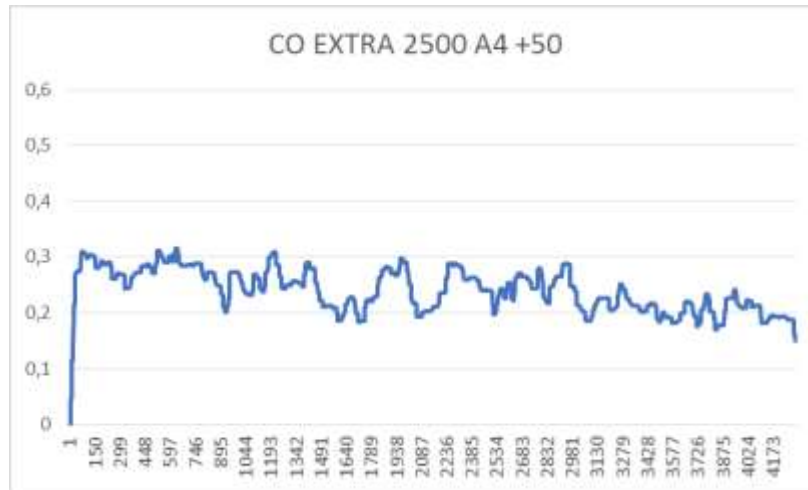
**Gráfico 62-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A4 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A4 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,3% CO.



**Gráfico 63-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A4 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 25ppm a 30ppm HC.



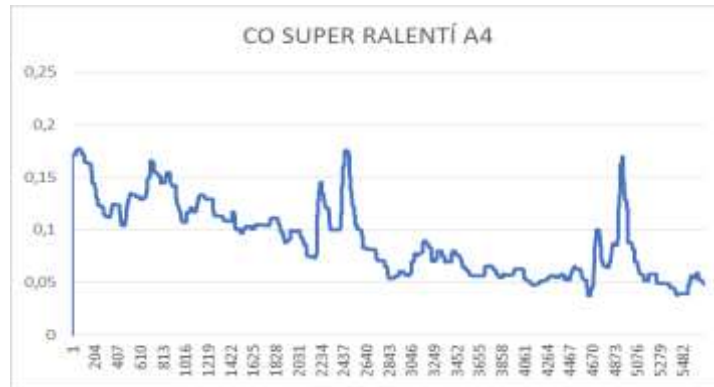
**Gráfico 64-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A4 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A4

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,038% y 0,16% CO.

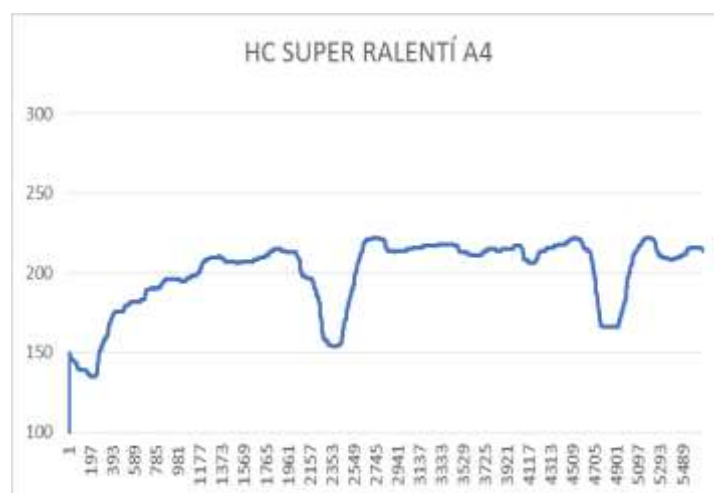


**Gráfico 65-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A4

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una cierta cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 205 ppm a 215ppm HC.



**Gráfico 66-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A4 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A4

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,35% CO.

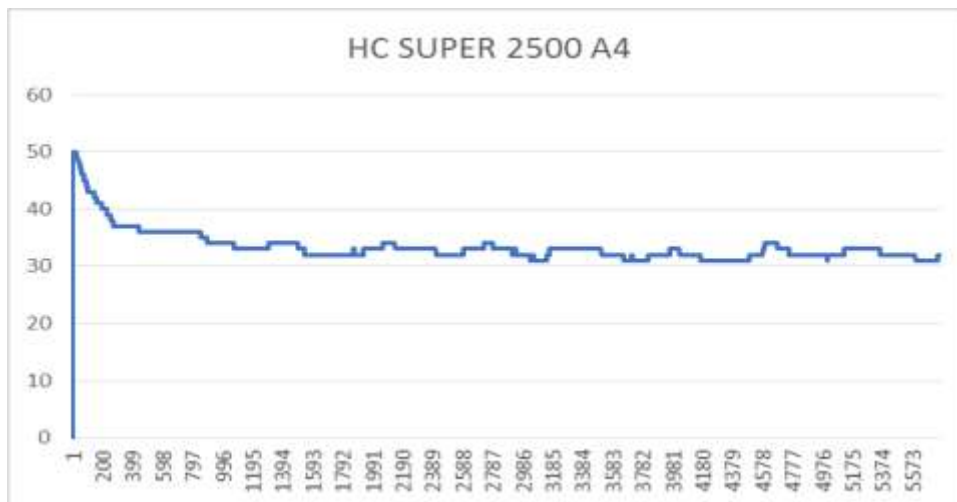


**Gráfico 67-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A4

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 30ppm a 35ppm HC.



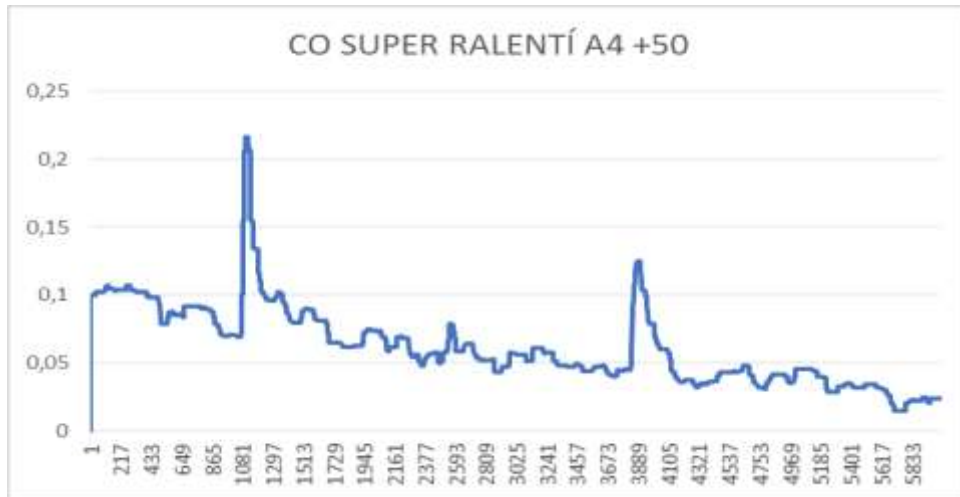
**Gráfico 68-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A4 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A4 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,1% CO.

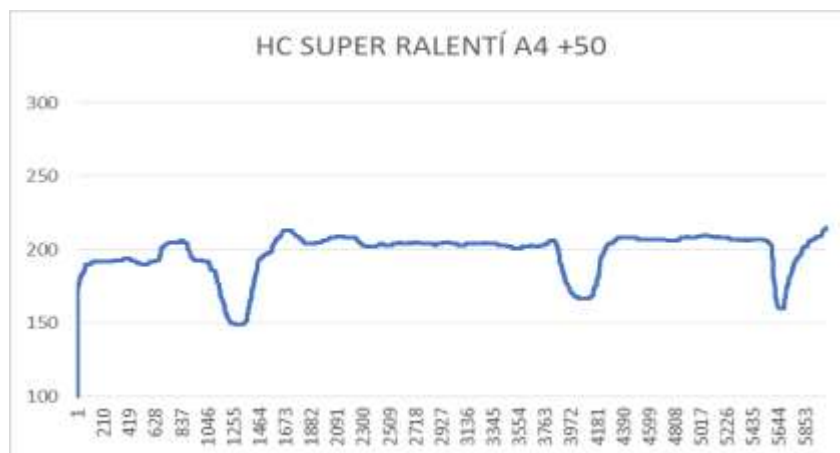


**Gráfico 69-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A4 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe cierta cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 215ppm HC.



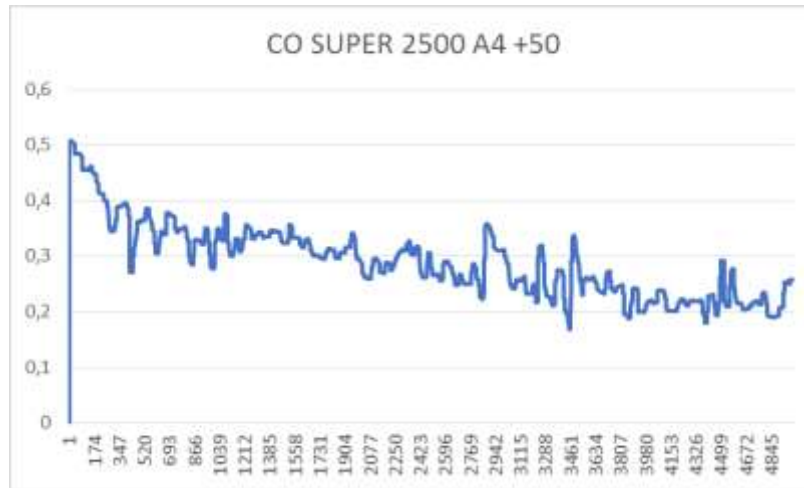
**Gráfico 70-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A4 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A4 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,16% y 0,4% CO.

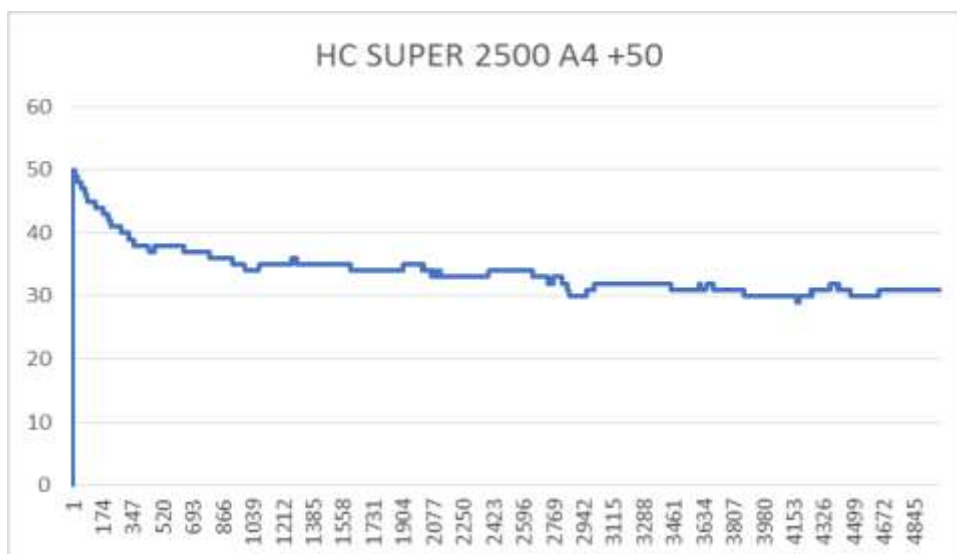


**Gráfico 71-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A4 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 30ppm a 40ppm HC.



**Gráfico 72-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.



### 3.7. Pruebas realizadas con sonax limpia inyectores gasolina y carburadores (a5)

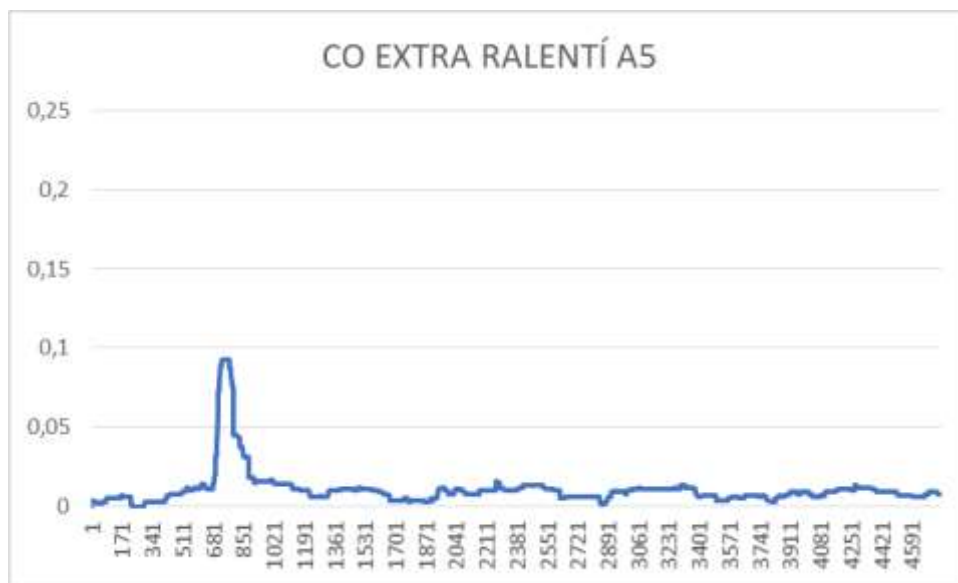
Para esta prueba cambiamos al siguiente aditivo, SONAX limpia inyectores gasolina y carburadores lo denominamos A5. En las especificaciones que nos da el fabricante se menciona que este aditivo nos ayuda con la limpieza del sistema de combustible, lubrica y protege la corrosión, nos permite una combustión óptima (lo que reduce el consumo del combustible) y no daña los sensores de oxígeno ni los convertidores catalíticos.

Está diseñado para diluirse en el depósito de gasolina (40-60) litros. Este aditivo contiene C11-14 alkane.

#### Gasolina extra con aditivo A5 en marcha mínima

##### Extra CO Ralentí con aditivo A5

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,001% y 0,015% CO.

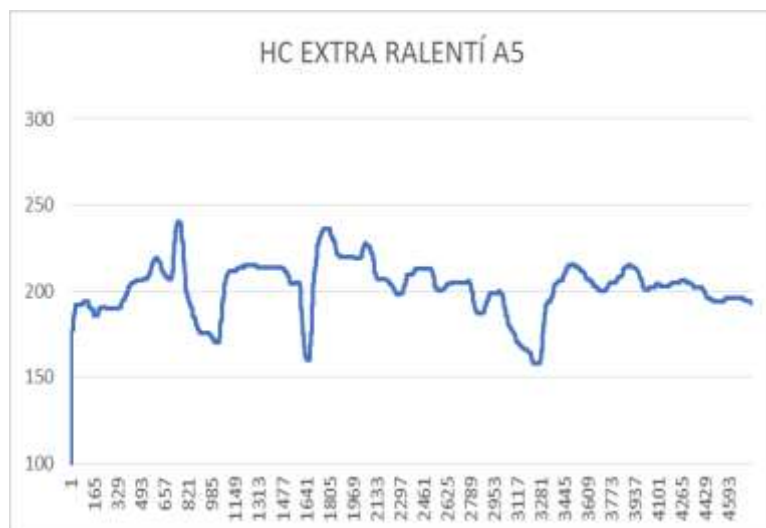


**Gráfico 73-2.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

##### Extra HC Ralentí con aditivo A5

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 230ppm HC.



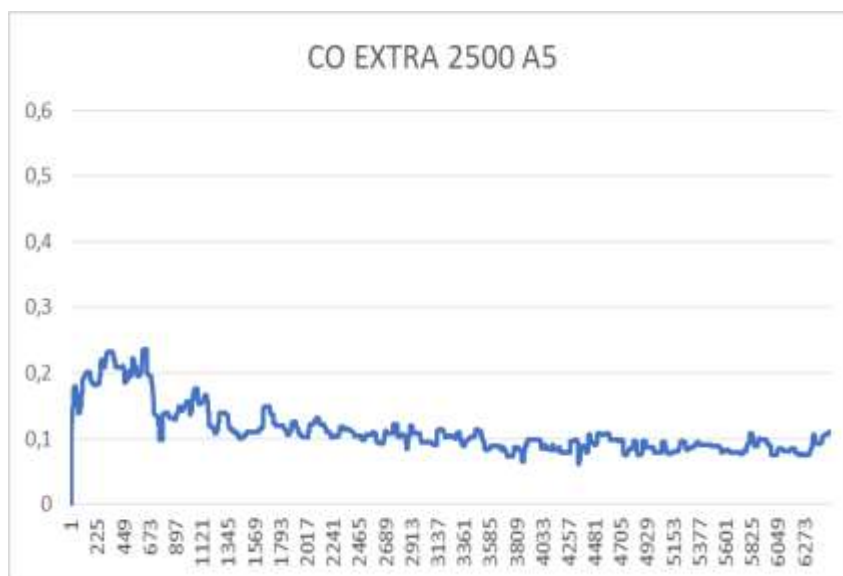
**Gráfico 74-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A5 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A5

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,075% y 0,2% CO.

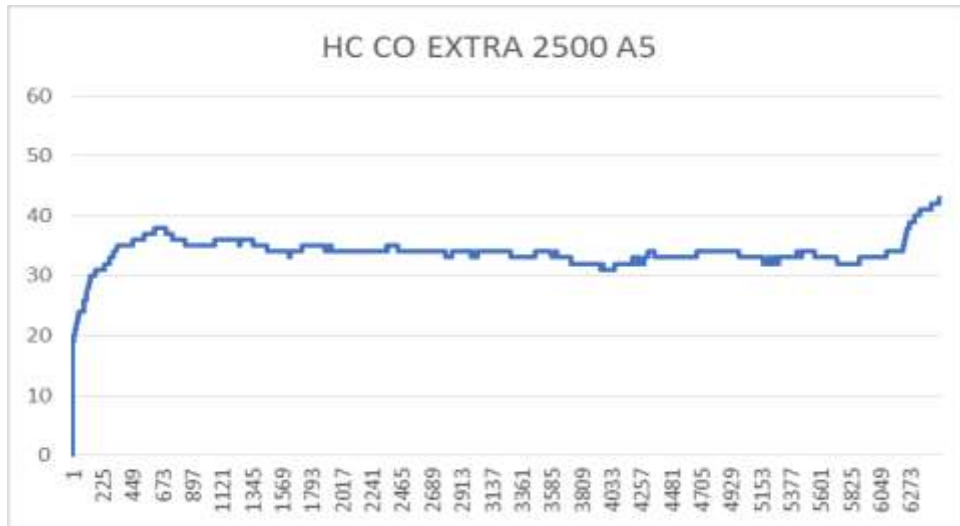


**Gráfico 75-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A5

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 30ppm a 35ppm HC.



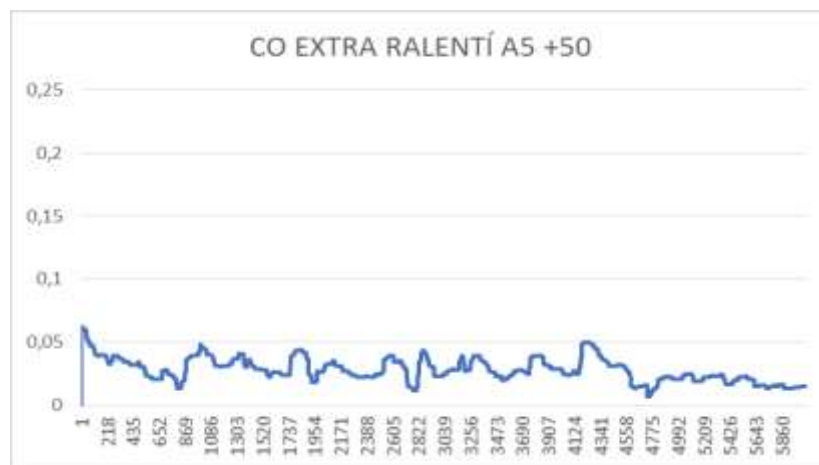
**Gráfico 76-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A5 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A5 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,007% y 0,05% CO.

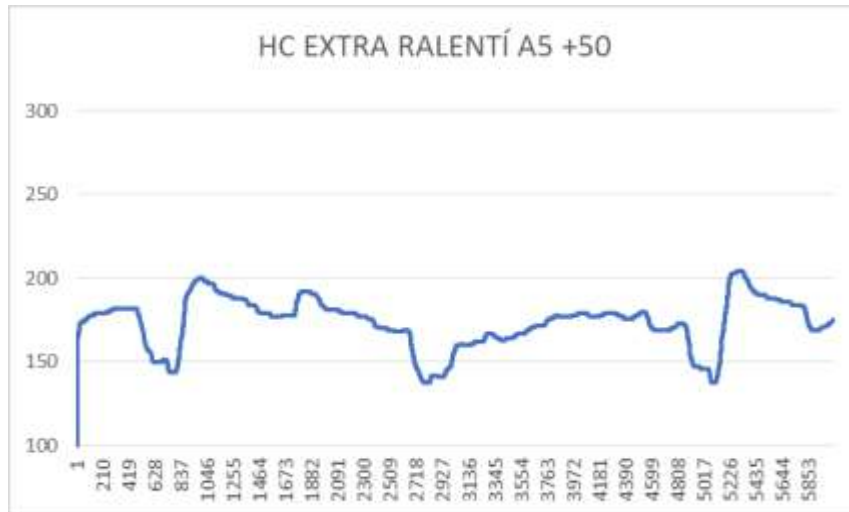


**Gráfico 77-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A5 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 175ppm a 195ppm HC.



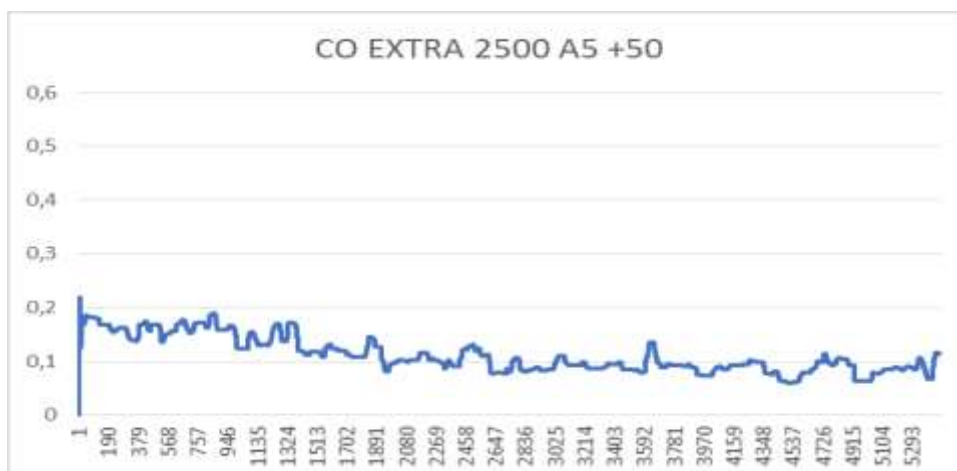
**Gráfico 78-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A5 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A5 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,06% y 0,18% CO.



**Gráfico 79-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A5 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 25ppm a 35ppm HC.



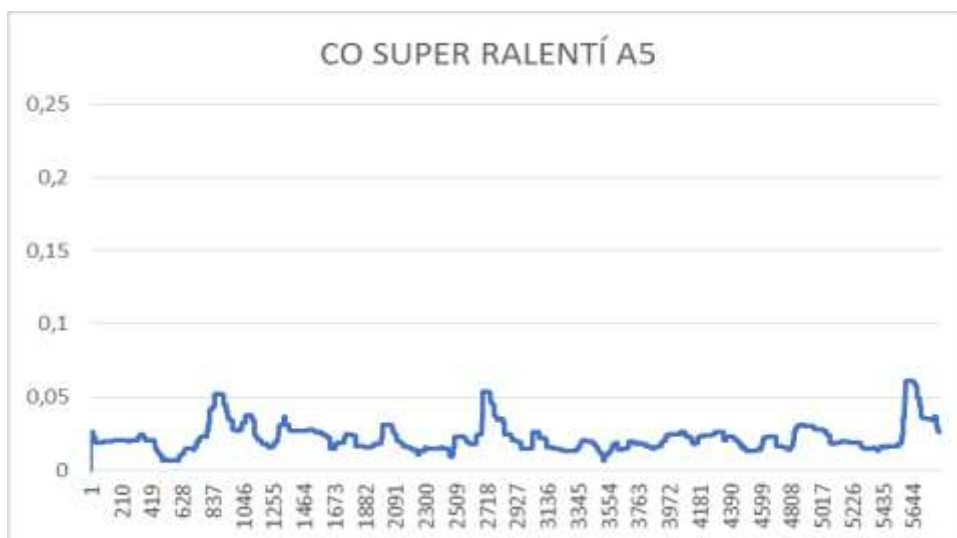
**Gráfico 80-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A5 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A5

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,007% y 0,05% CO.

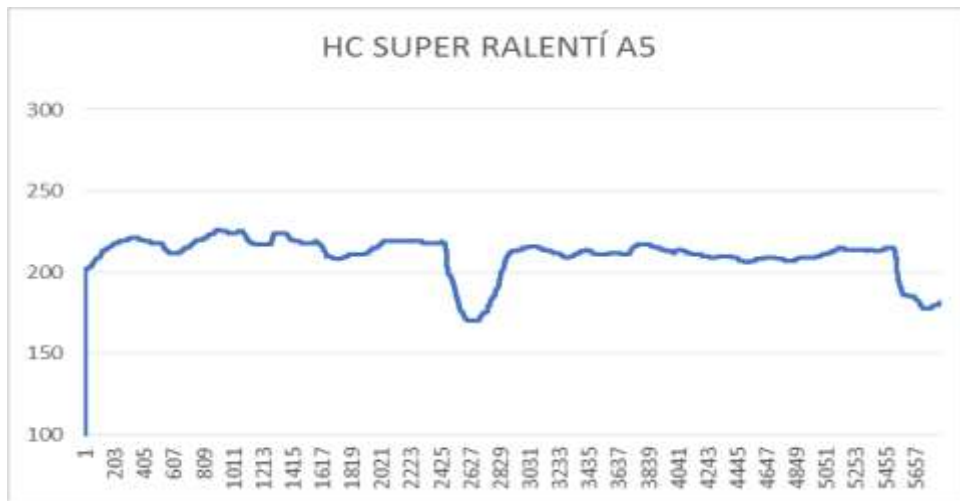


**Gráfico 81-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A5

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe cierta cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 205ppm a 225ppm HC.



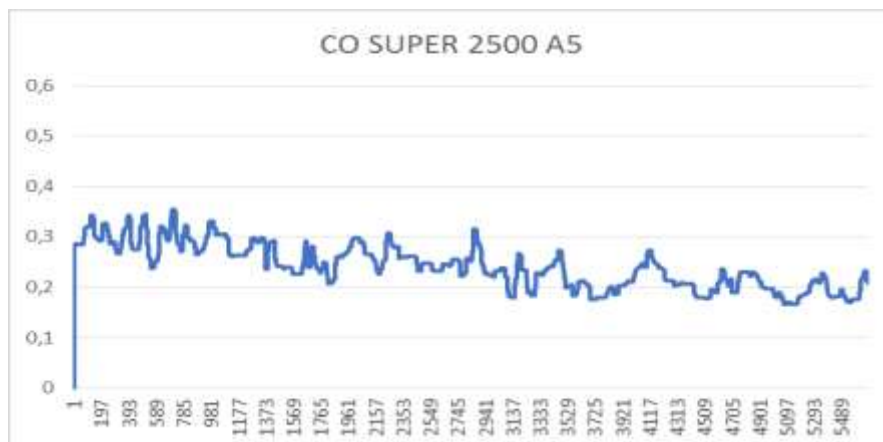
**Gráfico 82-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A5 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A5

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,35% CO.

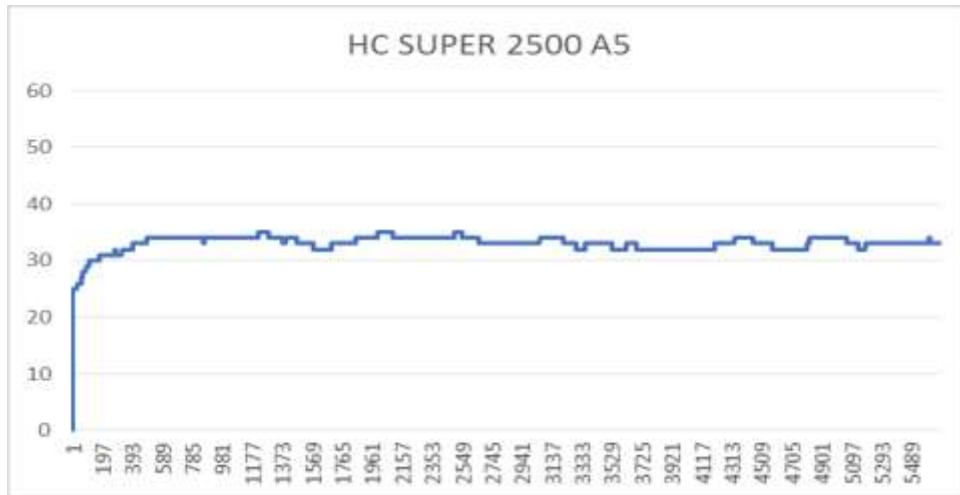


**Gráfico 83-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A5

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 32ppm a 35ppm HC.



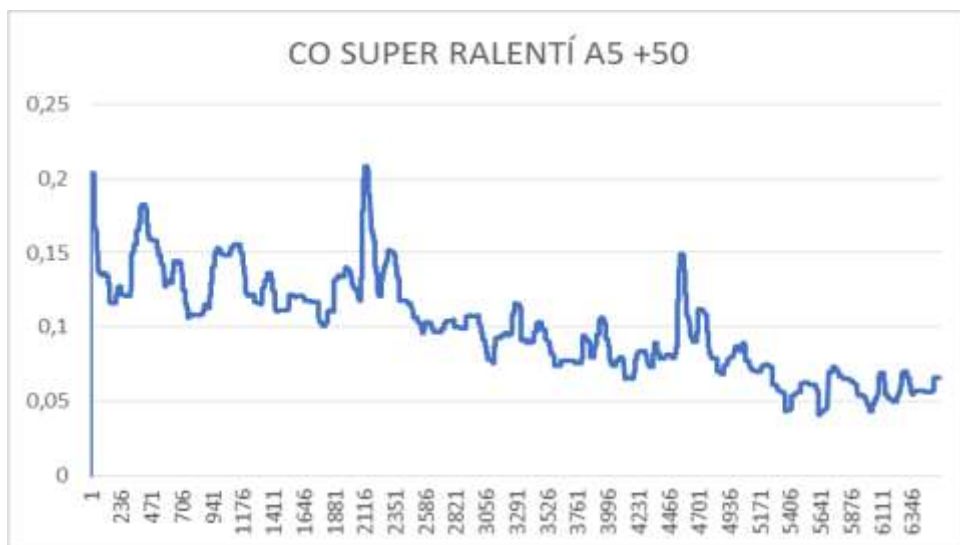
**Gráfico 84-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A5 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A5 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,05% y 0,17% CO.

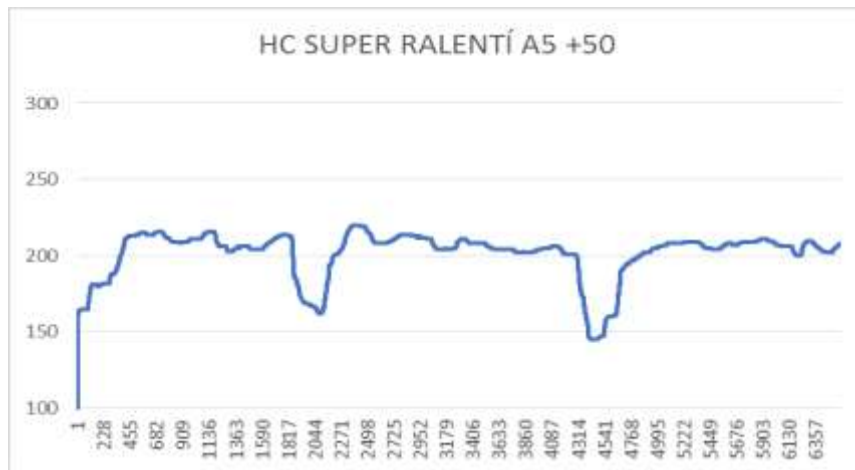


**Gráfico 85-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A5 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe cierta cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 215ppm HC.



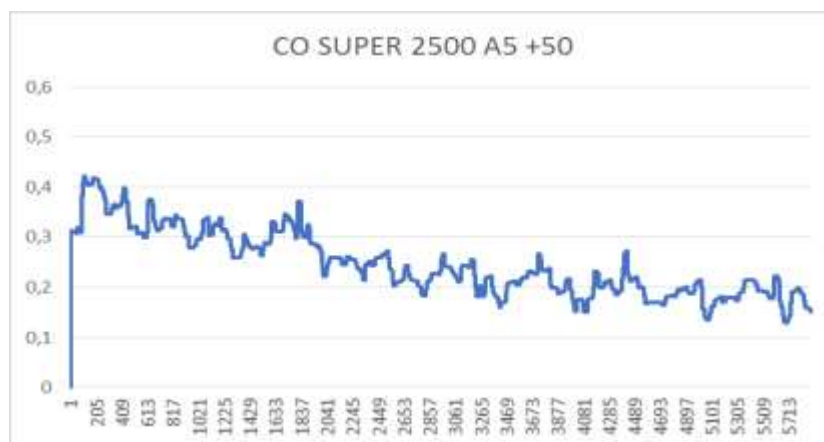
**Gráfico 86-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A5 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A5 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,40% CO.



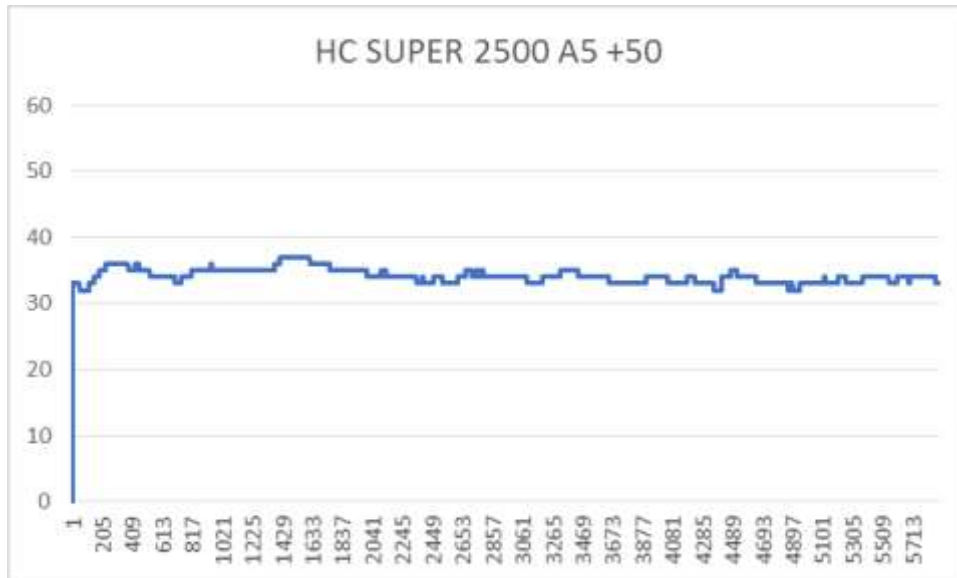
**Gráfico 87-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.



### Super HC a 2500rpm con aditivo A5 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 32ppm a 35ppm HC.



**Gráfico 88-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.8. Pruebas realizadas con limpiador de inyectores de combustible ABRO (A6)

Continuando con las pruebas, para este caso se realizaron las pruebas con el limpiador de inyectores de combustible Abro, al cual denominaremos como A6 para mayor facilidad a la hora de organizar las tablas de resultados.

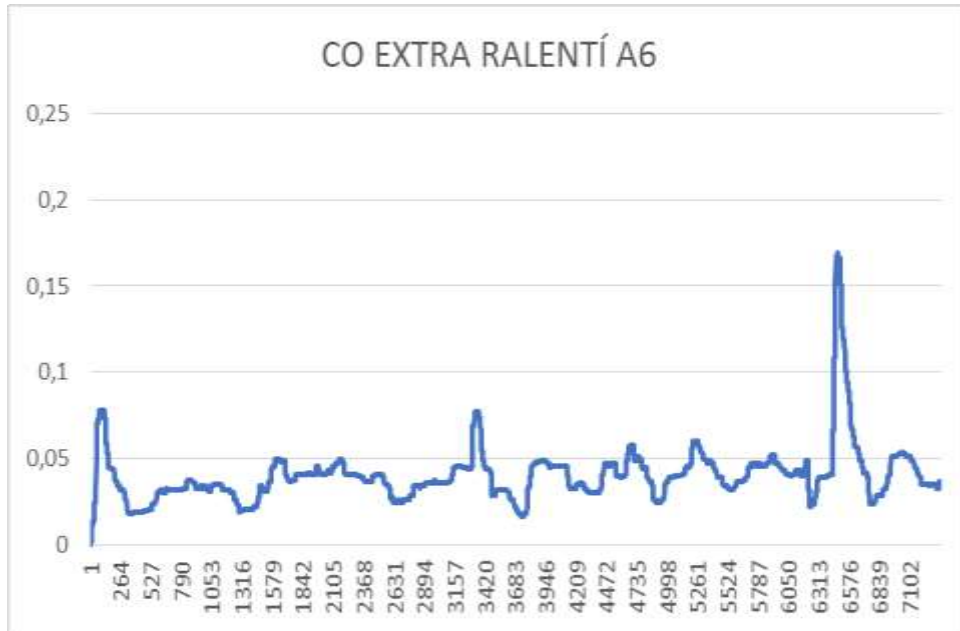
Acorde a las características y los beneficios que nos indica el fabricante, este aditivo limpia los inyectores, así como los depósitos en las válvulas y reduce las emisiones de escape, además de mejorar el rendimiento del motor y el kilometraje del vehículo. El contenido de 354ml esta formulado para ser disuelto hasta en 21 galones de gasolina.

Este producto contiene destilados de petróleo.

#### Gasolina extra con aditivo A6 en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A6

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,06% CO.

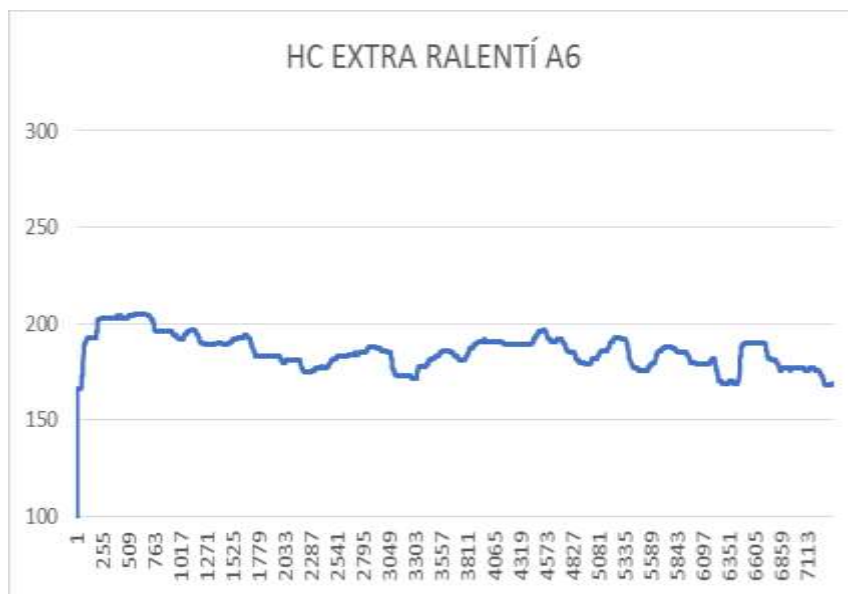


**Gráfico 89-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A6

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 170ppm a 200ppm HC.



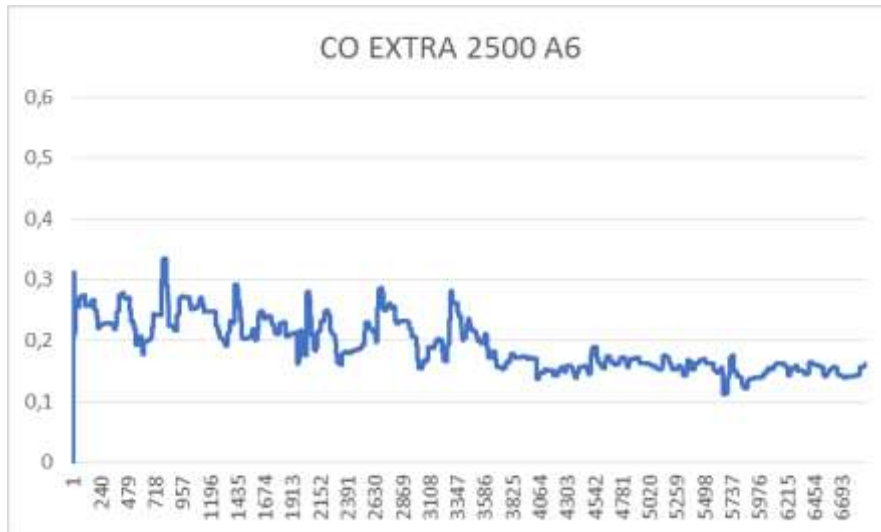
**Gráfico 90-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A6 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A6

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,1% y 0,03% CO.



**Gráfico 91-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A6

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 37ppm a 45ppm HC.



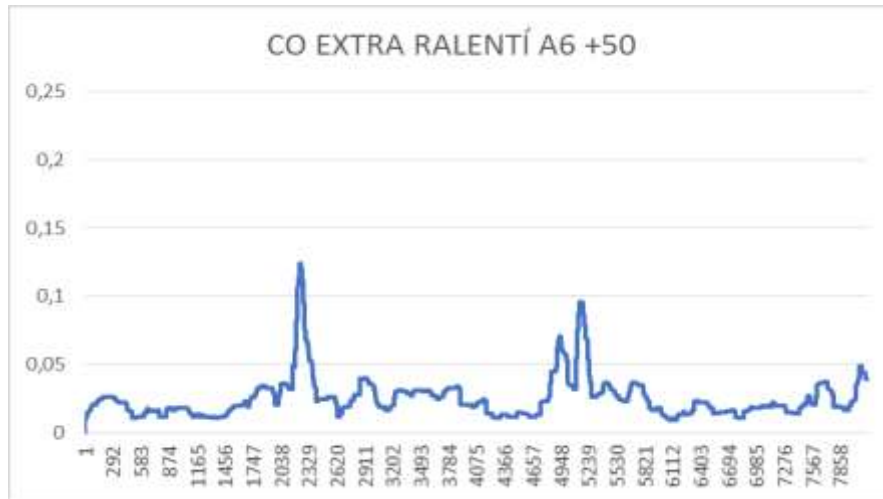
**Gráfico 92-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A6 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A6 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,01% y 0,04% CO.

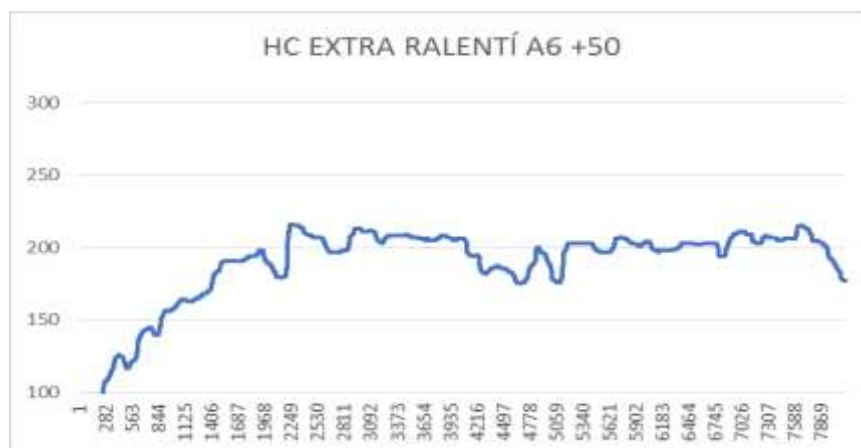


**Gráfico 93-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC Ralentí con aditivo A6 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 198ppm a 215ppm HC.



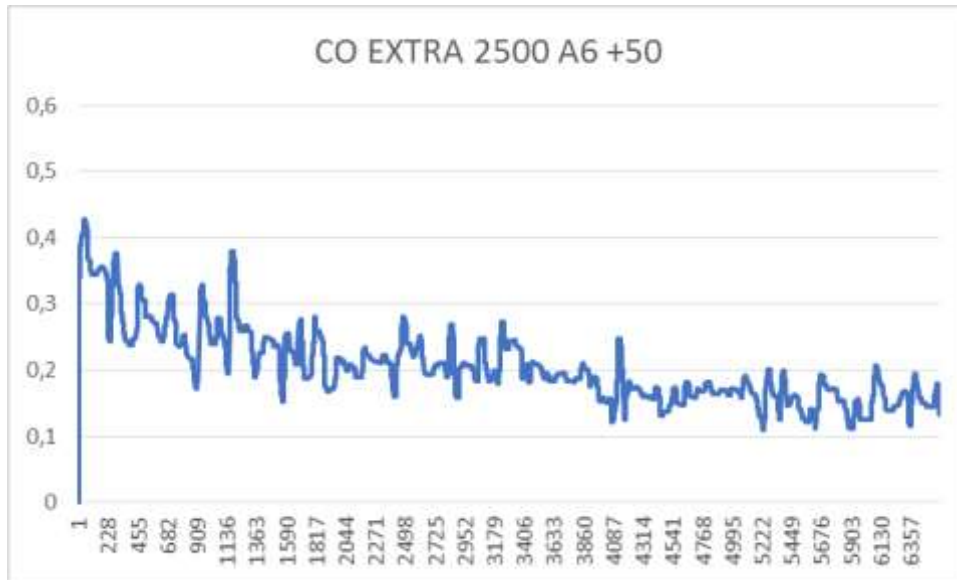
**Gráfico 94-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A6 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A6 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,125% y 0,35% CO.

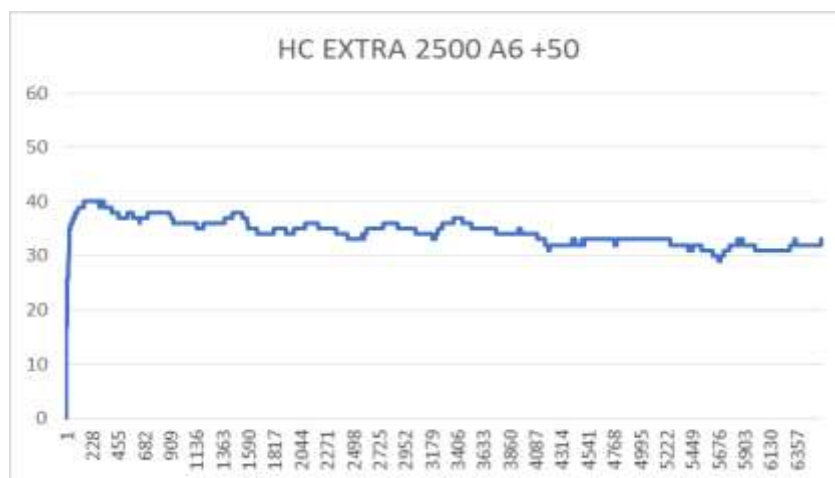


**Gráfico 95-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A6 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 30ppm a 40ppm HC.



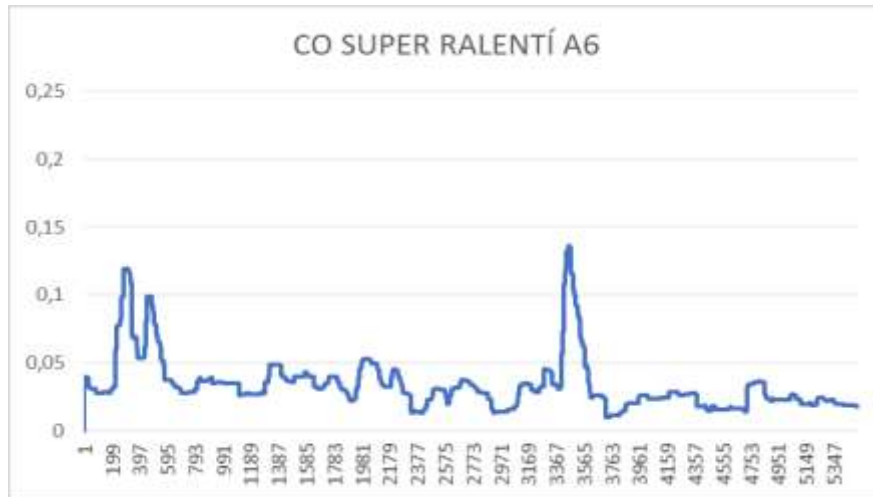
**Gráfico 96-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A6 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A6

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,01% y 0,10% CO.

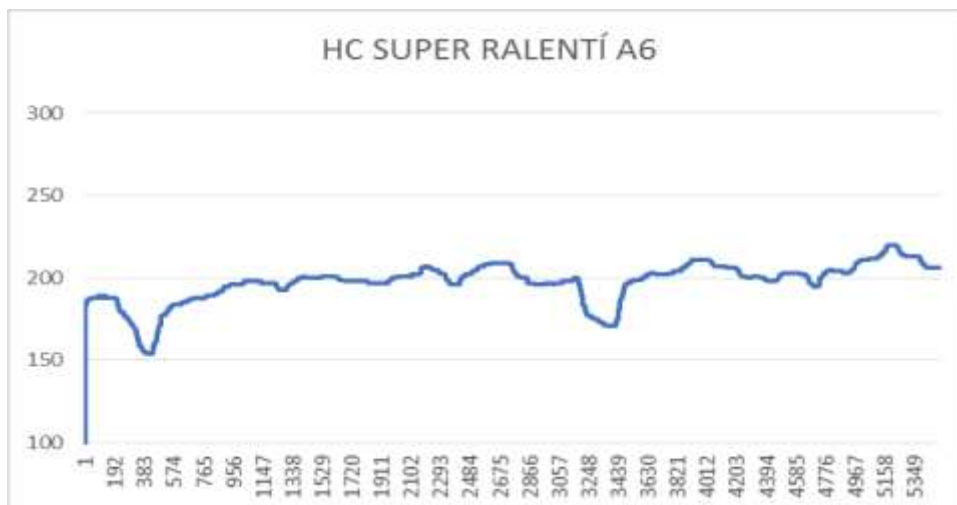


**Gráfico 97-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A6

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 198ppm a 215ppm HC.



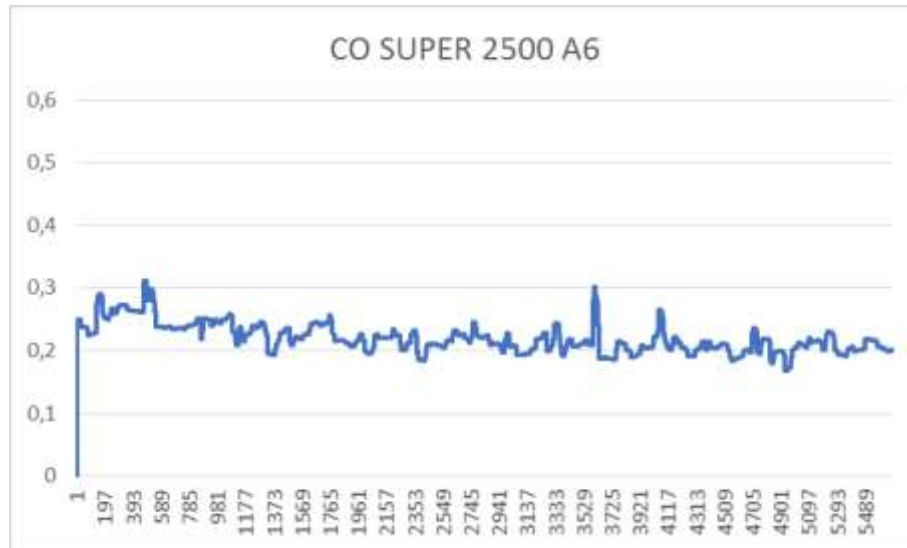
**Gráfico 99-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A6 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A6

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,16% y 0,30% CO.

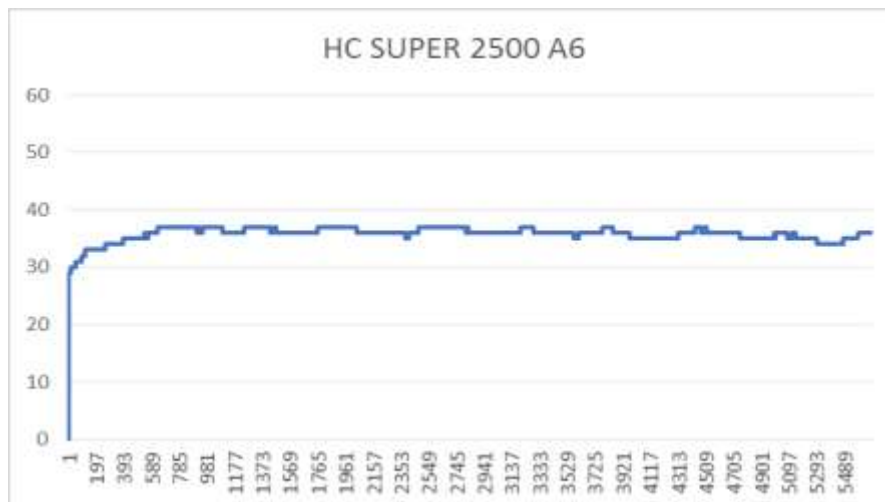


**Gráfico 100-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A6

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 34ppm a 37ppm HC.



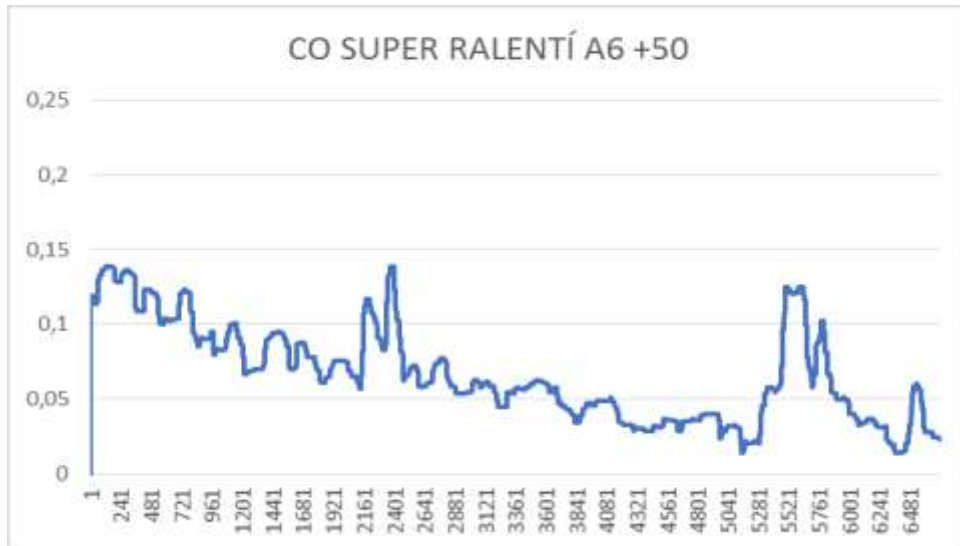
**Gráfico 101-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A6 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A6 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,128% CO.

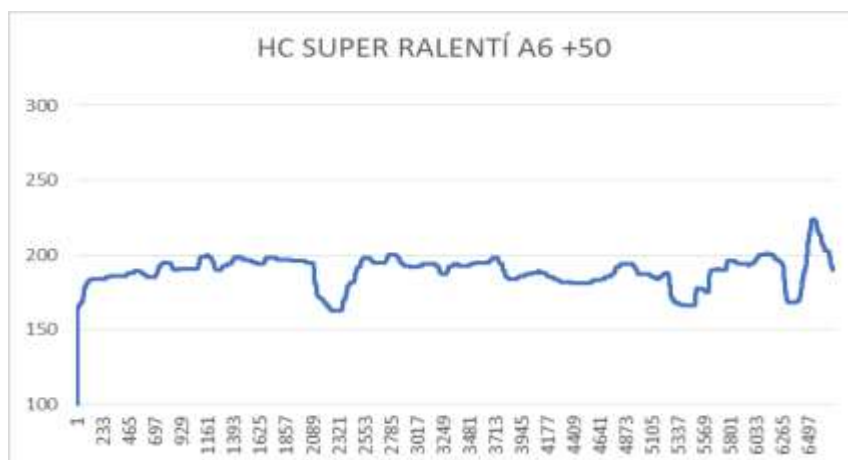


**Gráfico 102-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A6 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por debajo de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 180ppm a 198ppm HC.



**Gráfico 103-3.** Recolección y análisis de datos

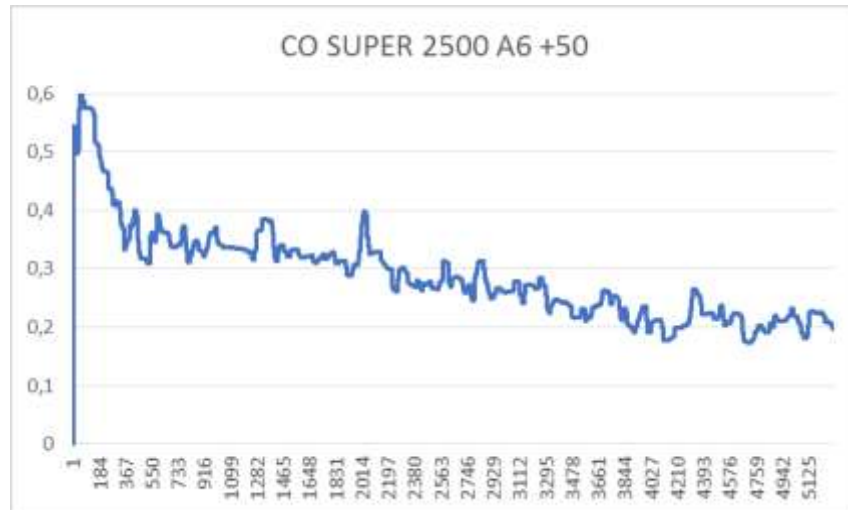
Realizado por: Morocho, José, 2022.



### Gasolina super con aditivo A6 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A6 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,175% y 0,40% CO.

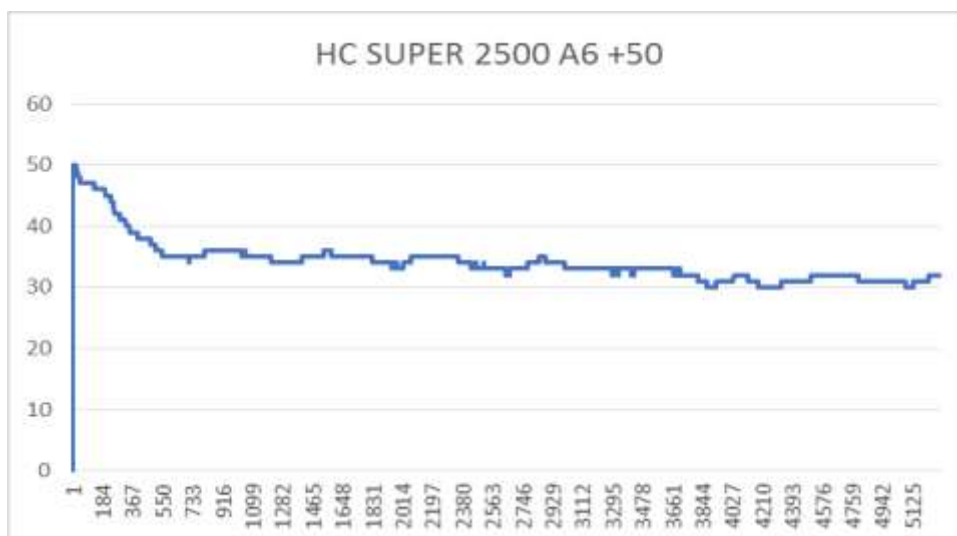


**Gráfico 104-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A6 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 30ppm a 40ppm HC.



**Gráfico 105-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.9. Pruebas realizadas con LIQUI MOLY limpiador de inyectores (A7)

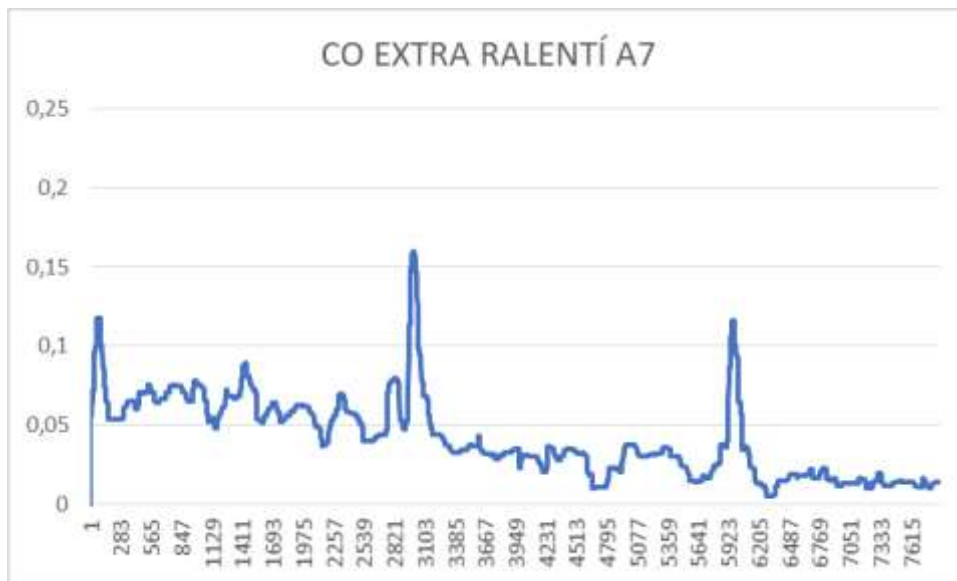
Para estas pruebas utilizamos LIQUI MOLY Limpiador de inyectores al cual denominamos como A7. Acorde a sus características obtenidas de la ficha técnica sabemos que este aditivo es una combinación de agentes limpiadores y protectores de alta eficacia; entre sus propiedades encontramos que limpia el sistema de inyección, reduce la emisión de contaminantes, asegura un menor consumo de combustible (probado en turbocompresores y catalizadores). Gracias a las pruebas averiguaremos si en realidad las emisiones se ven afectadas de alguna manera gracias al uso de este aditivo.

Está formulado para ser disuelto en 21 galones de gasolina, este aditivo contiene hidrocarburos, C10-C13, n-alcanos, isoalcanos, cicloalcanos.

#### Gasolina extra con aditivo A7 en marcha mínima

##### Extra CO Ralentí con aditivo A7

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,006% y 0,08% CO.



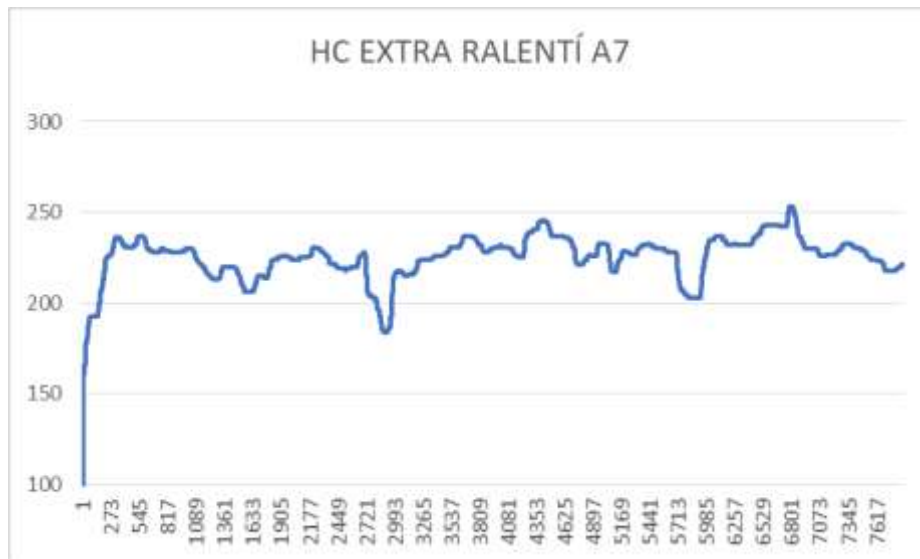
**Gráfico 106-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

##### Extra HC Ralentí con aditivo A7

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible

no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 210ppm a 240ppm HC.



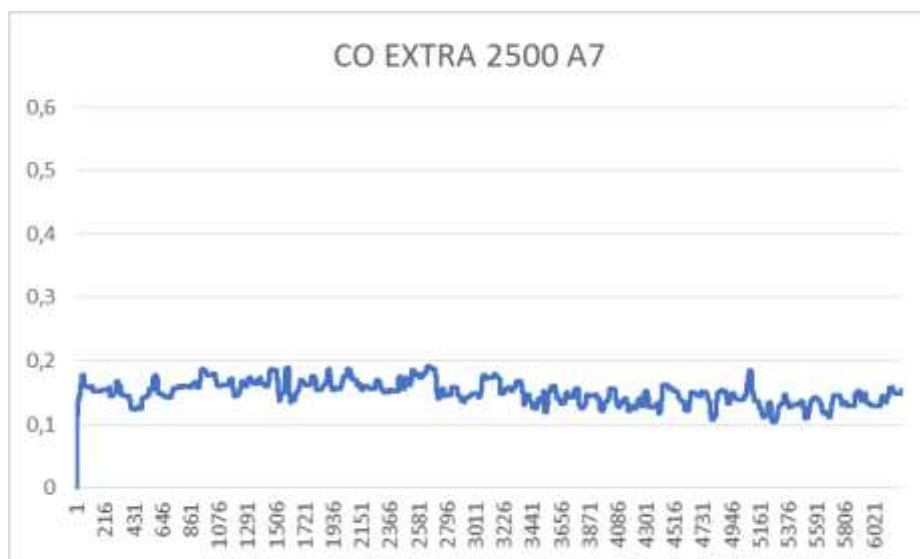
**Gráfico 107-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A7 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A7

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,10% y 0,20% CO.

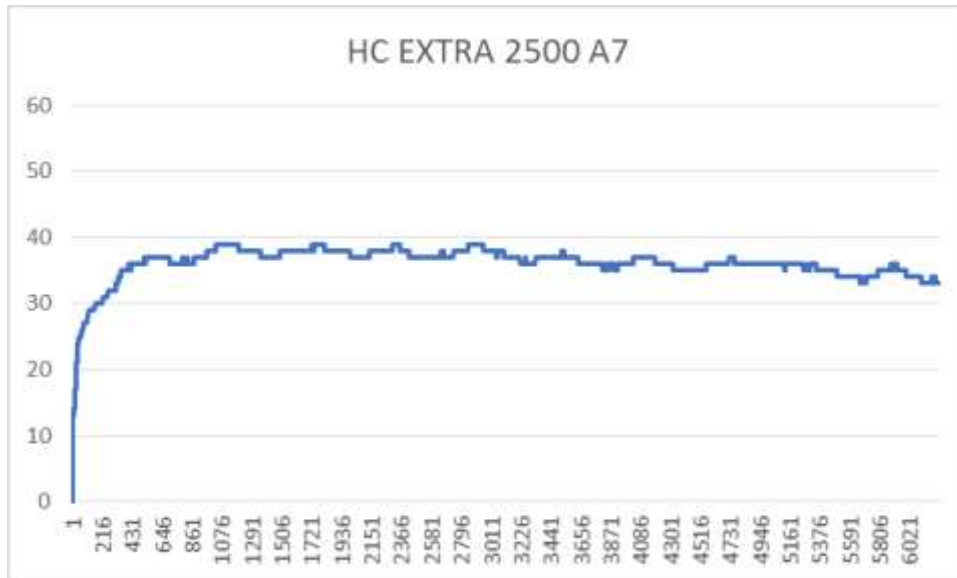


**Gráfico 108-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A7

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 33ppm a 40ppm HC.



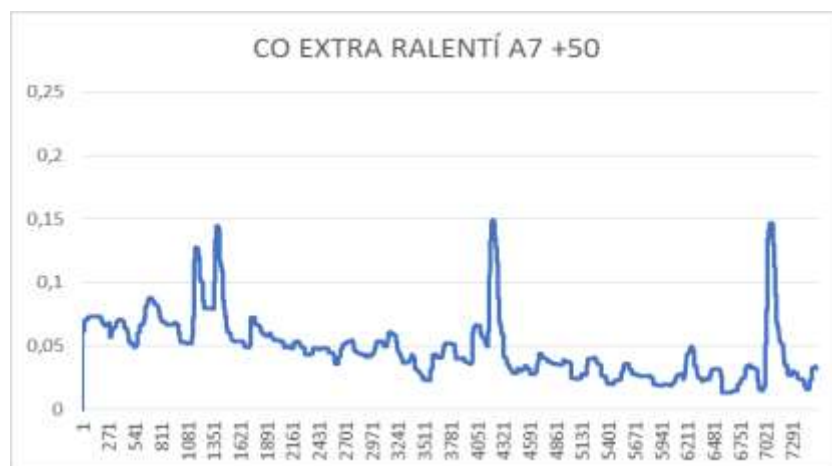
**Gráfico 109-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A7 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A7 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,075% CO.



**Gráfico 110-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A7 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran prácticamente dentro de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 175ppm a 207ppm HC.



**Gráfico 111-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A7 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A7 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,10% y 0,30% CO.



**Gráfico 112-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A7 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 23ppm a 41ppm HC.



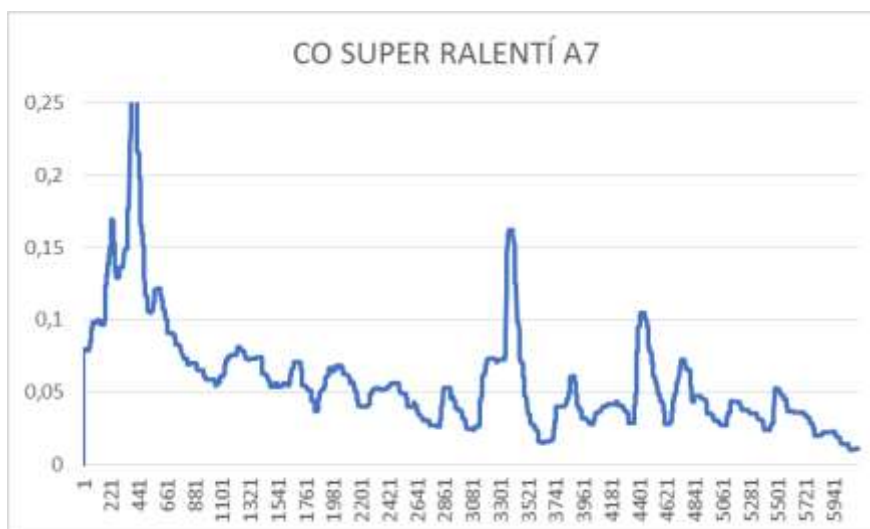
**Gráfico 113-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A7 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A7

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,01% y 0,1% CO.

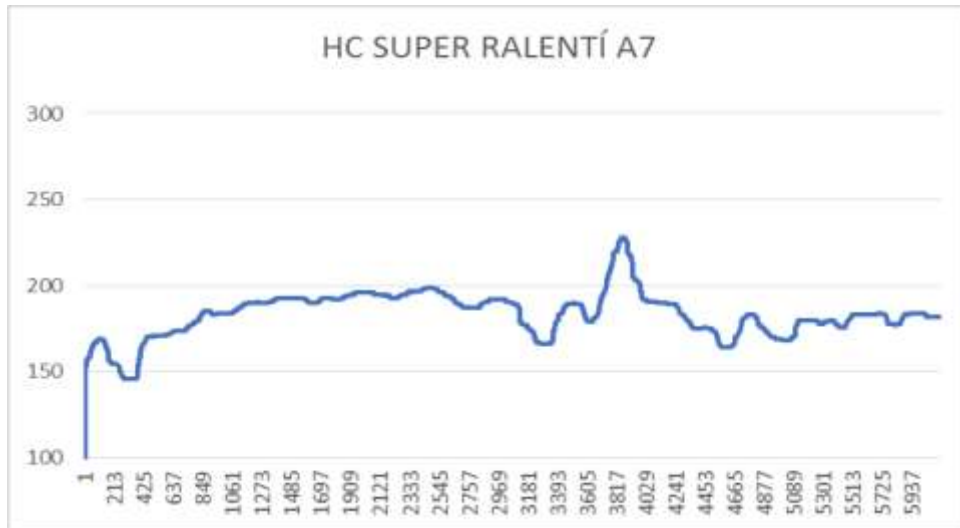


**Gráfico 114-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A7

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 175ppm a 195ppm HC.



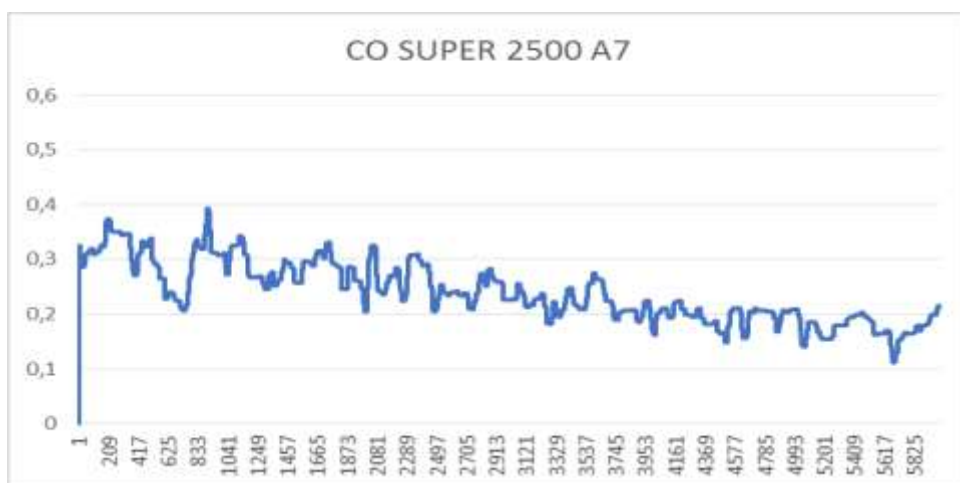
**Gráfico 115-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A7 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A7

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,10% y 0,35% CO.

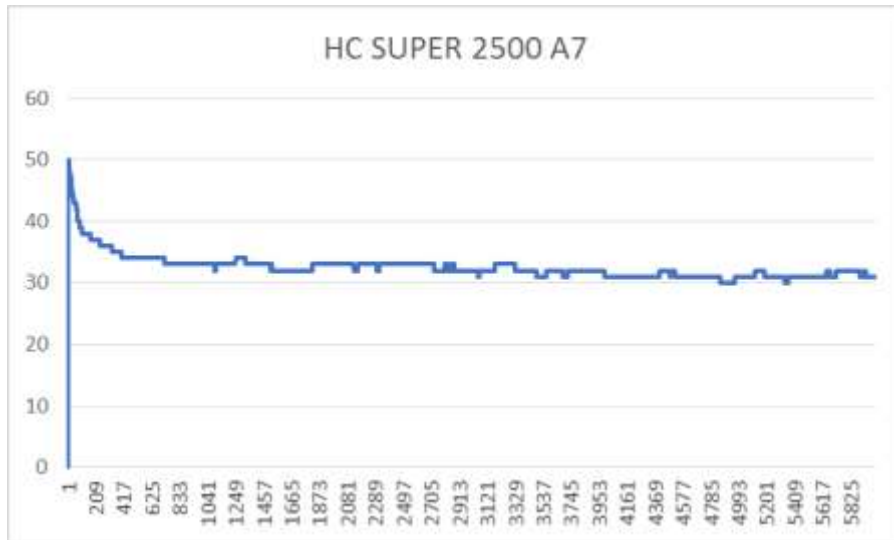


**Gráfico 116-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A7

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 30ppm a 35ppm HC.



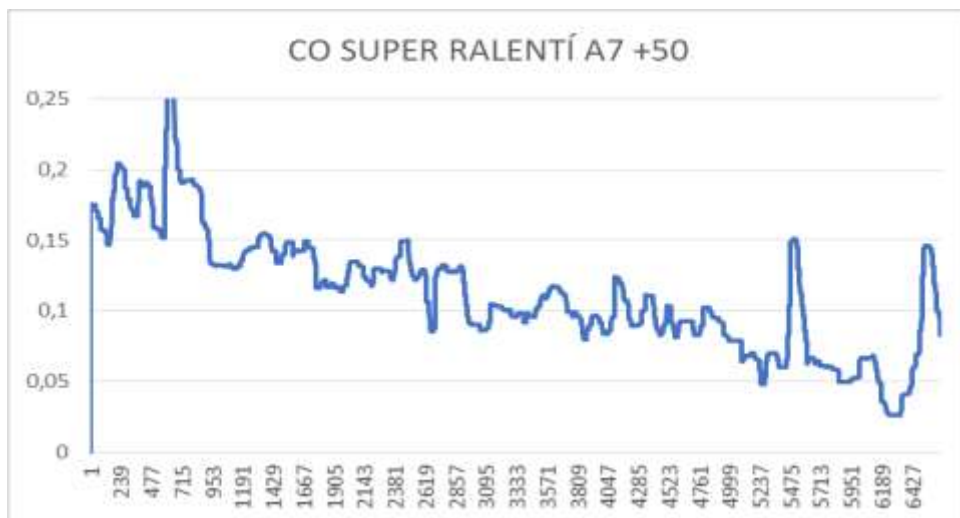
**Gráfico 117-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A7 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A7 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,025% y 0,15% CO.



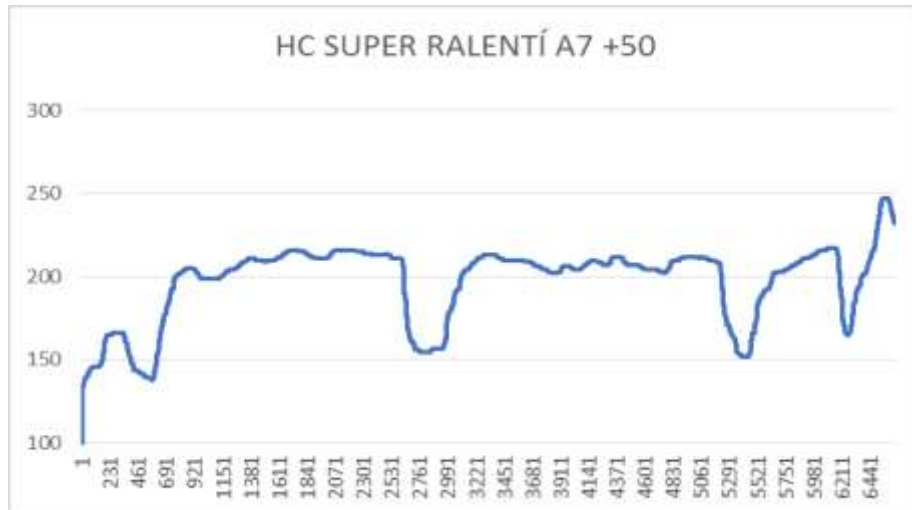
**Gráfico 118-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.



### Super HC Ralentí con aditivo A7 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 215ppm HC.



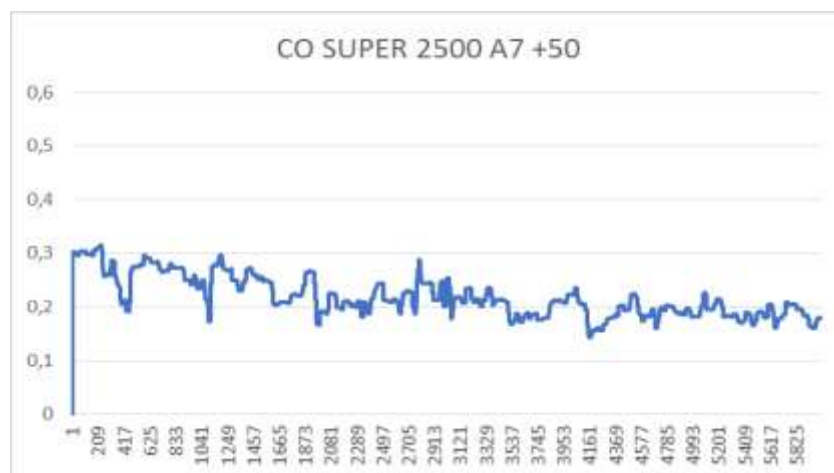
**Gráfico 119-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A7 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A7 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,14% y 0,30% CO.

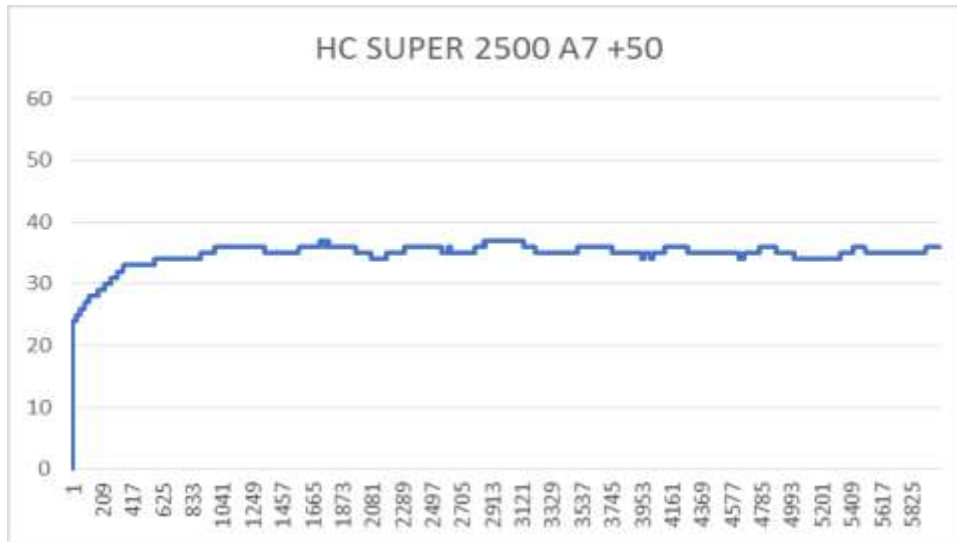


**Gráfico 120-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A7 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 35ppm HC.



**Gráfico 121-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.10. Pruebas realizadas con mejorador de octanaje A8

Para estas pruebas utilizamos el aditivo Mejorador de Octanaje de Simoniz, al cual lo denominamos A8. Entre los beneficios que tiene este aditivo acorde al criterio del fabricante tenemos que esta formulado para aumentar el octanaje del combustible, restaurar los caballos de fuerza, evitando el golpeteo y cascabeleo del motor, previniendo el óxido y corrosión en el sistema, manteniendo limpios los inyectores de depósitos contaminantes, disminuyendo el consumo al optimizar la combustión, y además no perjudica los convertidores catalíticos.

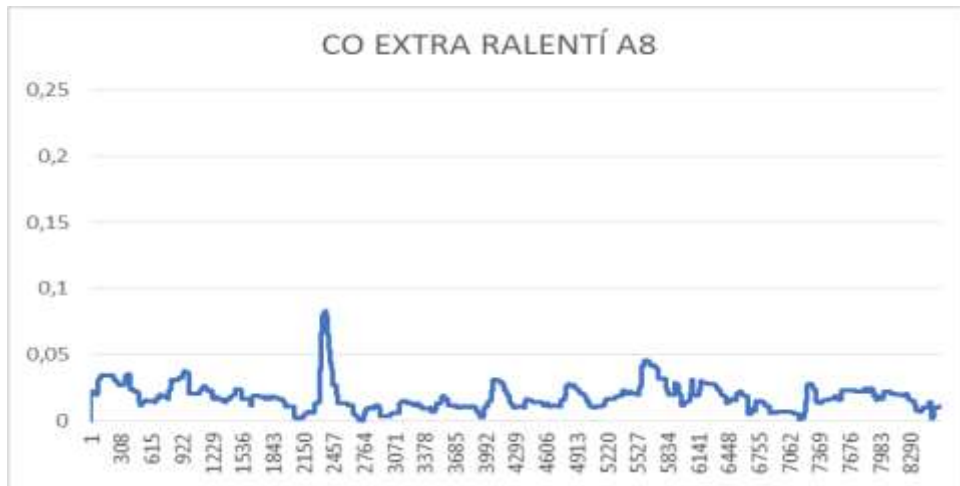
La composición química de este aditivo es gasolina Jet A1, querosene, Metilciclopentadienil, Manganeso Tricarbonil / Solvente nafta Aromático Pesado / 1, 2, 4Trimetilbenceno/ Naftaleno / Manganeso y Ciclopentadieno.

El contenido de esta botella está recomendado para ser utilizado hasta en 21 galones de gasolina.

#### **Gasolina extra con aditivo A8 en marcha mínima**

##### **Extra CO Ralentí con aditivo A8**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,001% y 0,033% CO.

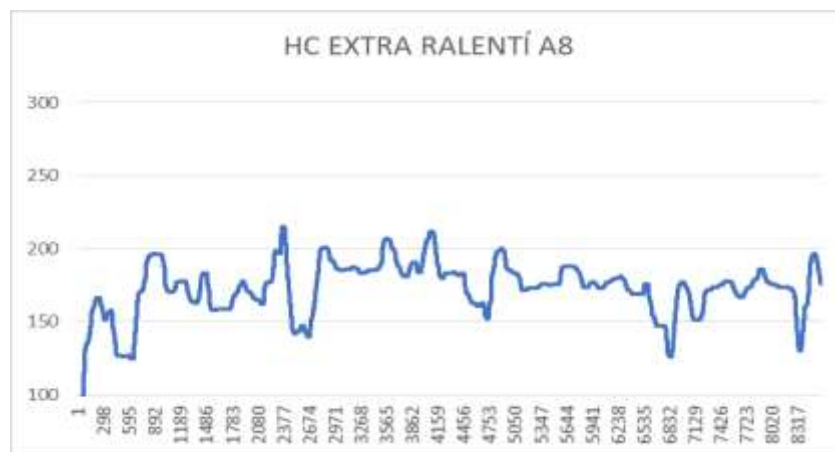


**Gráfico 122-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A8

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, a pesar que su gráfica se encuentra un poco irregular, pero la mayoría de los datos recolectados no sobrepasan el límite máximo. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 175ppm a 195ppm HC.



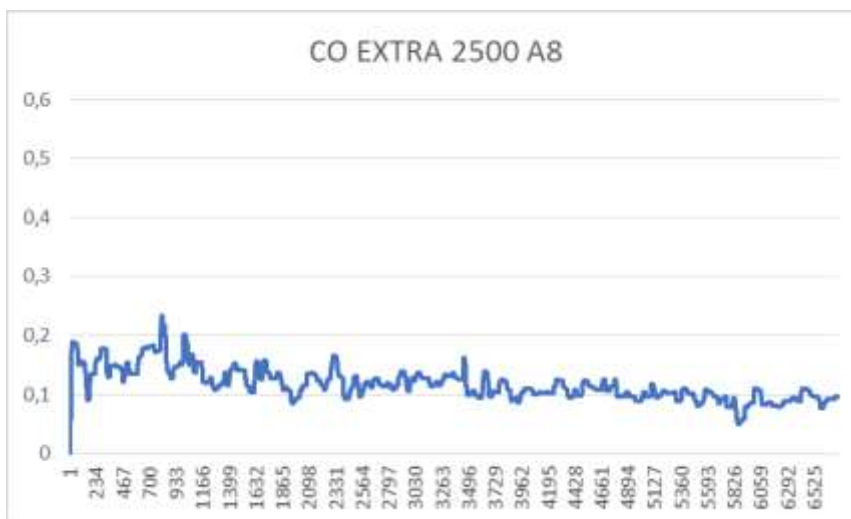
**Gráfico 123-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A8 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A8

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,05% y 0,175% CO.

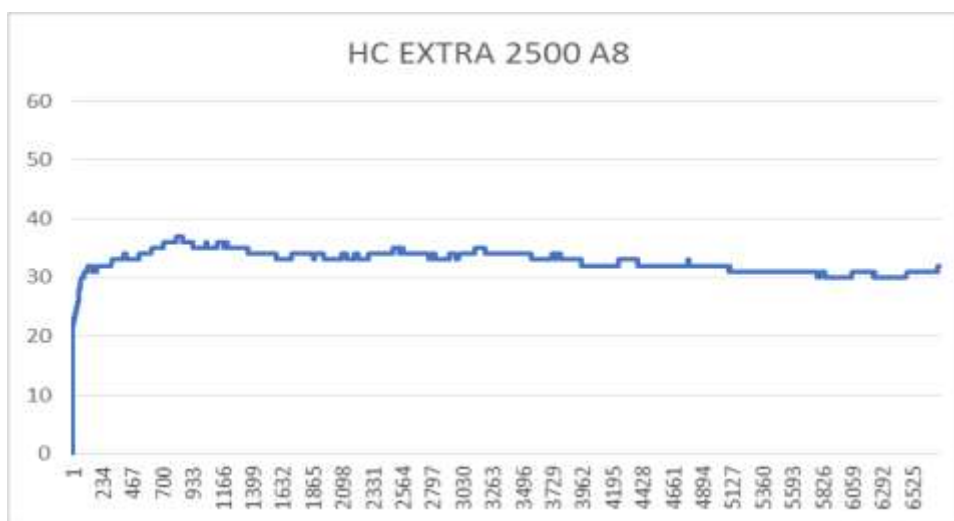


**Gráfico 124-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A8

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 30ppm a 36ppm HC.



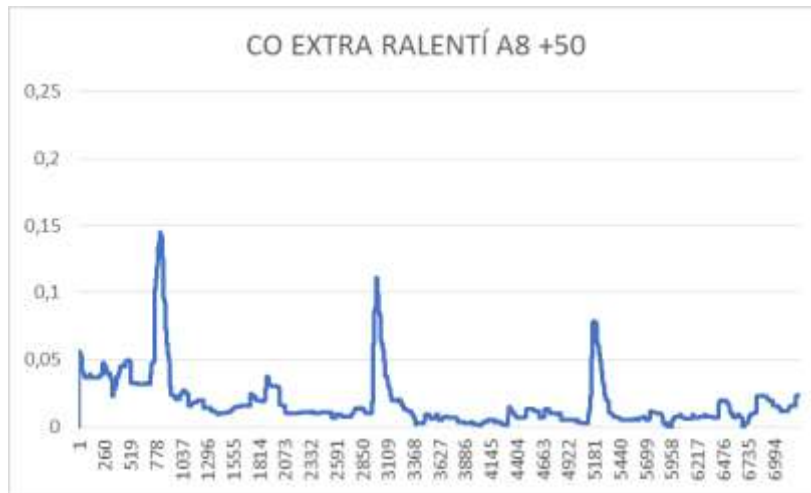
**Gráfico 125-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A8 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A8 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,001% y 0,05% CO.

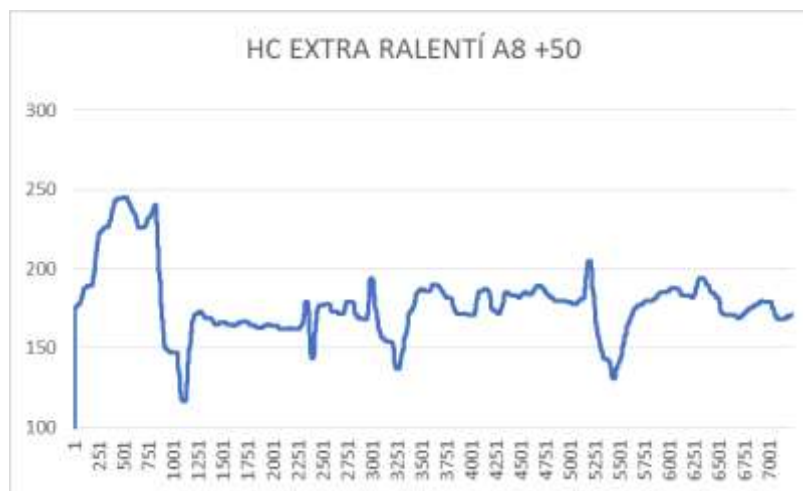


**Gráfico 126-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A8 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 160ppm a 190ppm HC.



**Gráfico 127-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A8 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A8 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,135% y 0,30% CO.

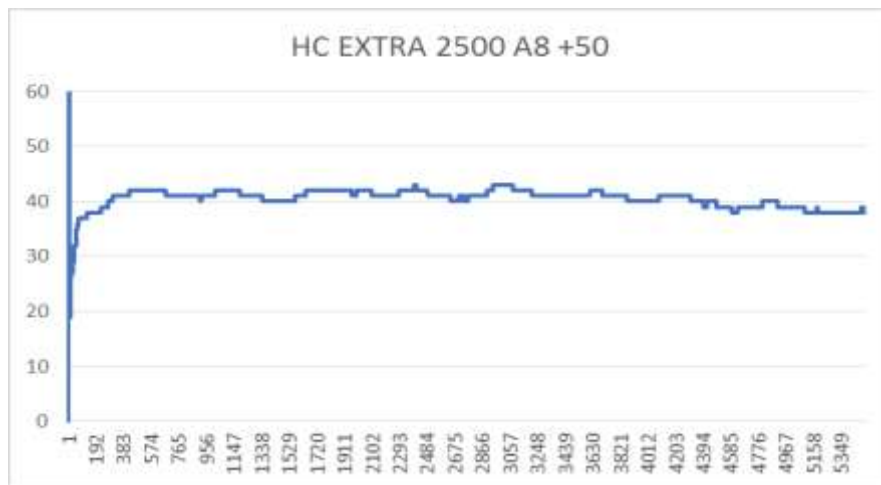


**Gráfico 128-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Extra HC a 2500rpm con aditivo A8 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 38ppm a 42ppm HC.



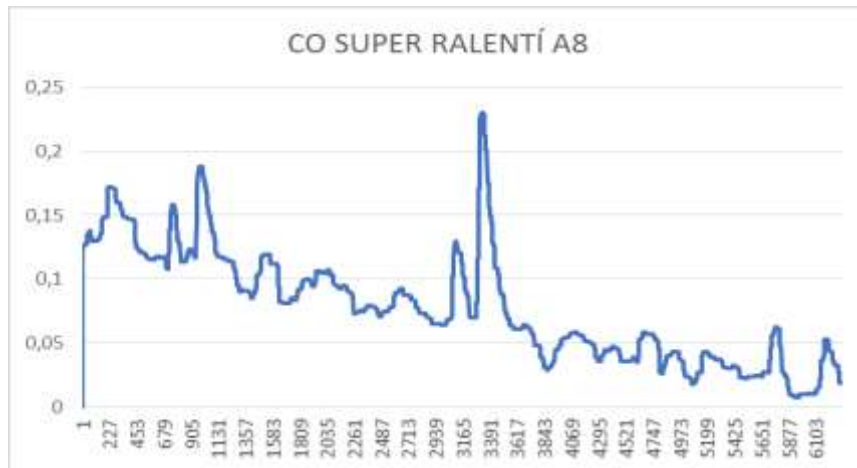
**Gráfico 129-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Gasolina super con aditivo A8 en marcha mínima**

**Super CO Ralentí con aditivo A8**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,01% y 0,15% CO.

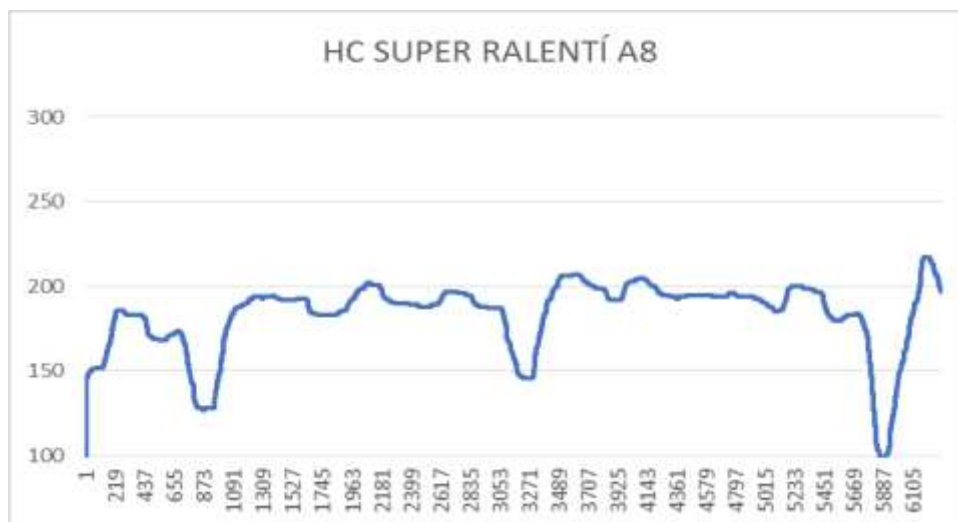


**Gráfico 130-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A8

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 190ppm a 200ppm HC.



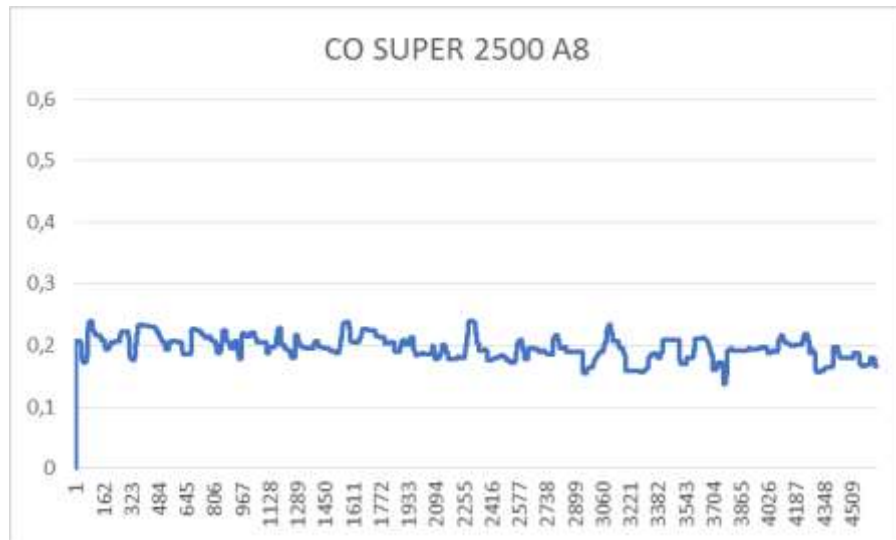
**Gráfico 131-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A8 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A8

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,25% CO.

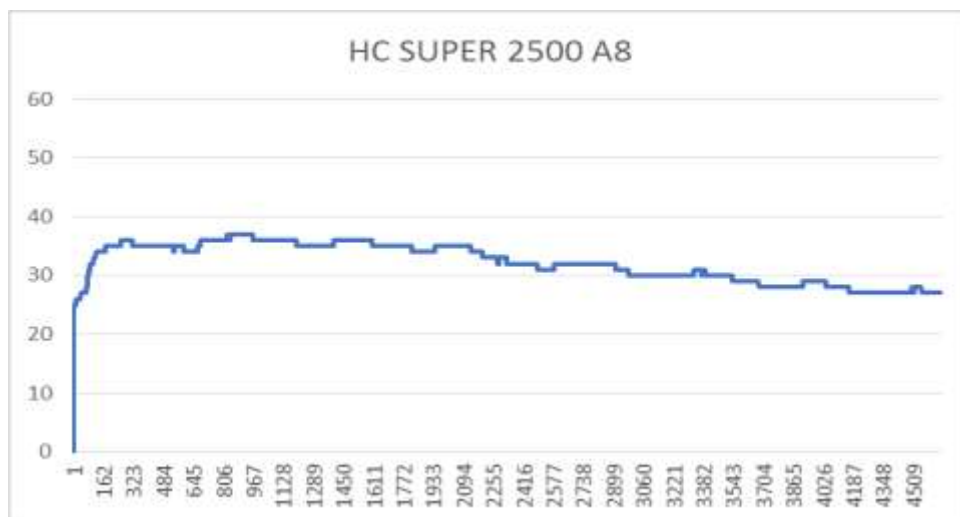


**Gráfico 132-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A8

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 27ppm a 37ppm HC.



**Gráfico 133-3.** Recolección y análisis de datos

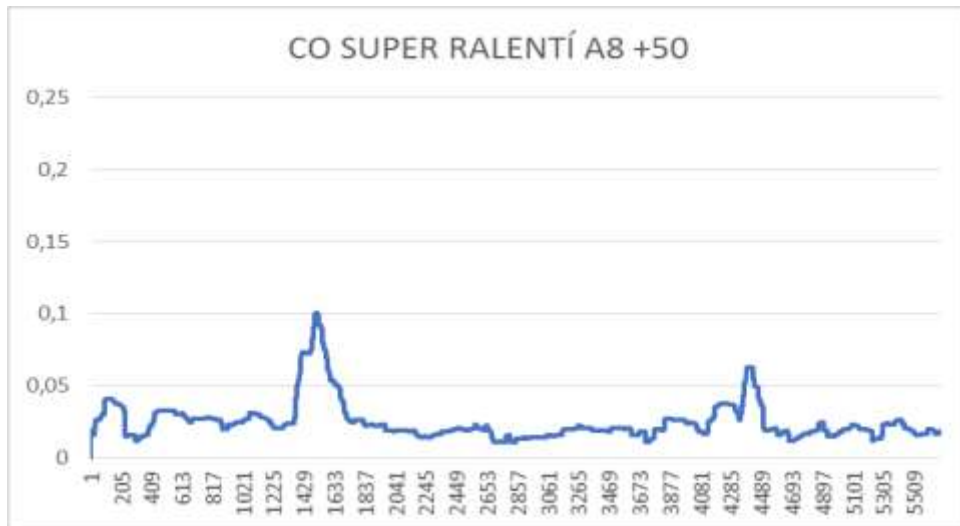
Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A8 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A8 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,010% y 0,04% CO.



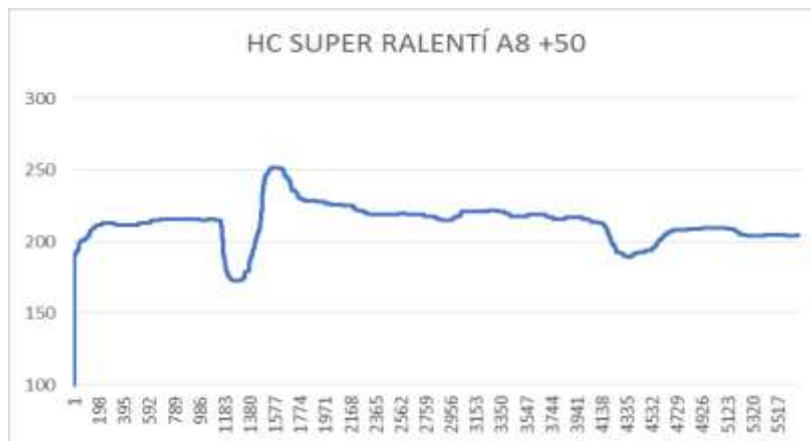


**Gráfico 134-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A8 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. Además, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 210ppm a 225ppm HC.



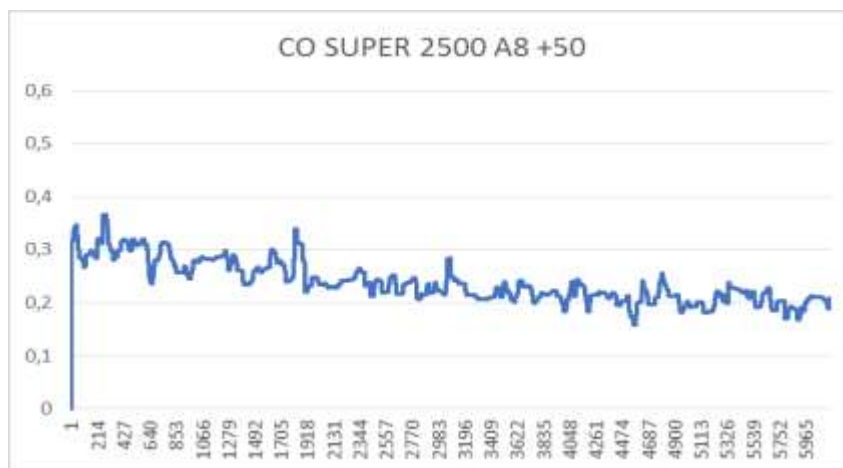
**Gráfico 135-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A8 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A8 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,32% CO.

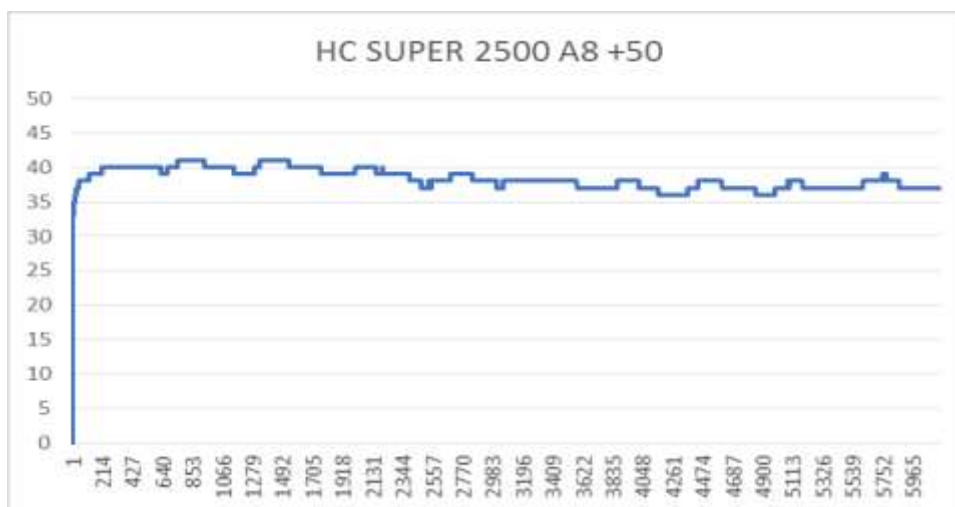


**Gráfico 136-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A8 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 36ppm a 41ppm HC.



**Gráfico 137-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.11. Pruebas realizadas con elevador de octanaje (A9)

Continuando con las pruebas, en este caso utilizamos ABRO Elevador de Octanaje al cual lo denominamos A9. Entre las características que nos menciona el fabricante destaca que aumenta el octanaje de la gasolina sin plomo, elimina el repiqueteo de válvulas y mejora la potencia total, así como un ahorro de combustible.

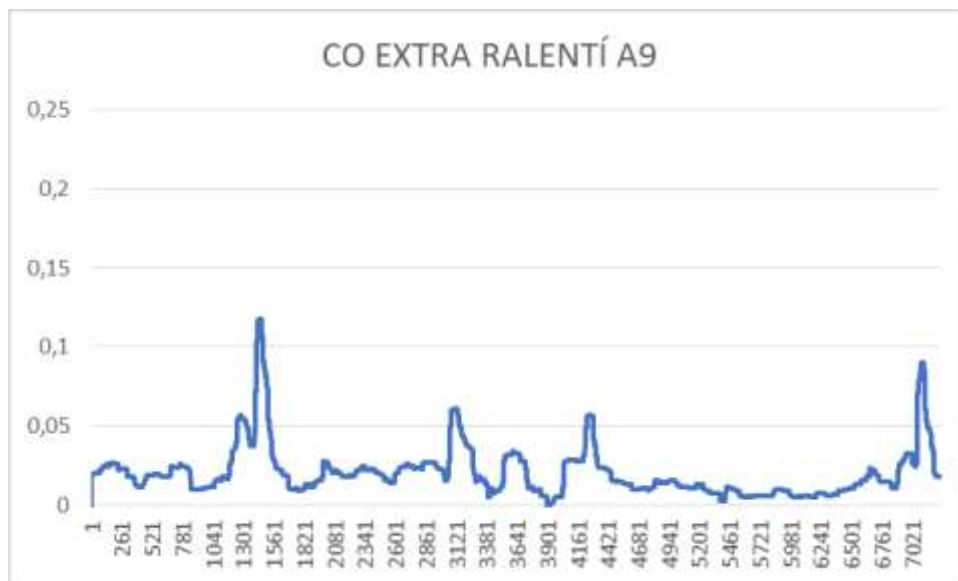
El envase de este aditivo contiene 354ml, los cuales están recomendados para mezclar hasta en 21 galones de gasolina.

La única información que nos brinda acerca de su formulación es que contiene destilados de petróleo.

### **Gasolina extra con aditivo A9 en marcha mínima**

#### **Extra CO Ralentí con aditivo A9**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,001% y 0,05% CO.



**Gráfico 138-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### **Extra HC Ralentí con aditivo A9**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC. En la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 215ppm HC.



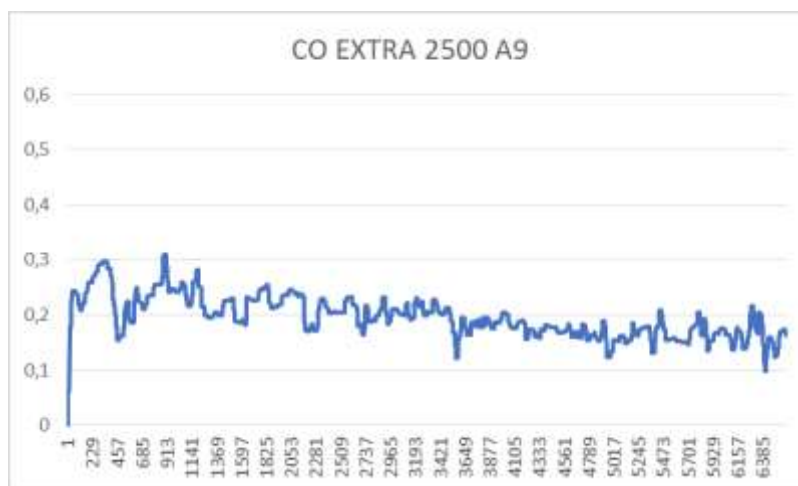
**Gráfico 139-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A9 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A9

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,10% y 0,30% CO.

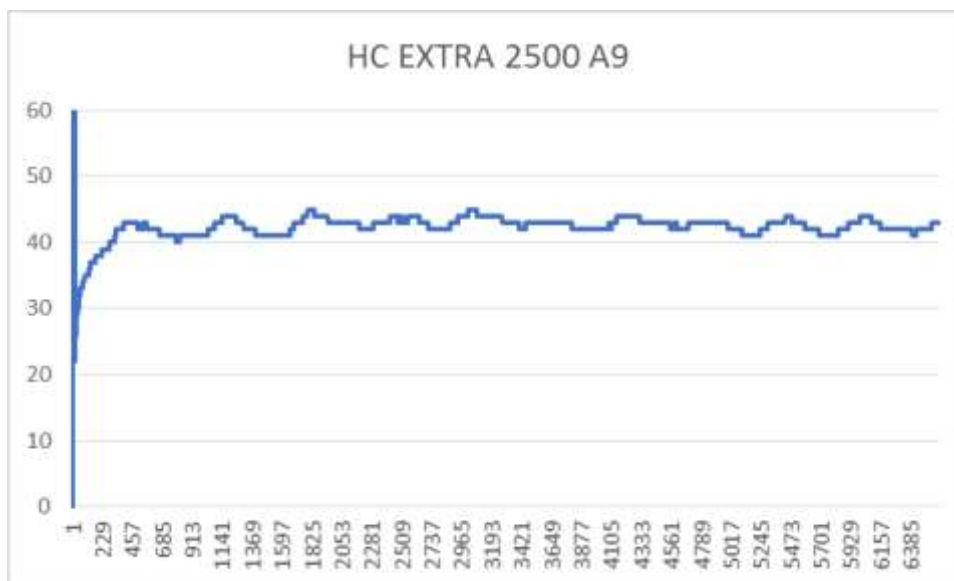


**Gráfico 140-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A9

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 40ppm a 45ppm HC.



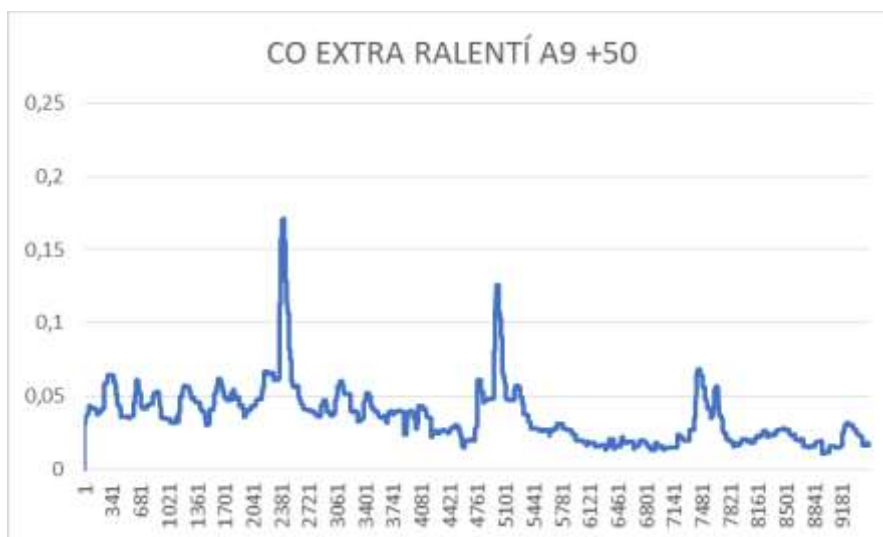
**Gráfico 141-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Gasolina extra con aditivo A9 +50% en marcha mínima**

**Extra CO Ralentí con aditivo A9 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,010% y 0,06% CO.



**Gráfico 142-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Extra HC Ralentí con aditivo A9 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no

debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. En la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 215ppm a 235ppm HC.



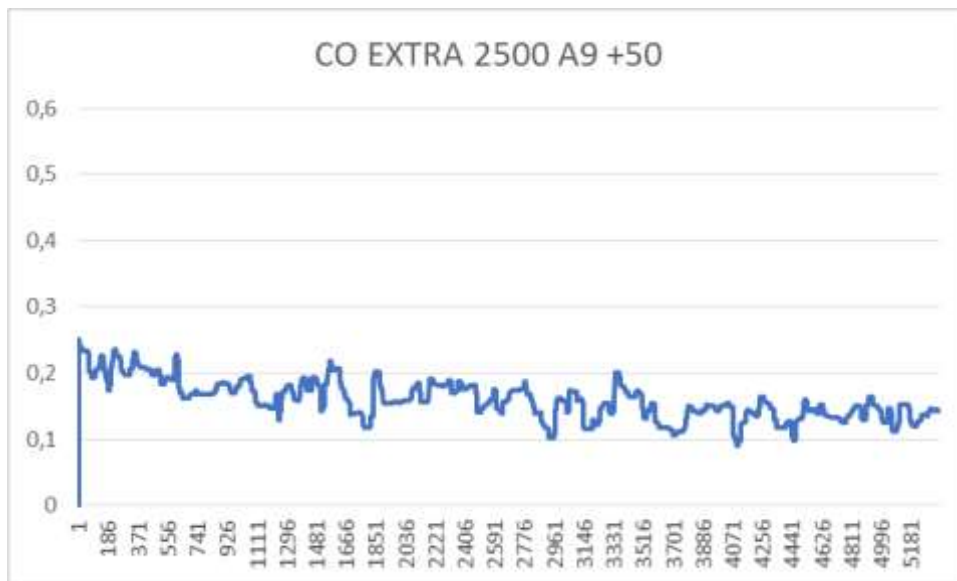
**Gráfico 143-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Gasolina extra con aditivo A9 +50% a 2500rpm**

**Extra CO 2500rpm con aditivo A9 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,10% y 0,25% CO.



**Gráfico 144-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A9 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 43ppm a 50ppm HC.



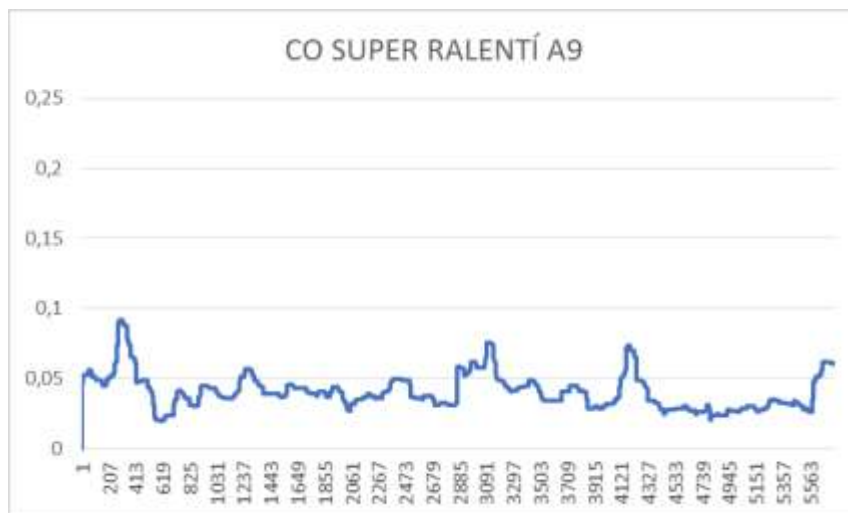
**Gráfico 145-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A9 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A9

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,02% y 0,5% CO.

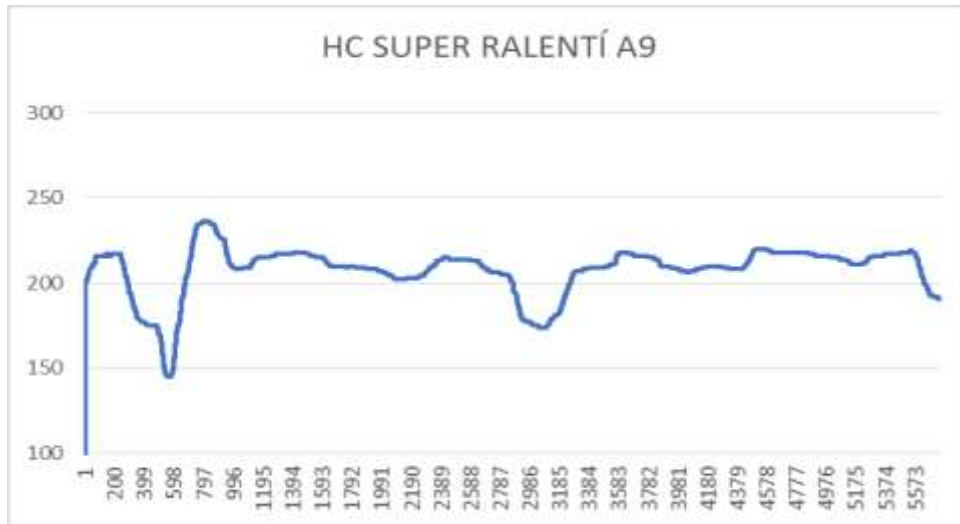


**Gráfico 146-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A9

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 205ppm a 220ppm HC.



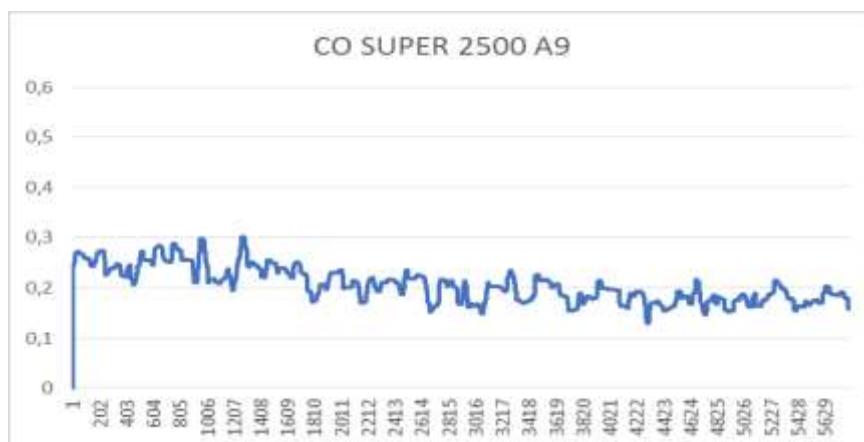
**Gráfico 147-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A9 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A9

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,3% CO.



**Gráfico 148-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.



### Super HC a 2500rpm con aditivo A9

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 35ppm a 40ppm HC.



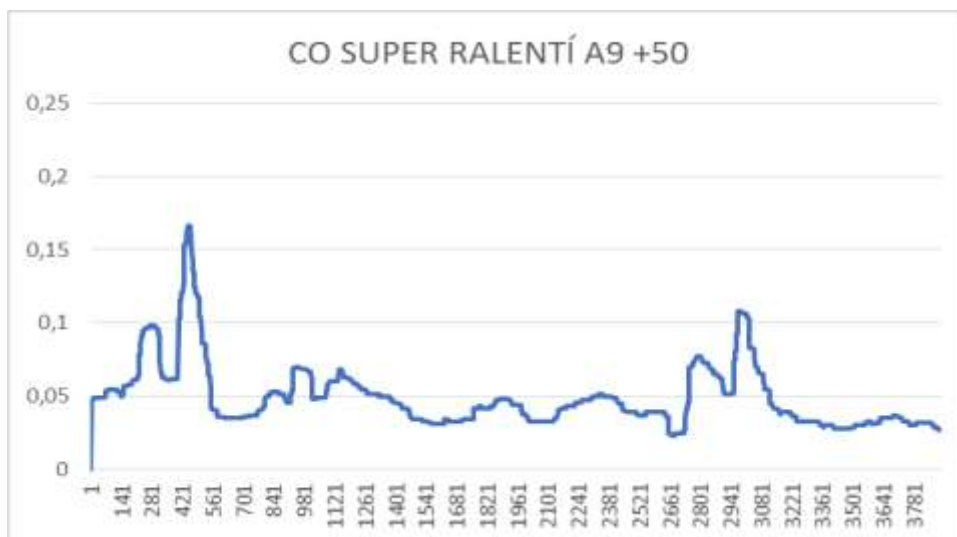
**Gráfico 149-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A9 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A9 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,025% y 0,075% CO.

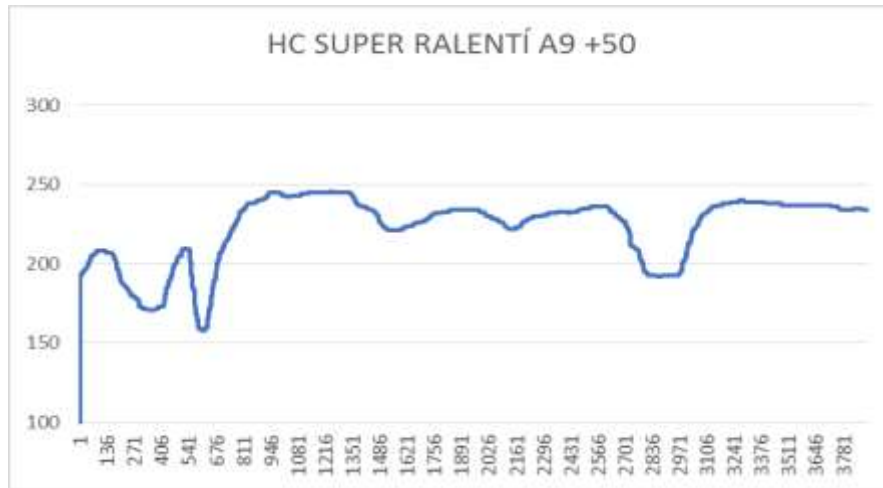


**Gráfico 150-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A9 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. En la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 220ppm a 245ppm HC.



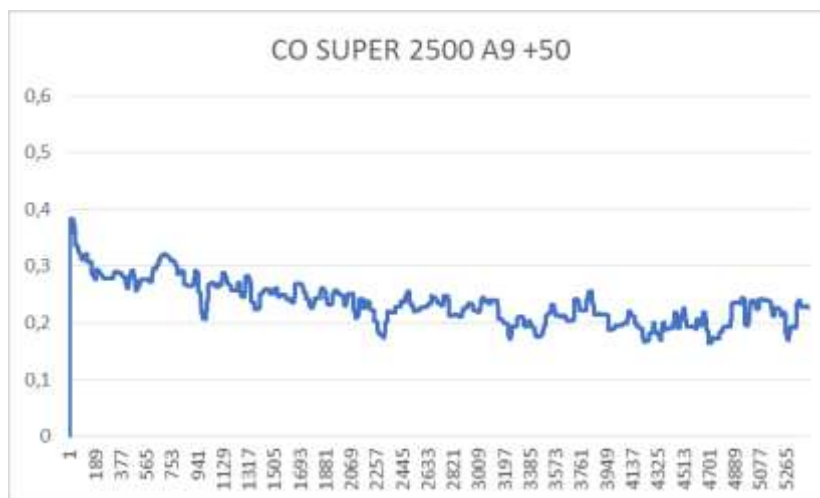
**Gráfico 151-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A9 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A9 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,175% y 0,30% CO.

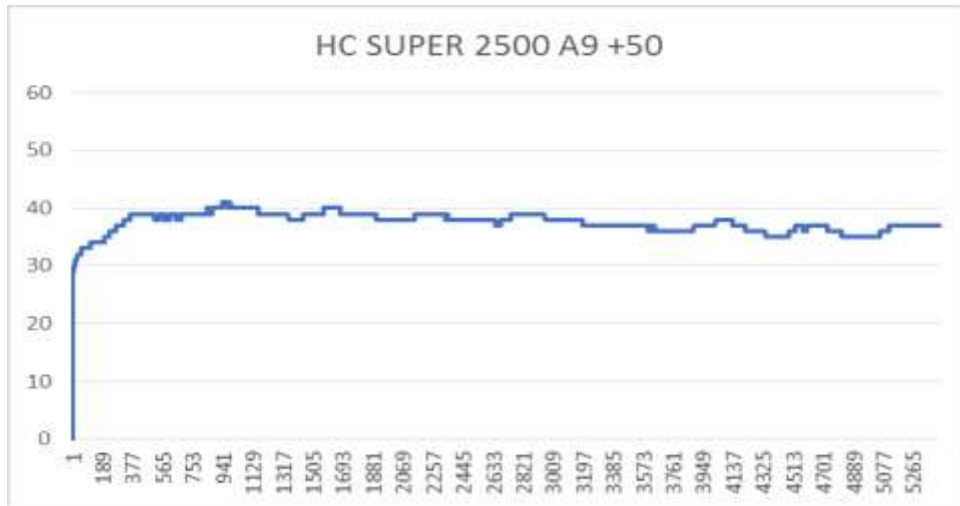


**Gráfico 152-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A9 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 35ppm a 40ppm HC.



**Gráfico 153-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.12. Pruebas realizadas con BARD AHL Octane Booster (A10)

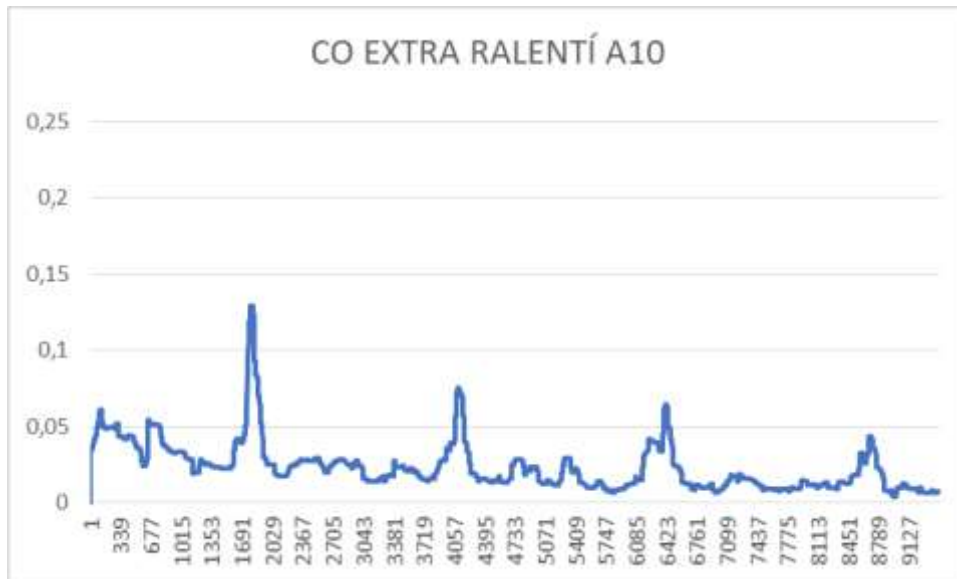
Durante estas pruebas se utilizó Bardahl Octane Booster, es un elevador de octanaje al cual lo denominamos como A10. Acorde a las características que nos brinda el fabricante, tenemos que incrementa el octano hasta en 3 números, mejora la potencia y desempeño, además de convertir la gasolina regular en superior.

El contenido del envase está diseñado para ser disuelto en 16 galones de gasolina. Este producto contiene destilados de petróleo y Metilciclo-pentadienil Manganeso Tricarbonil (MMT).

#### Gasolina extra con aditivo A10 en marcha mínima

##### Extra CO Ralentí con aditivo A10

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,005% y 0,05% CO.

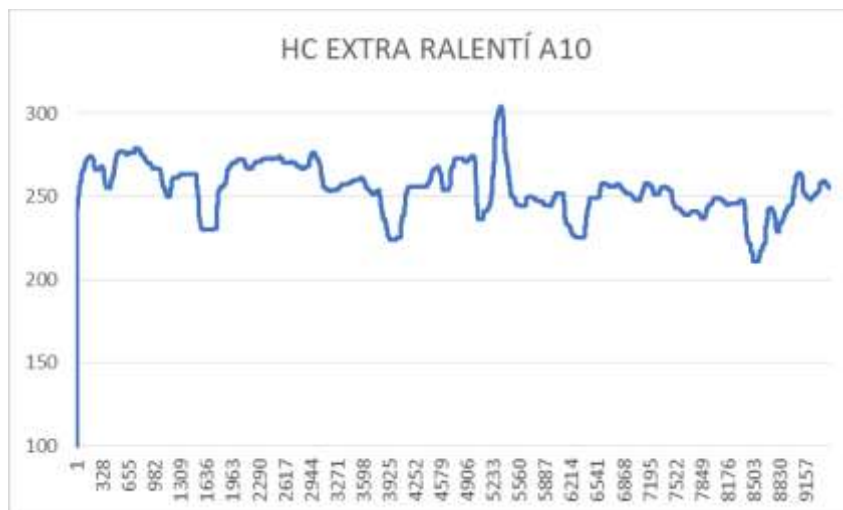


**Gráfico 154-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A10

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. En la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 250ppm a 265ppm HC.



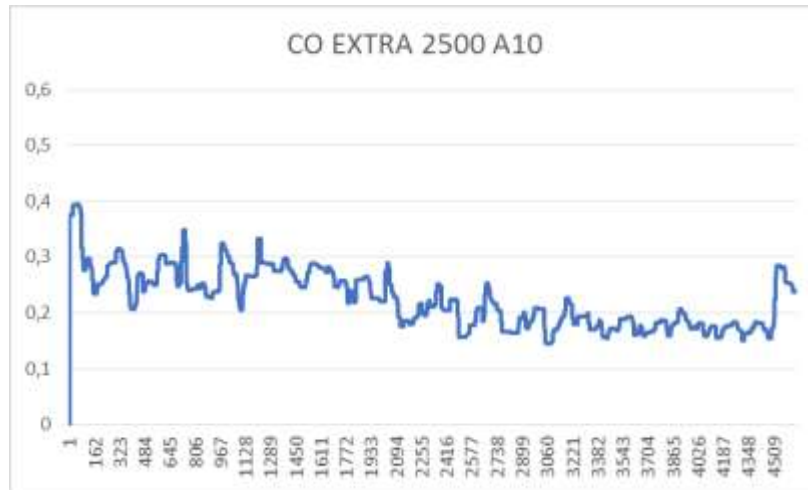
**Gráfico 155-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A10 a 2500rpm

### Extra CO 2500rpm con aditivo A10

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,30% CO.



**Gráfico 156-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A10

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 38ppm a 45ppm HC.



**Gráfico 157-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A10 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A10 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,001% y 0,020%CO.

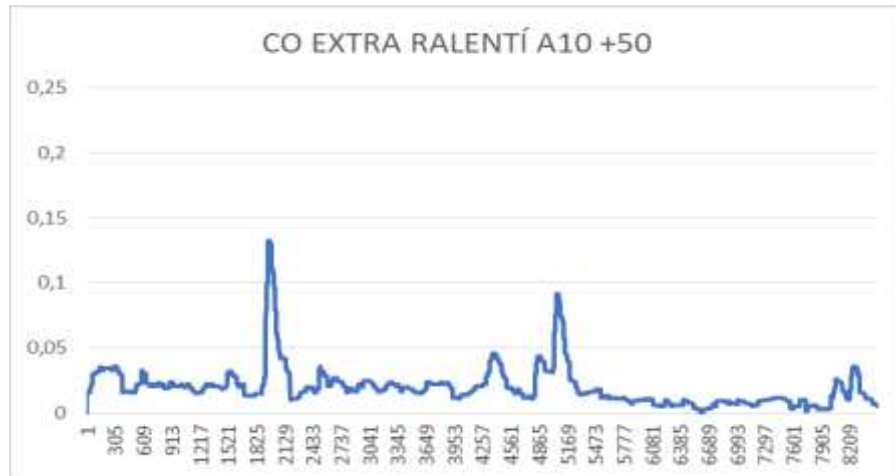


Gráfico 158-3. Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC Ralentí con aditivo A10 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. Acorde a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 225ppm a 250ppm HC.

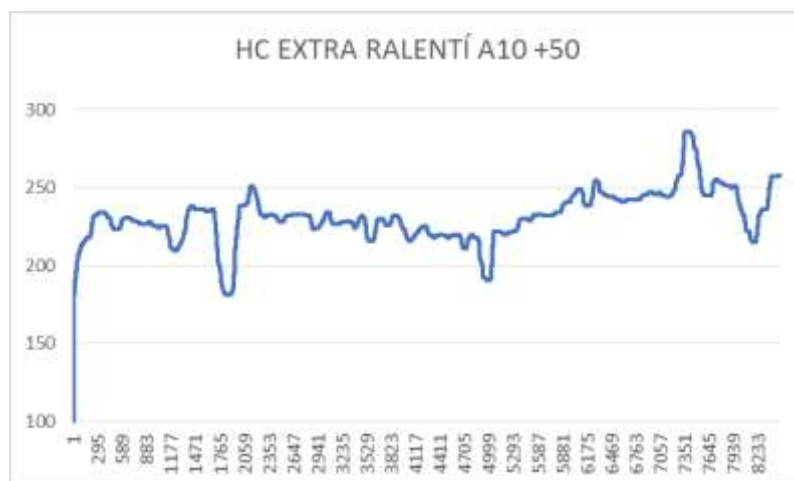


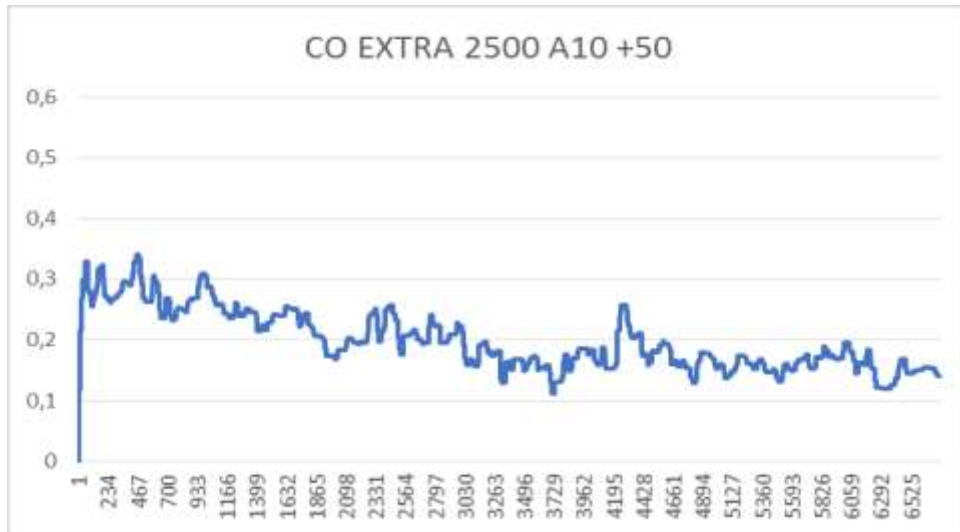
Gráfico 159-3. Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A10 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A10 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,125% y 0,30% CO.



**Gráfico 160-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A10 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 38ppm a 45ppm HC.



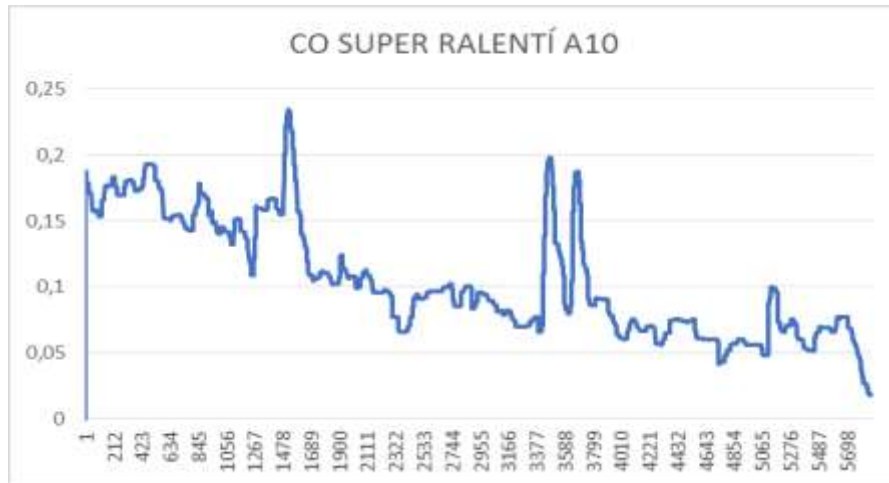
**Gráfico 161-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A10 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A10

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,05% y 0,18% CO.

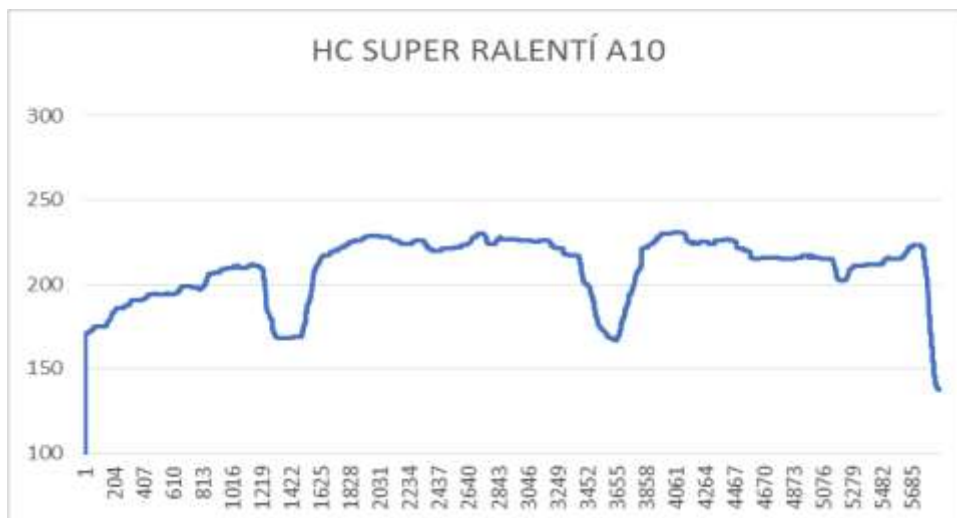


**Gráfico 162-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A10

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 215ppm a 230ppm HC.



**Gráfico 163-3.** Recolección y análisis de datos

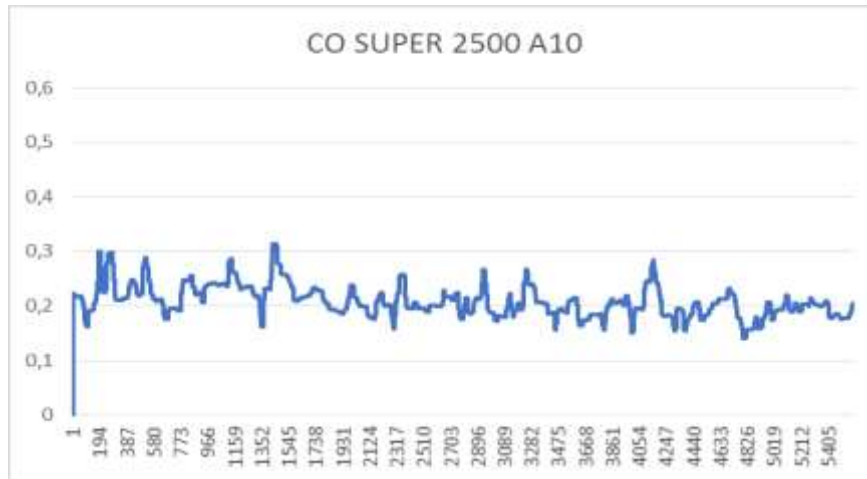
Realizado por: Morocho, José, 2022.



### Gasolina super con aditivo A10 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A10

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,30% CO.

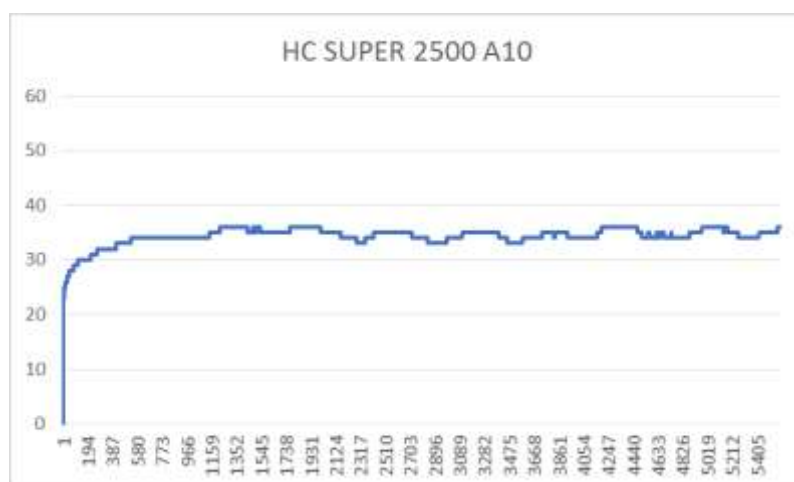


**Gráfico 164-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A10

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 35ppm HC.



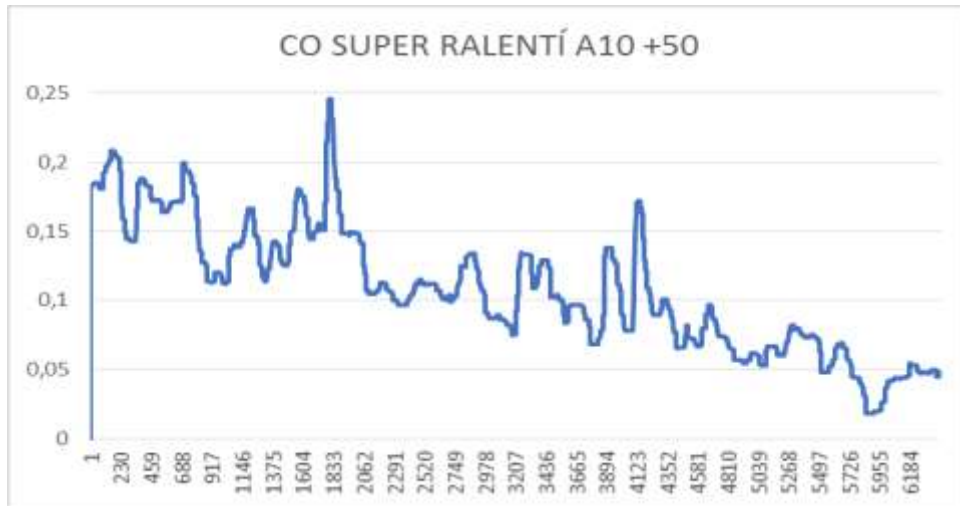
**Gráfico 165-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A10 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A10 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,20% CO.

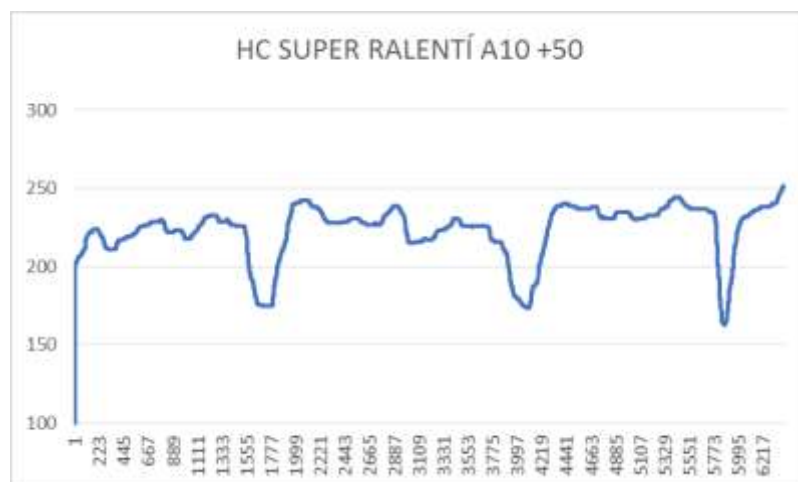


**Gráfico 166-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A10 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 218ppm a 243ppm HC.



**Gráfico 167-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A10 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A10 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,20% y 0,40% CO.



**Gráfico 168-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A10 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 30ppm a 37ppm HC.



**Gráfico 169-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.13. Pruebas realizadas con SONAX elevador de octanos (A11)

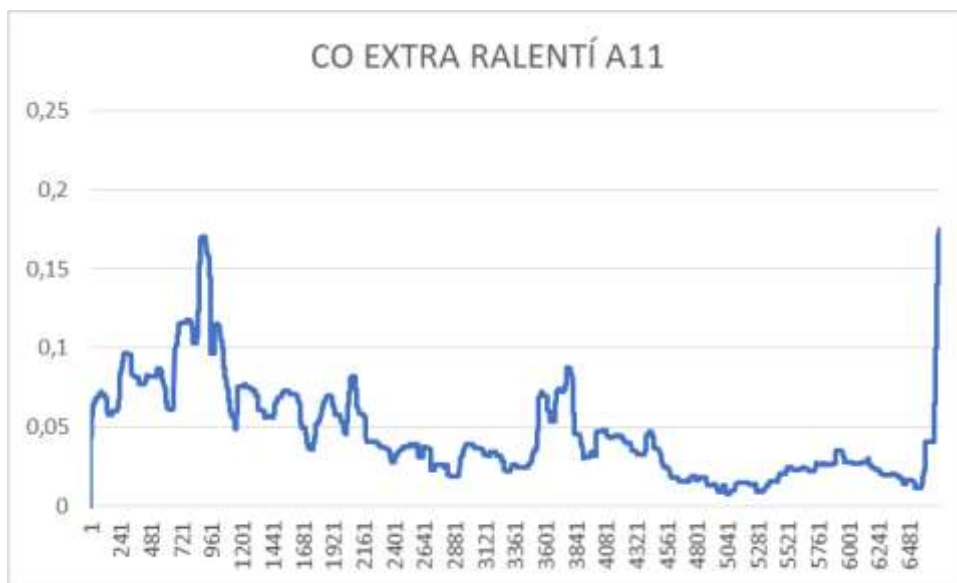
Estas pruebas se realizaron con un elevador de octanaje de la marca SONAX, al cual lo denominamos A11. Acorde a lo mencionado por el fabricante tenemos que este aditivo aumenta el octanaje de combustibles con o sin plomo hasta en 6 unidades, protege contra el desgaste y asegura que el combustible se queme por completo, así como que es seguro para los componentes del sistema de combustible.

El contenido del envase está diseñado para diluirse hasta en 60 litros de gasolina. Este aditivo contiene C11-14 Alkane. Líquido y vapores muy inflamables.

#### Gasolina extra con aditivo A11 en marcha mínima

##### Extra CO Ralentí con aditivo A11

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,009% y 0,10% CO.



**Gráfico 170-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

##### Extra HC Ralentí con aditivo A11

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 220ppm HC.



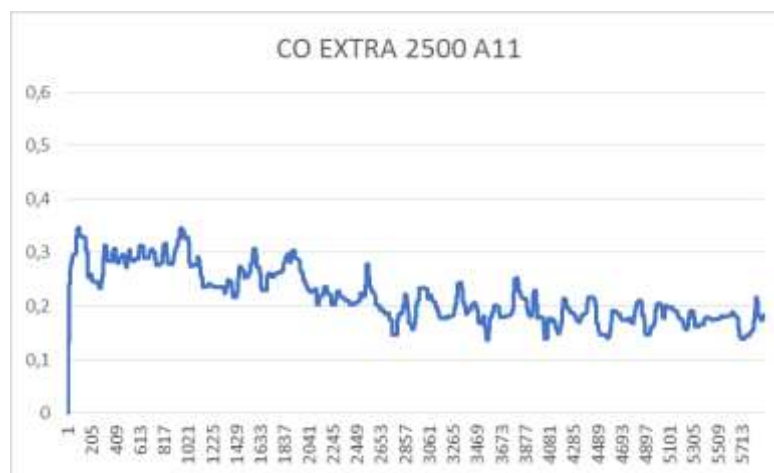
**Gráfico 171-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A11 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A11

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,14% y 0,32% CO.



**Gráfico 172-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A11

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 33ppm a 40ppm HC.



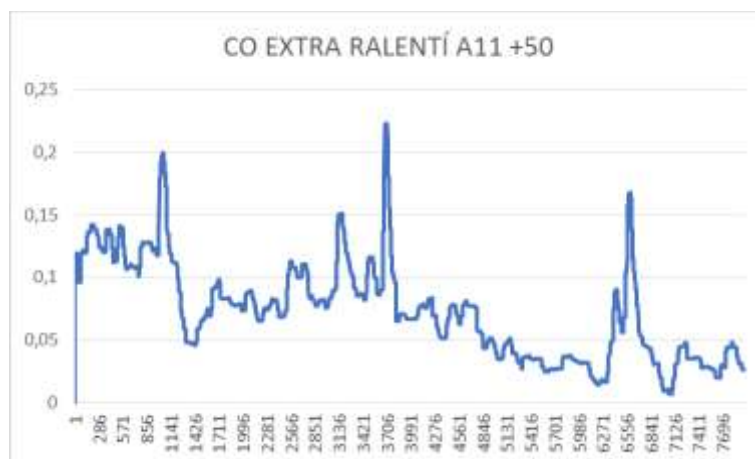
**Gráfico 173-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Gasolina extra con aditivo A11 +50% en marcha mínima**

**Extra CO Ralentí con aditivo A11 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,007% y 0,15% CO.



**Gráfico 174-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Extra HC Ralentí con aditivo A11 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no

debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 205ppm a 235ppm HC.



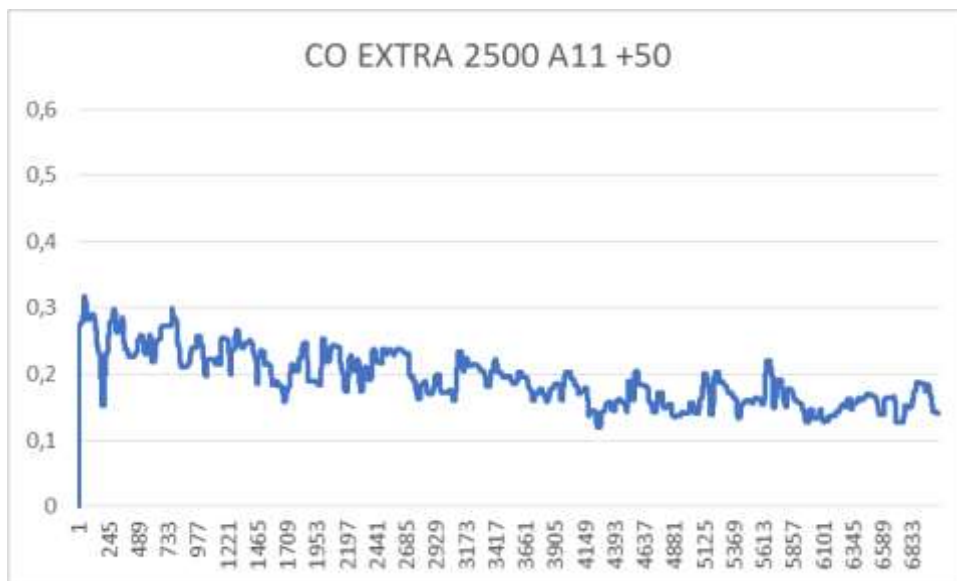
**Gráfico 175-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### **Gasolina extra con aditivo A11 +50% a 2500rpm**

#### **Extra CO 2500rpm con aditivo A11 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,12% y 0,30% CO.



**Gráfico 176-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A11 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 30ppm a 40ppm HC.



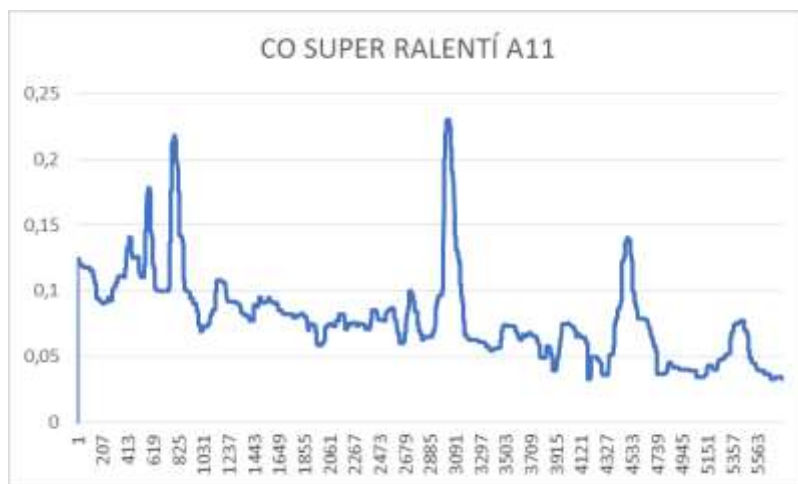
**Gráfico 177-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A11 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A11

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,035% y 0,13% CO.



**Gráfico 178-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.



### Super HC Ralentí con aditivo A11

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 205ppm a 225ppm HC.

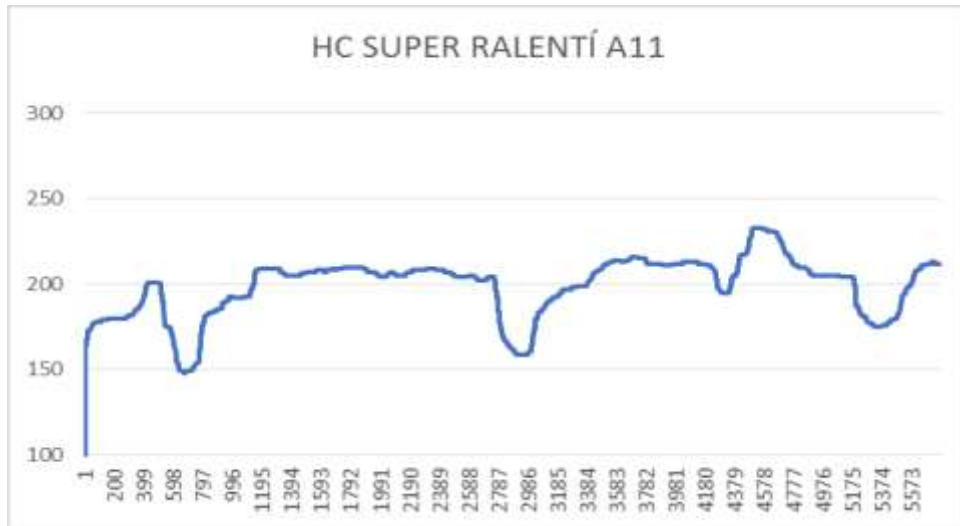


Gráfico 179-3. Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A11 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A11

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,30% CO.

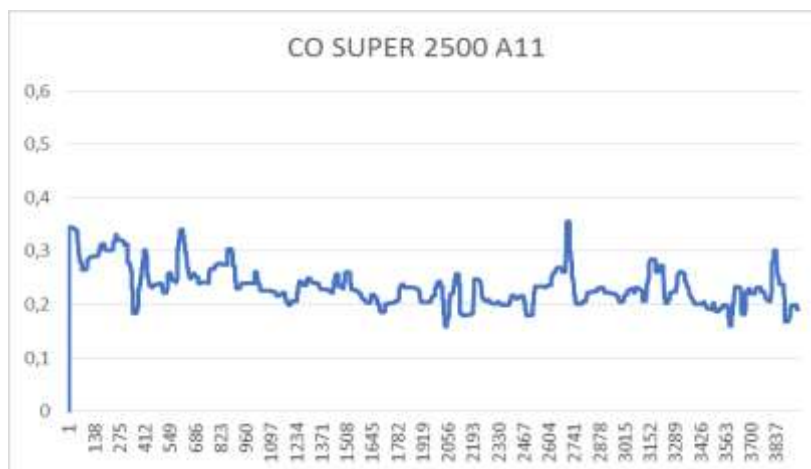
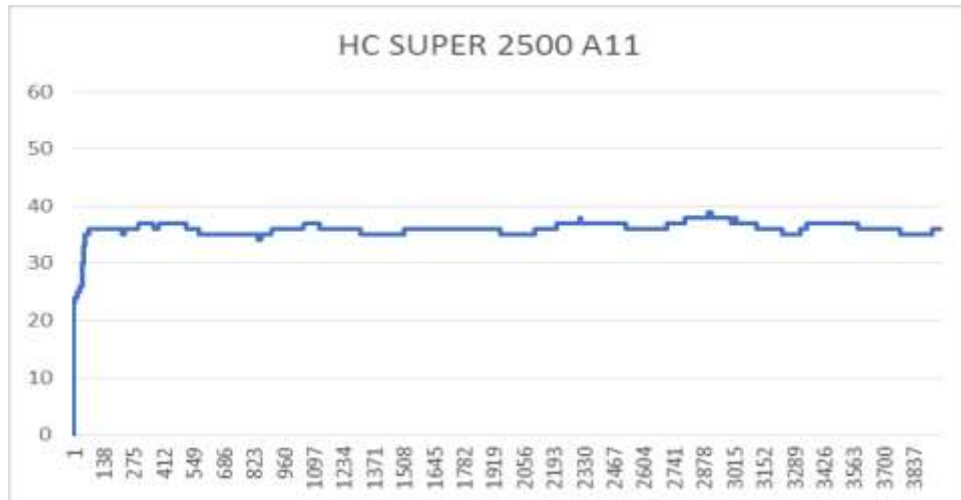


Gráfico 180-3. Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A11

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 37ppm HC.



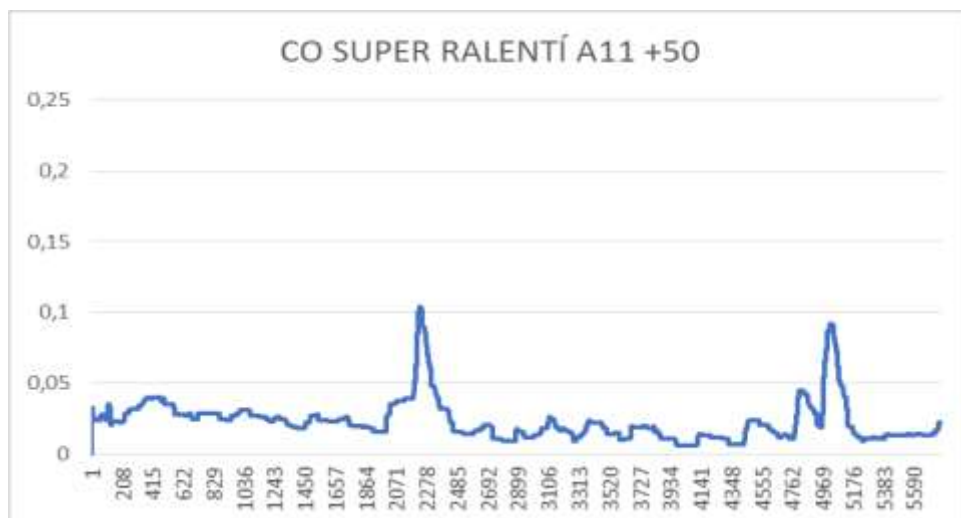
**Gráfico 181-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A11 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A11 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,005% y 0,035% CO.

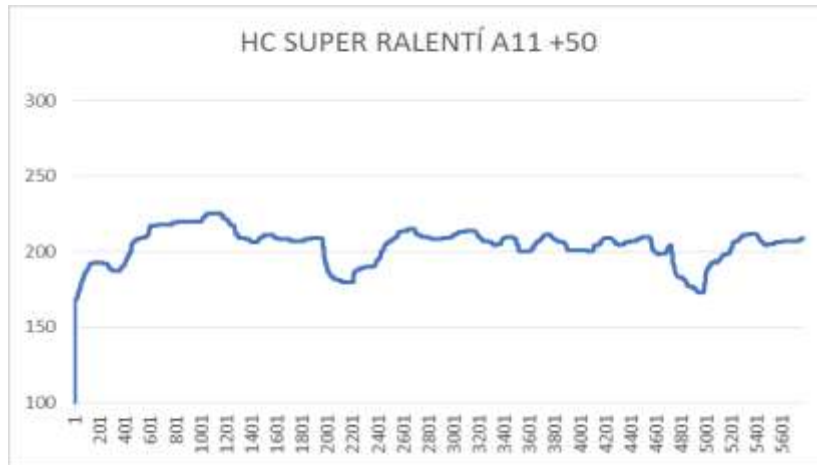


**Gráfico 182-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A11 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 225ppm HC.



**Gráfico 183-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A11 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A11 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,135% y 0,30% CO.

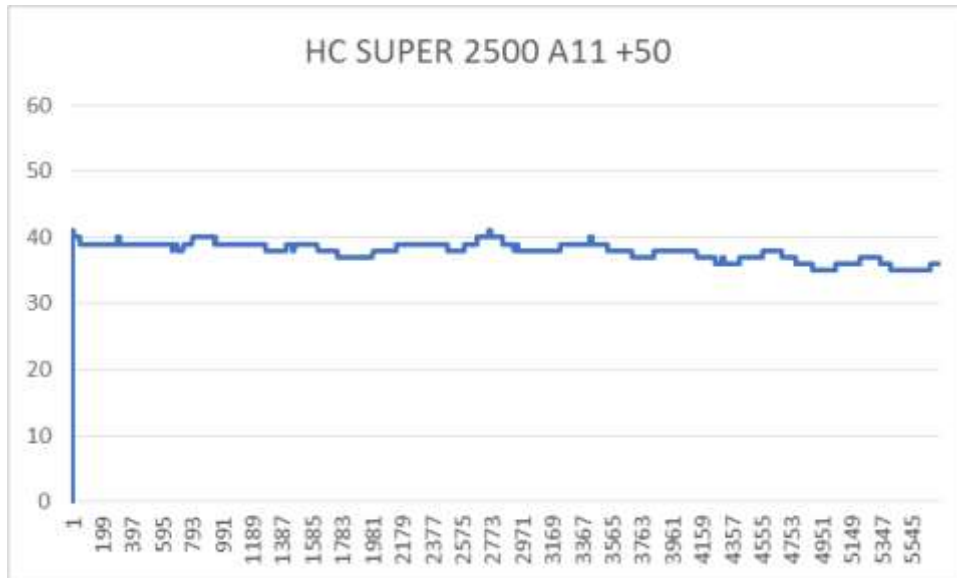


**Gráfico 184-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A11 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 35ppm a 40ppm HC.



**Gráfico 185-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.14. Pruebas realizadas con CYCLO Octane Boost (A12)

Para el desarrollo de esta etapa en las pruebas, se cambió al siguiente aditivo, en este caso otro elevador de octanaje. Cyclo Octane Boost al cual denominamos como A12, como en las descripciones anteriores enumeraremos algo de lo que el fabricante nos describe acerca de este producto.

Entre sus características tenemos que incrementa el índice de octanos de la gasolina en 3 Puntos, limpia al mismo tiempo, el sistema de alimentación de combustible para obtener un mejor rendimiento, reduce el picado de motor, golpeteo y sacudidas, ideal para obtener la máxima potencia en carreteras de montaña, pruebas de aceleración, conducción deportiva, etc.

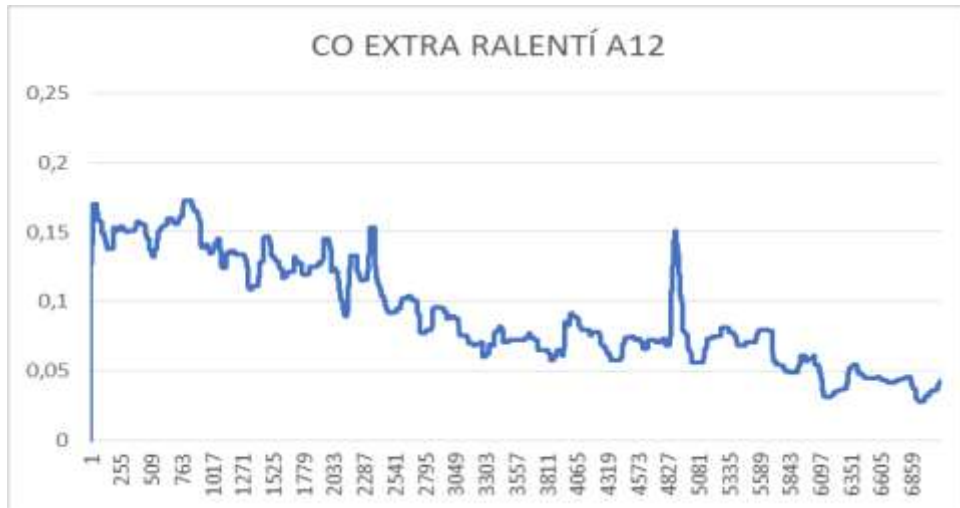
Recomendado a su vez, para cuando no se disponga de gasolina de alto octanaje en estaciones de servicio.

El contenido de su envase puede ser disuelto hasta en 21 galones de gasolina. Contiene sustancias químicas como Naftaleno, Etilbenceno y Benceno.

**Gasolina extra con aditivo A12 en marcha mínima**

**Extra CO Ralentí con aditivo A12**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,035% y 0,15% CO.



**Gráfico 186-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A12

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 250ppm a 265ppm HC.



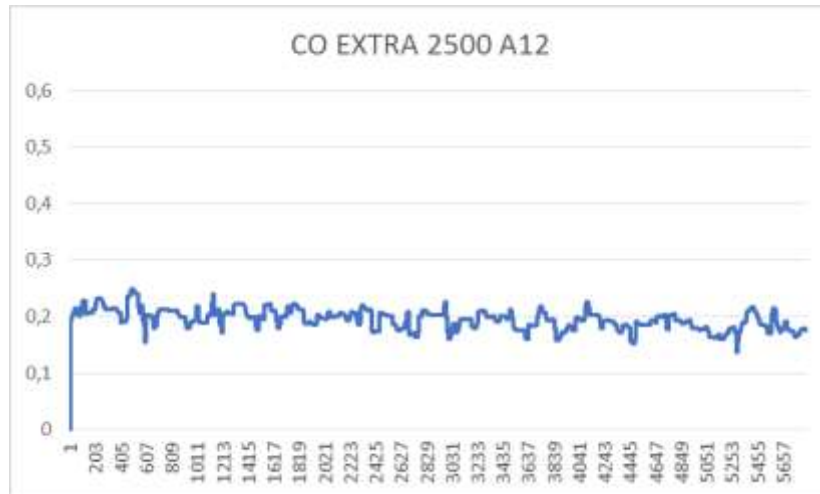
**Gráfico 187-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A12 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A12

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,25% CO.



**Gráfico 188-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A12

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 39ppm a 47ppm HC.



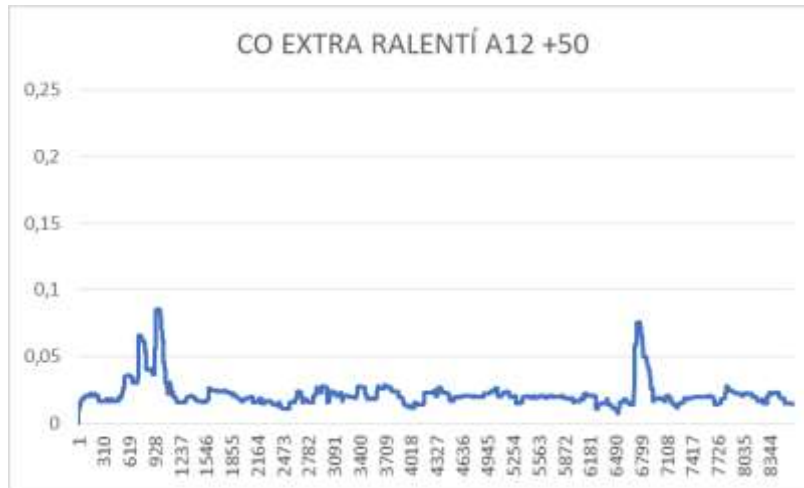
**Gráfico 189-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A12 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A12 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,007% y 0,035% CO.



**Gráfico 190-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC Ralentí con aditivo A12 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, eso nos indica que existe una gran cantidad de combustible no quemado. En la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 247ppm a 260ppm HC.



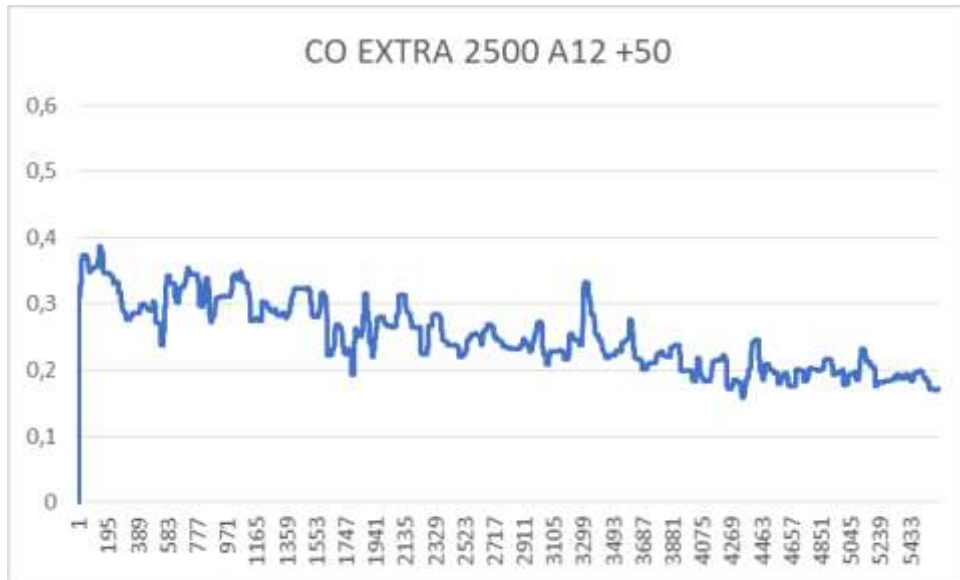
**Gráfico 191-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A12 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A12 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,35% CO.



**Gráfico 192-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A12 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 40ppm a 50ppm HC.



**Gráfico 193-3.** Recolección y análisis de datos

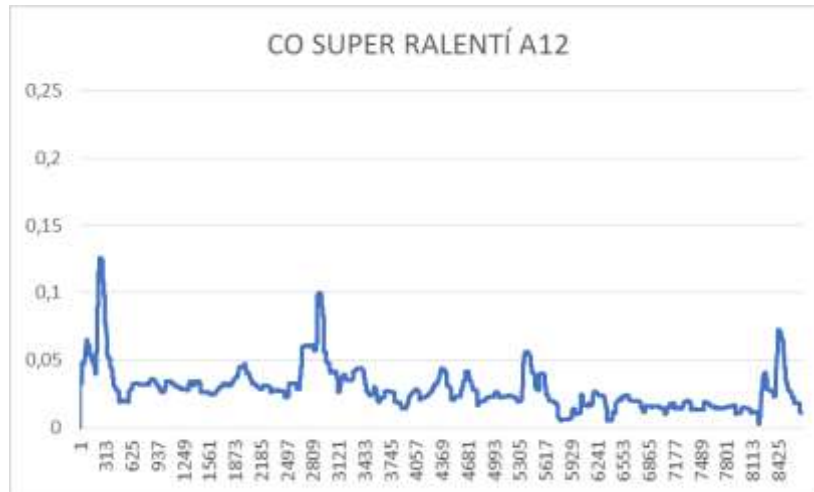
Realizado por: Morocho, José, 2022.



### Gasolina super con aditivo A12 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A12

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,003% y 0,05% CO.

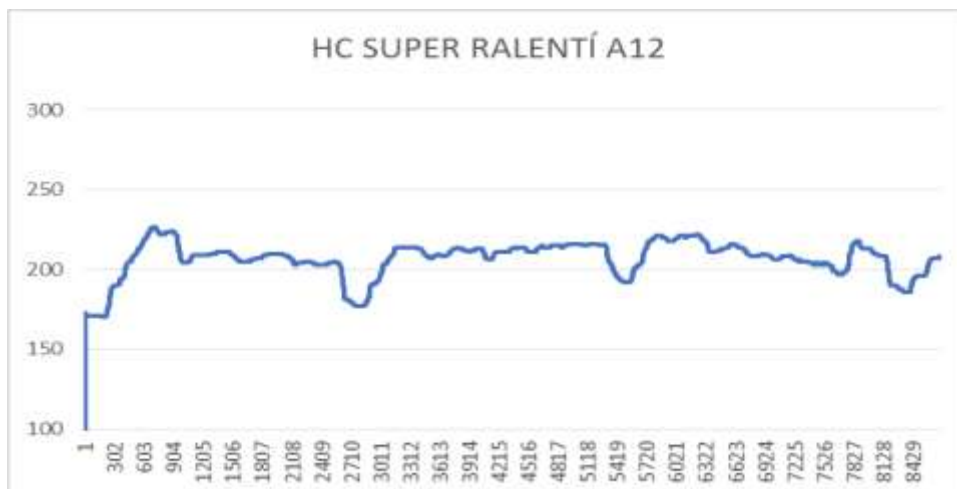


**Gráfico 194-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A12

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 220ppm HC.



**Gráfico 195-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A12 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A12

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,30% CO.

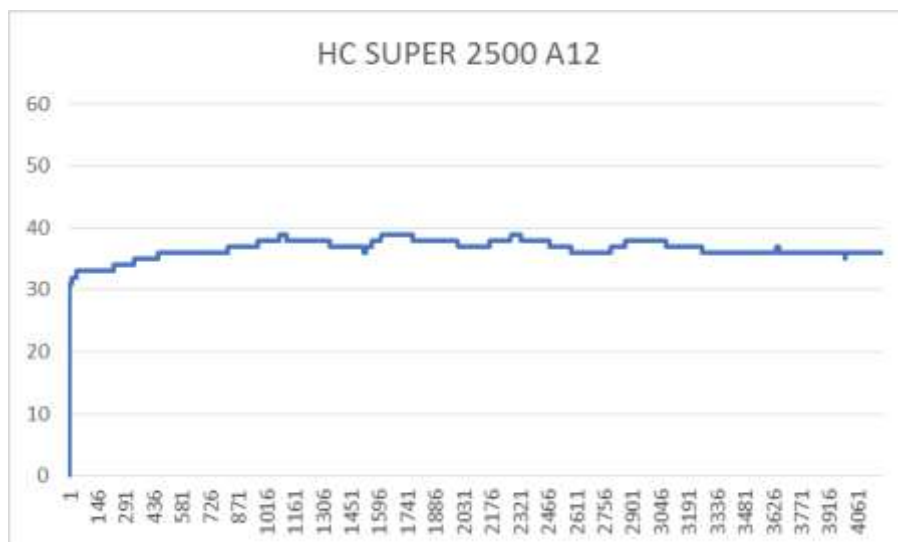


**Gráfico 196-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A12

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 35ppm a 40ppm HC.



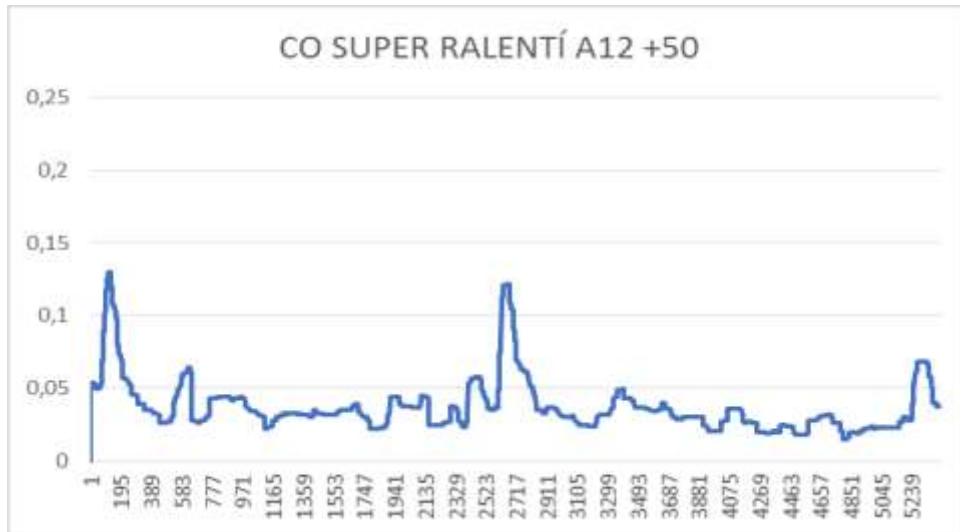
**Gráfico 197-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A12 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A12 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,05% CO.

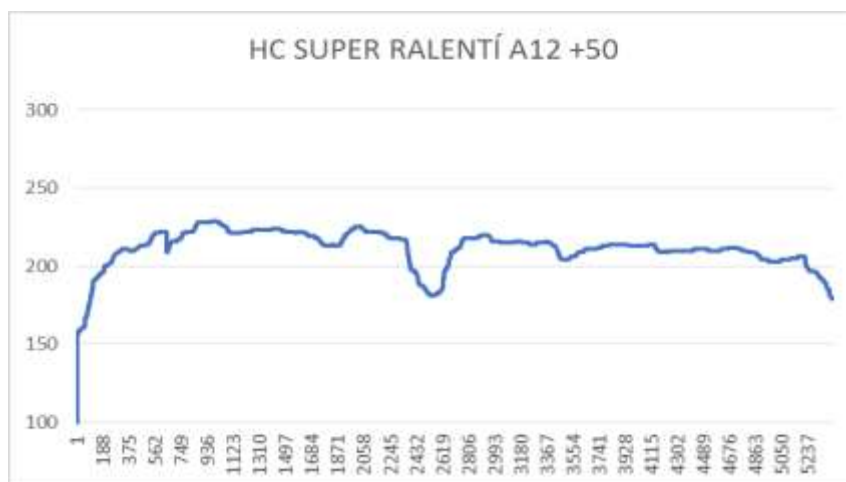


**Gráfico 198-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A12 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 205ppm a 225ppm HC.



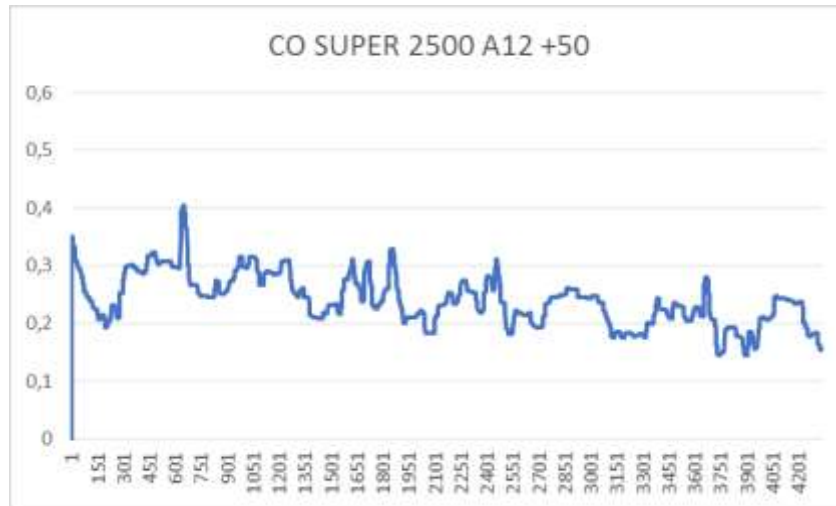
**Gráfico 199-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A12 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A12 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,30% CO.

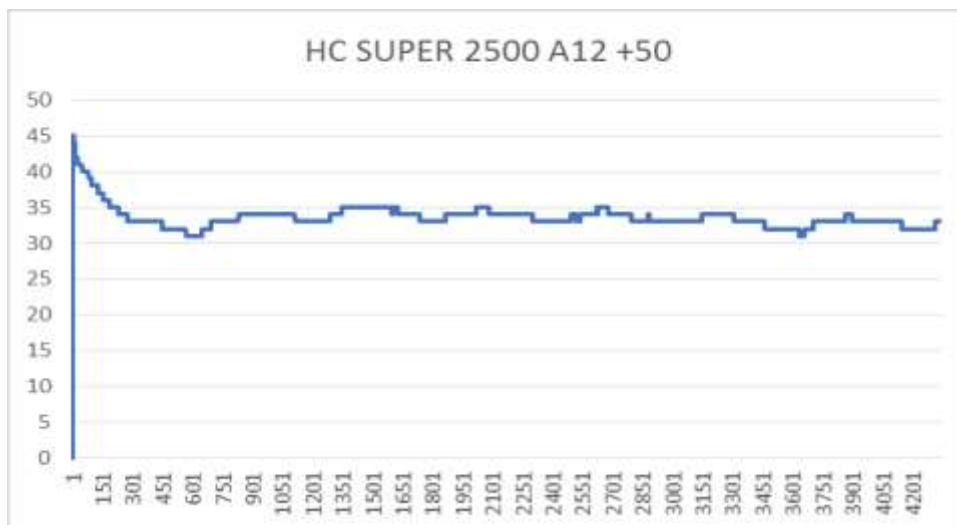


**Gráfico 200-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A12 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 31ppm a 35ppm HC.



**Gráfico 201-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.15. Pruebas realizadas con 9989 Super Benzin Oktan Plus (A13)

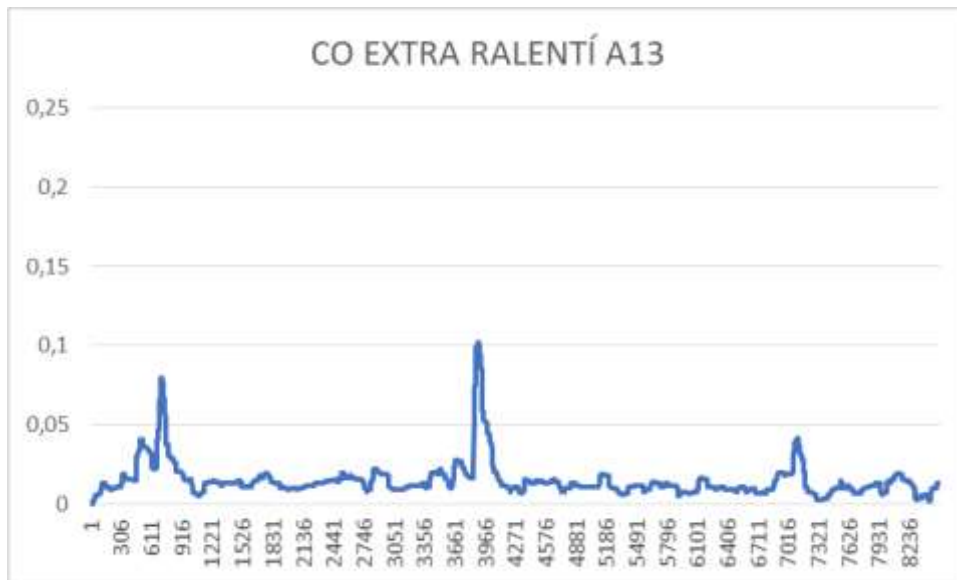
Continuando con las pruebas, pasamos al elevador de octanos 9989 Super Benzin Oktan Plus al cual denominamos como A13. Entre las características que nos menciona el fabricante tenemos que mejora las propiedades de la gasolina, aumentan el octanaje y solucionan los problemas de detonación e ignición causados por el uso de gasolina de bajos octanajes o de mala calidad. Además, limpia de manera efectiva los depósitos y el fango de carburadores, inyectores y válvulas de depósitos, reduce la emisión de sustancias nocivas y la toxicidad de los gases de escape y reduce su consumo.

Recomendado para motores con distribución de cuatro válvulas o motores con turbocompresor. El contenido del envase trata hasta 60 litros de gasolina. Este aditivo contiene Hidrocarburos, C11-C14, n-alcanos, isoalcanos, cíclicos, aromáticos (2-25%) Hidrocarburos, C14-C18, n-alcanos, isoalcanos, cíclicos, aromáticos (2-30%), Nafta disolvente (petróleo).

#### Gasolina extra con aditivo A13 en marcha mínima

##### Extra CO Ralentí con aditivo A13

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,001% y 0,03% CO.



**Gráfico 202-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

##### Extra HC Ralentí con aditivo A13

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no

debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 245ppm a 255ppm HC.



**Gráfico 203-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A13 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A13

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,11% y 0,40% CO.



**Gráfico 204-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A3

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 34ppm a 44ppm HC.



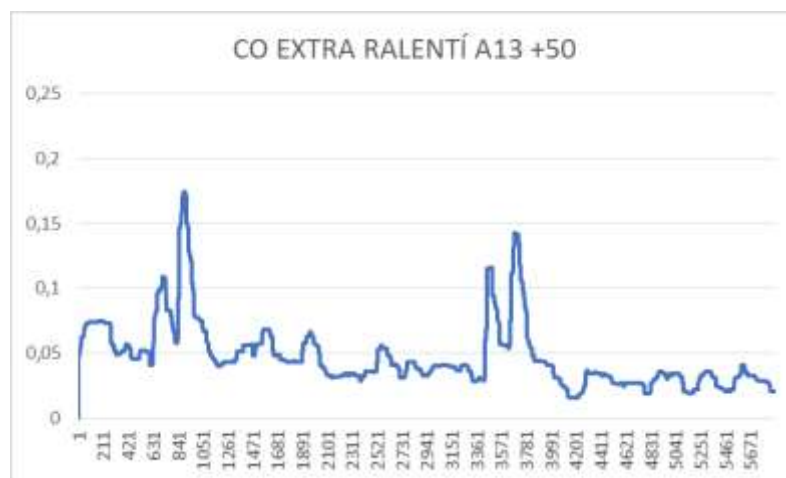
**Gráfico 205-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A13 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A13 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,02% y 0,075% CO.



**Gráfico 206-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A13 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 255ppm a 275ppm HC.

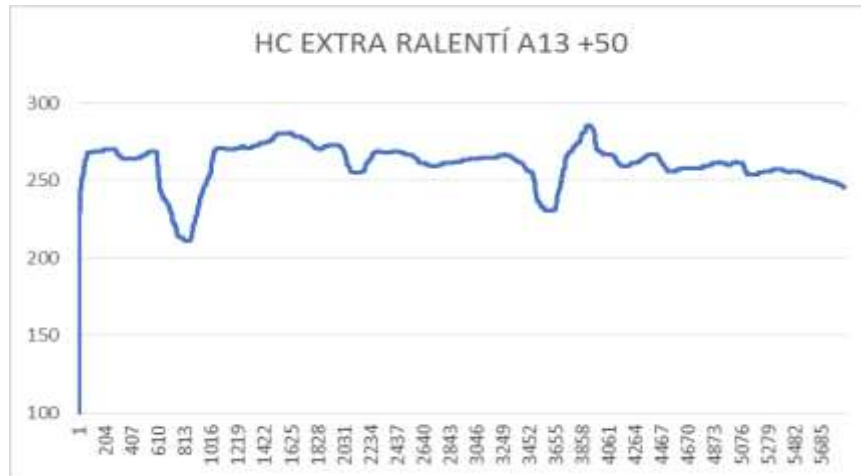


Gráfico 207-3. Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A13 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A13 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,175% y 0,40% CO.



Gráfico 208-3. Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.



### Extra HC a 2500rpm con aditivo A13 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 37ppm a 45ppm HC.

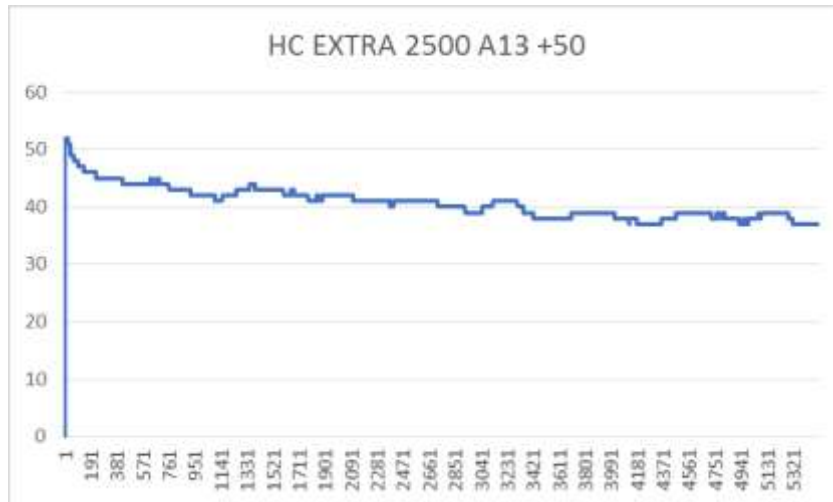


Gráfico 209-3. Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A13 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A13

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,001% y 0,025% CO.

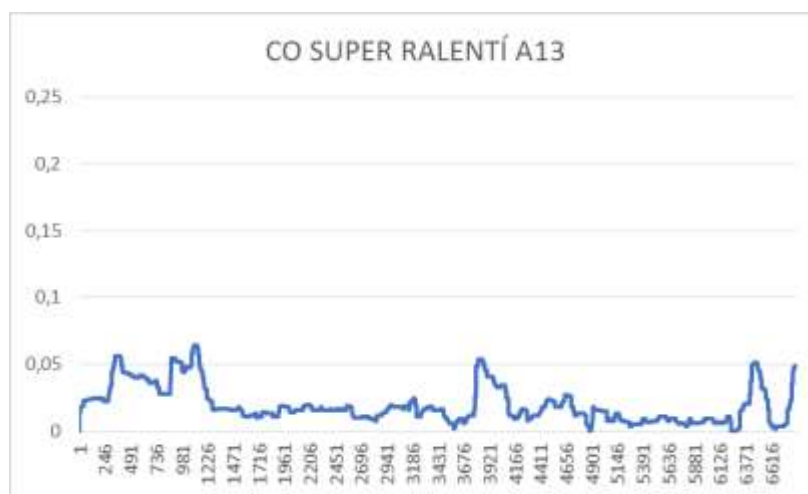
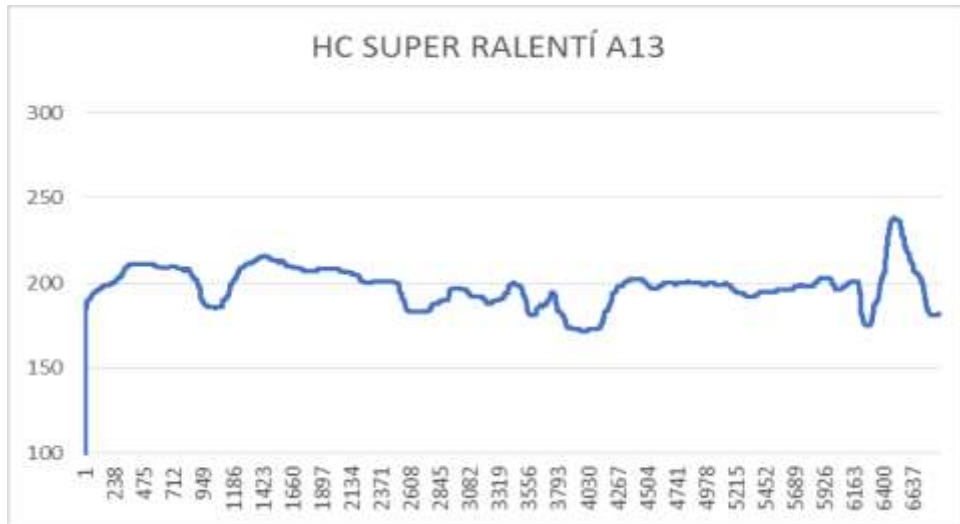


Gráfico 210-3. Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A13

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 195ppm a 210ppm HC.



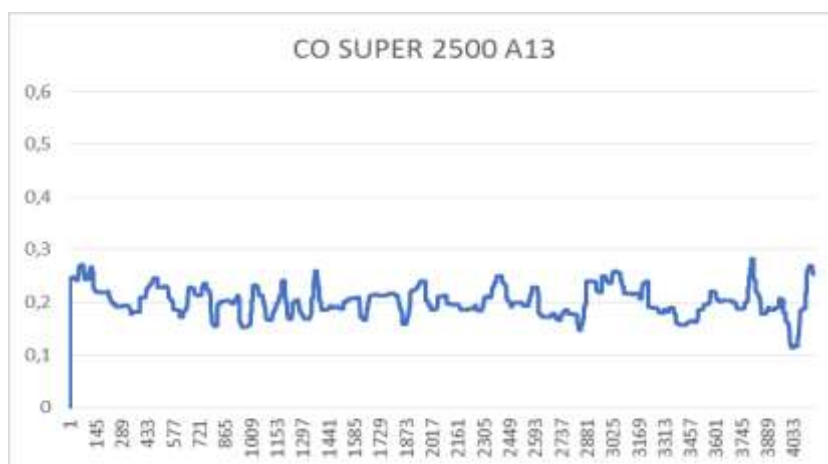
**Gráfico 211-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A13 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A13

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,145% y 0,250% CO.

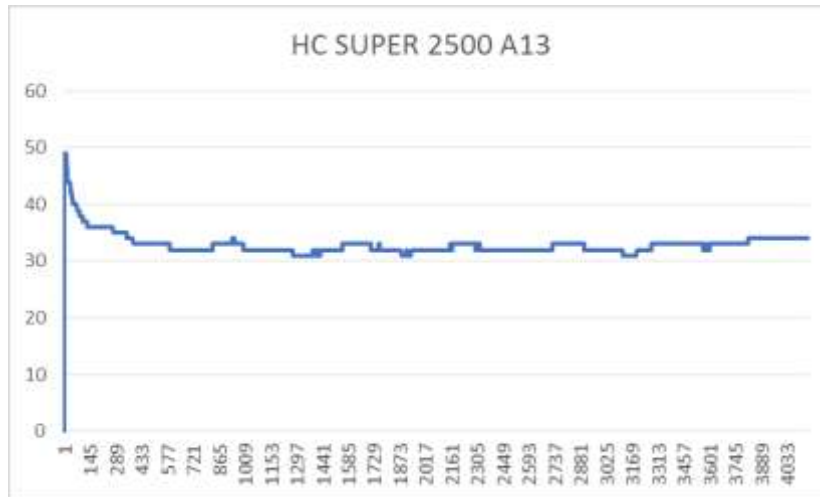


**Gráfico 212-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A13

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 32ppm HC.



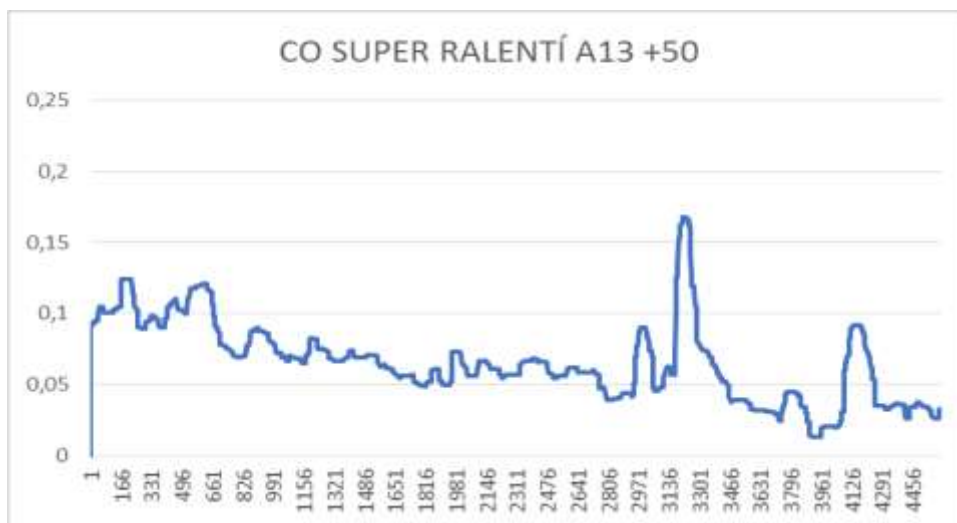
**Gráfico 213-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A13 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A13 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,10% CO.

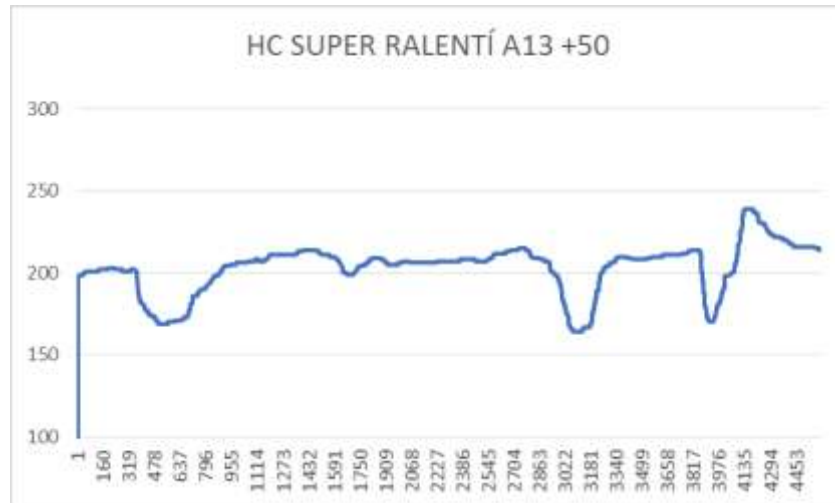


**Gráfico 214-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A13 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 210ppm HC.



**Gráfico 215-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A13 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A13 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,35% CO.

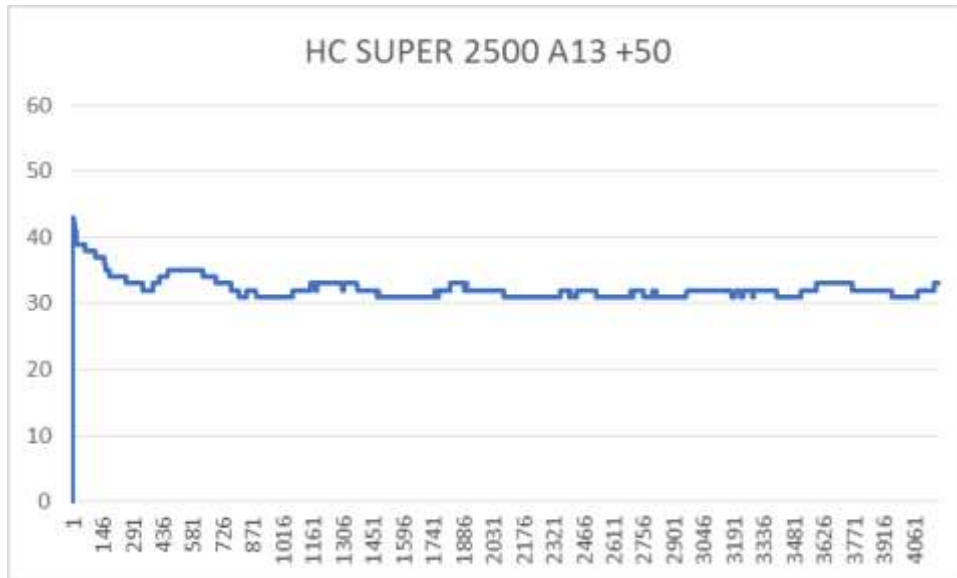


**Gráfico 216-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A13 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 30ppm a 35ppm HC.



**Gráfico 217-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.16. Pruebas realizadas con LIQUI MOLY Octane Plus (A14)

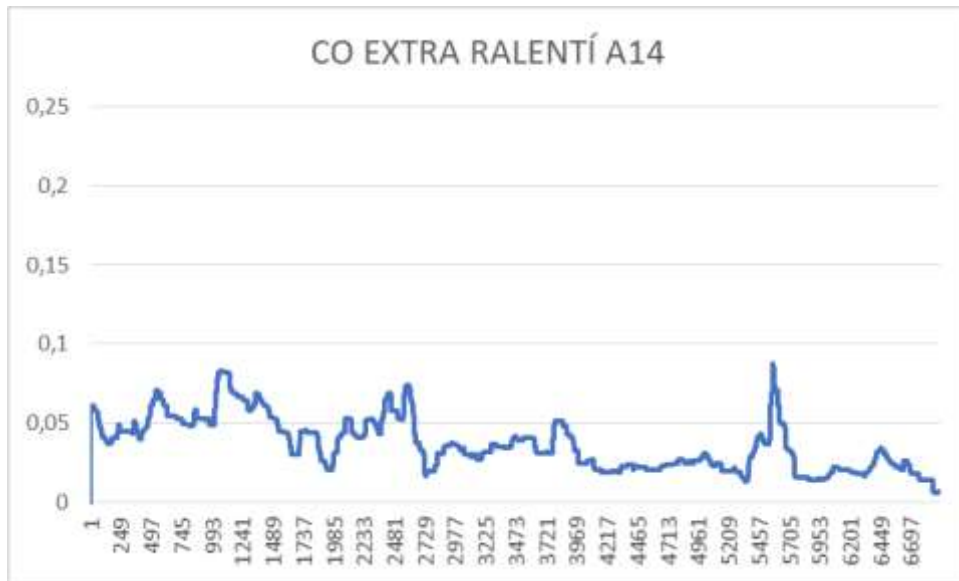
En esta sección realizamos las pruebas con el aditivo Octane Plus de Liqui Moly, al cual denominamos como A14. Entre los beneficios que nos describe el fabricante tenemos que aumenta el octanaje (RON) del combustible en entre 2 y 4 puntos, mejora el rendimiento, aumenta el índice de octano y evita daños del motor causados por combustiones detonantes.

El contenido de 150ml es suficiente para 50 litros de gasolina. Este aditivo contiene Metilciclopentadienil- Manganese tricarbonyl, combustibles, avión a reacción, extracción de huella con disolvente, hidrogenados hidrocracados. 1, 2, 4 – trimetilbenceno. Hidrocarburos, C10-C13, n-alcanos, cicloalcanos.

#### Gasolina extra con aditivo A14 en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A14

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,6% CO.

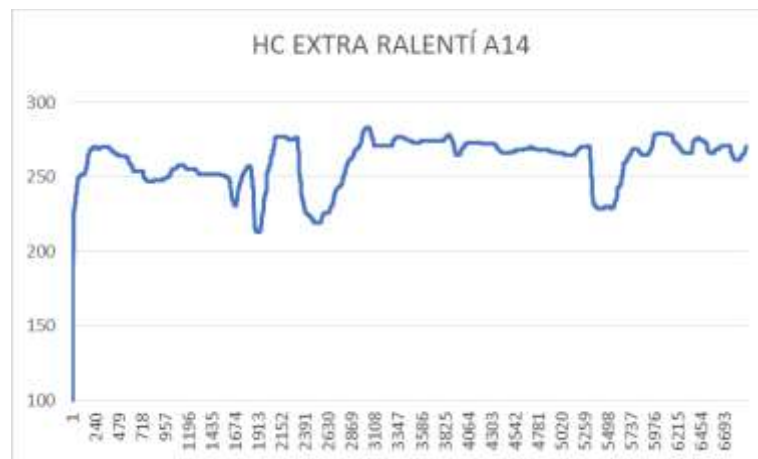


**Gráfico 218-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC Ralentí con aditivo A14

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por encima de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 250ppm a 270ppm HC.



**Gráfico 219-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A14 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A14

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,13% y 0,31% CO.



**Gráfico 220-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A14

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 37ppm a 45ppm HC.



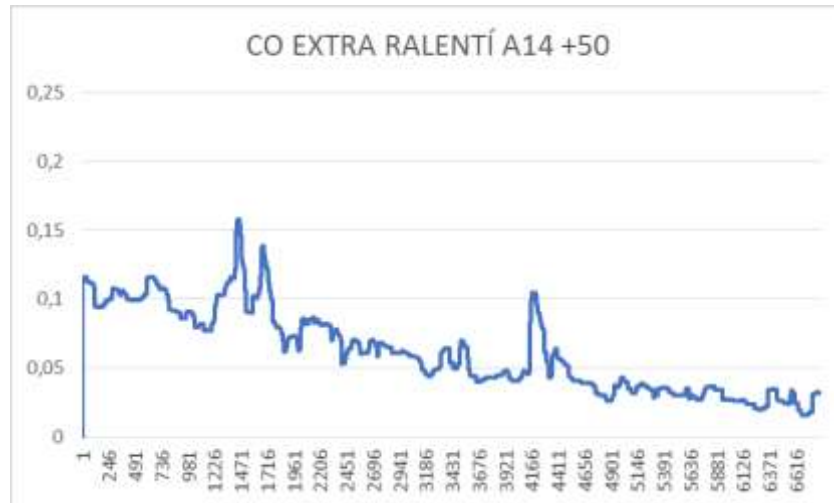
**Gráfico 221-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A14 +50% en marcha mínima

#### Extra CO Ralentí con aditivo A14 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,10% CO.

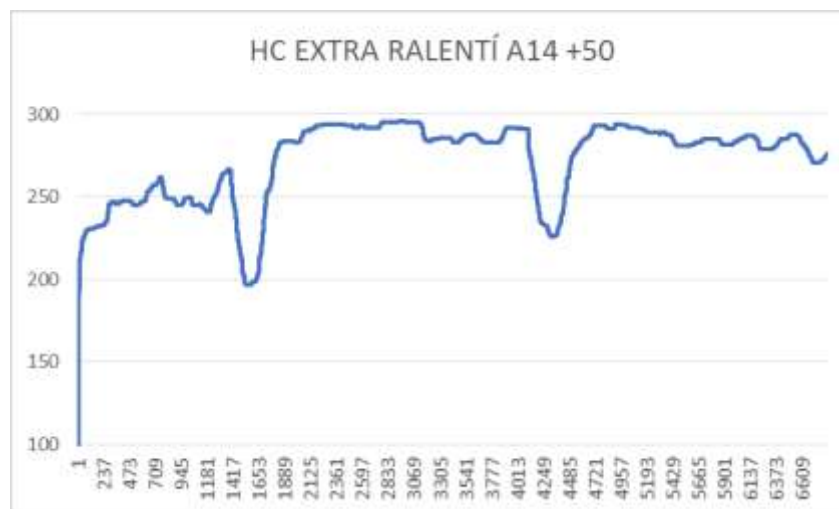


**Gráfico 222-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC Ralentí con aditivo A14 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 250ppm a 295ppm HC.



**Gráfico 223-3.** Recolección y análisis de datos

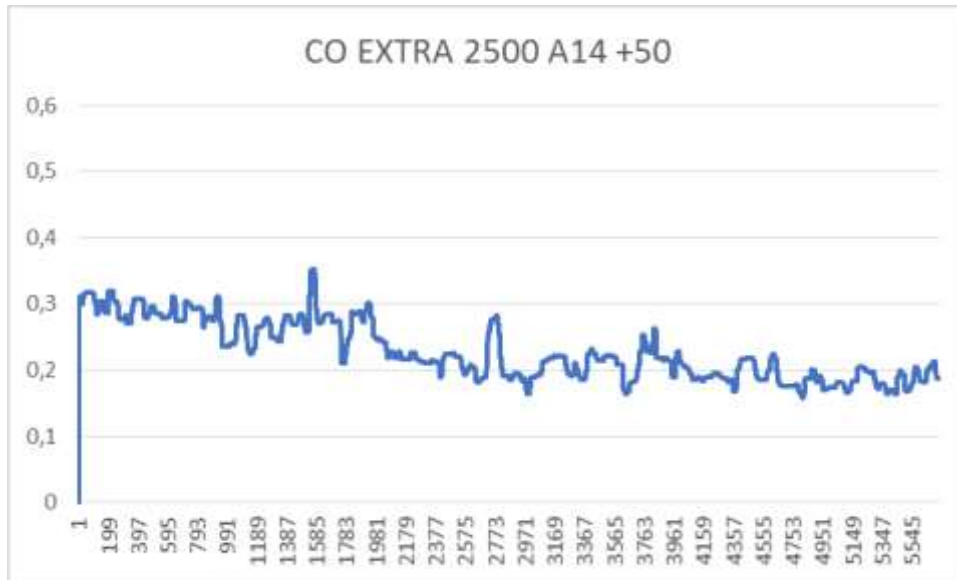
Realizado por: Morocho, José, 2022.



### Gasolina extra con aditivo A14 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A14 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,165% y 0,30% CO.



**Gráfico 224-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Extra HC a 2500rpm con aditivo A14 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 34ppm a 42ppm HC.



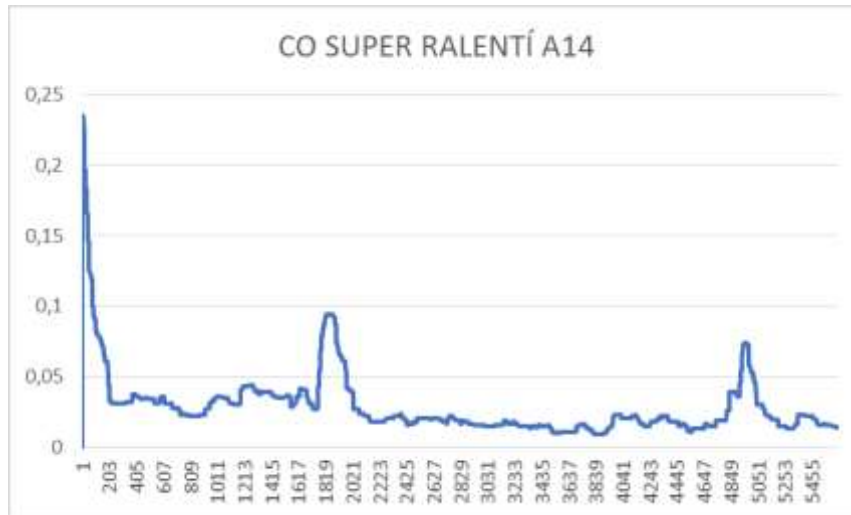
**Gráfico 225-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A14 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A14

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,013% y 0,045% CO.

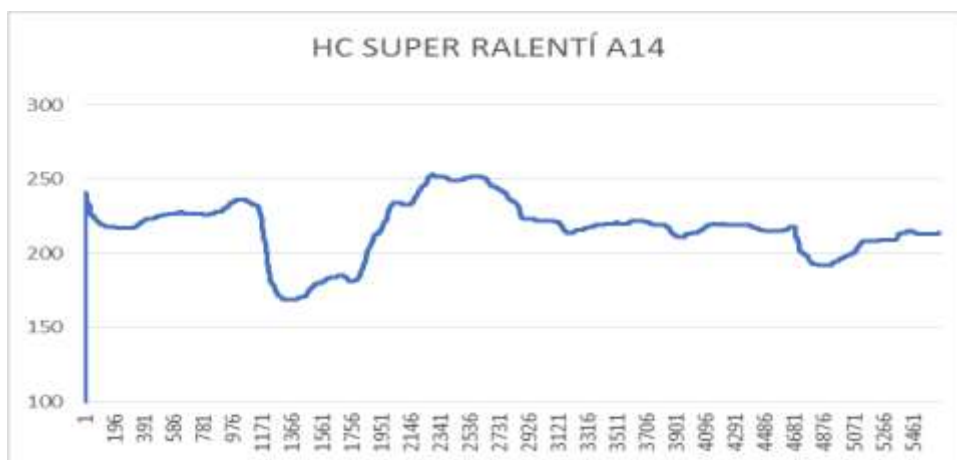


**Gráfico 226-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A14

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 210ppm a 250ppm HC.



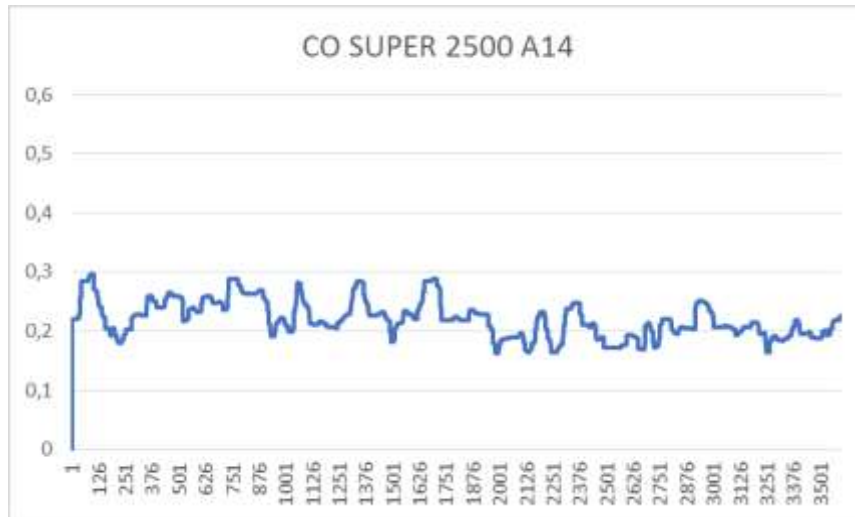
**Gráfico 227-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A14 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A14

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,165% y 0,30% CO.

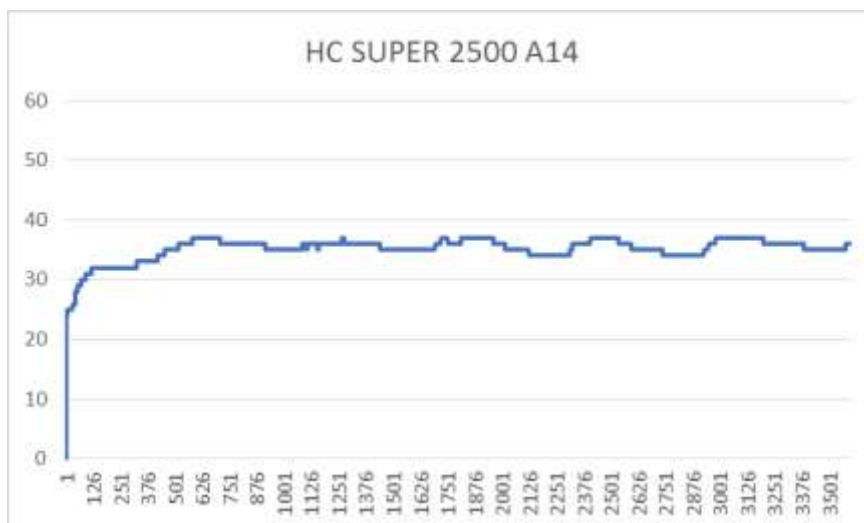


**Gráfico 228-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A14

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 37ppm HC.



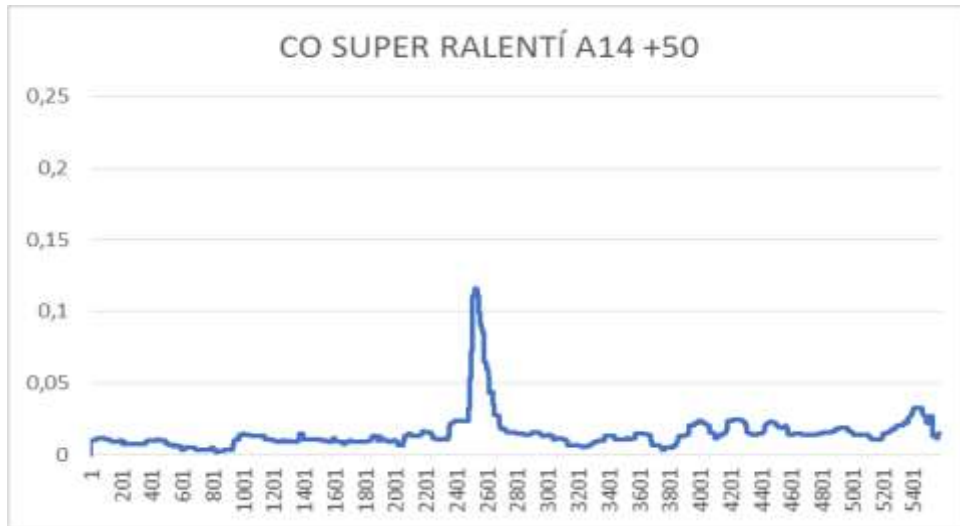
**Gráfico 229-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A14 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A14 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,001% y 0,025% CO.

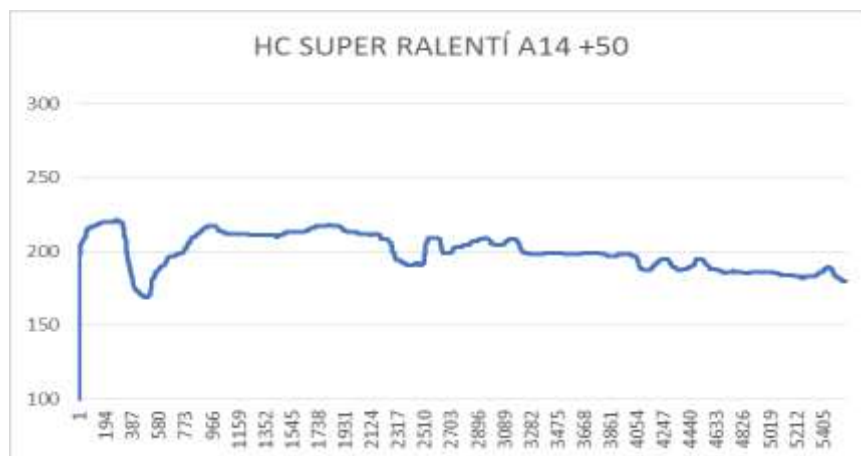


**Gráfico 230-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC Ralentí con aditivo A14 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 185ppm a 215ppm HC.



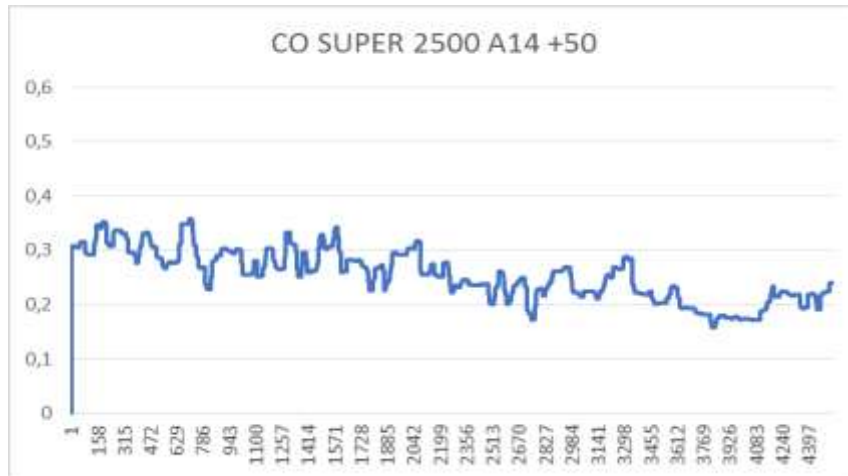
**Gráfico 231-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A14 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A14 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,35% CO.

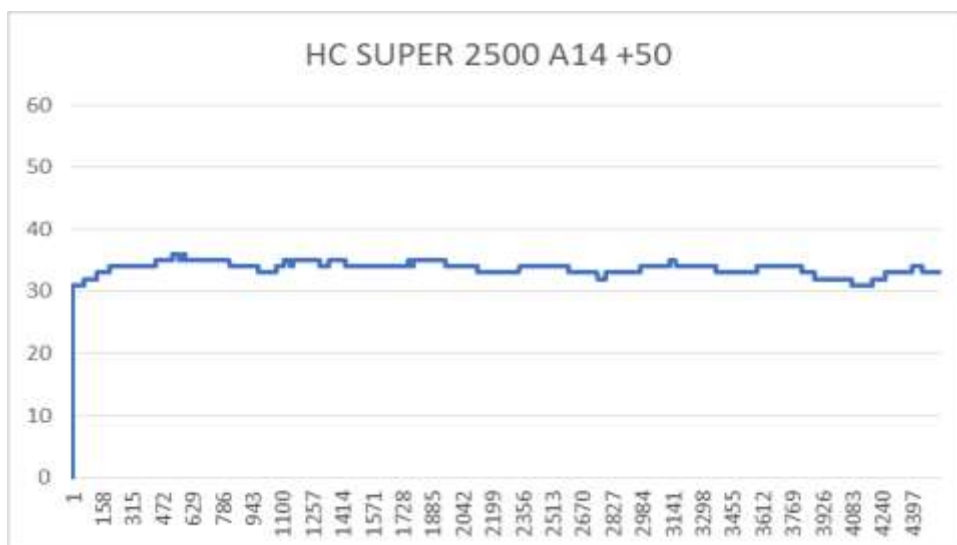


**Gráfico 232-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

#### Super HC a 2500rpm con aditivo A14 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 31ppm a 35ppm HC.



**Gráfico 233-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.17. Pruebas realizadas con QUALCO PIKES (A15)

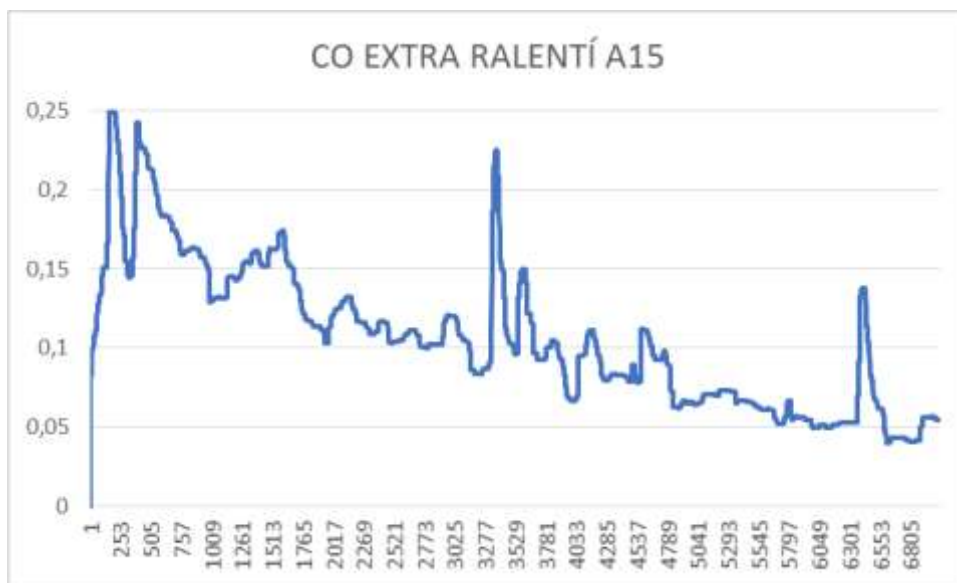
Como último aditivo a ser probado tenemos a Pikes de Qualco, al que denominamos como A15, acorde a las especificaciones del fabricante tenemos que este aditivo nos ayuda como solvente de lodo, gomas y resinas, homogeneizador, inhibidor de corrosión, catalizador de la reacción de combustión, inhibidor de reacciones que producen daño en los equipos y medio ambiente, así como aumento de potencia.

Este aditivo es libre de plomo y no contienen MMT, ni ferroceno. El contenido del envase puede ser disuelto hasta en 16 galones de gasolina.

#### Gasolina extra con aditivo A15 en marcha mínima

##### Extra CO Ralentí con aditivo A15

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,04% y 0,175% CO.



**Gráfico 234-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

##### Extra HC Ralentí con aditivo A15

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 227ppm a 250ppm HC.



**Gráfico 235-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A15 a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A15

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,27% CO.



**Gráfico 236-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A15

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 39ppm a 50ppm HC.



**Gráfico 237-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Gasolina extra con aditivo A15 +50% en marcha mínima**

**Extra CO Ralentí con aditivo A15 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,008% y 0,08% CO.



**Gráfico 238-3.** Recolección y análisis de datos

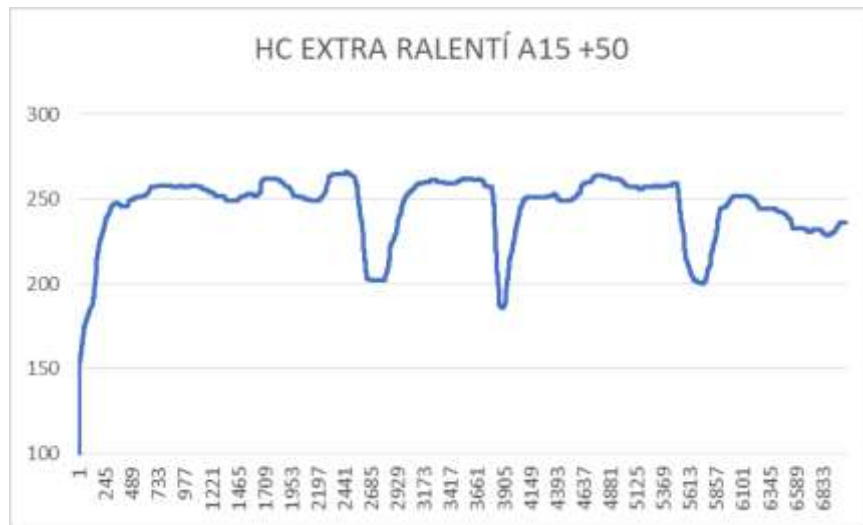
Realizado por: Morocho, José, 2022.

**Extra HC Ralentí con aditivo A15 +50%**

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no



debería sobrepasar las 200ppm HC, en a la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 250ppm a 260ppm HC.



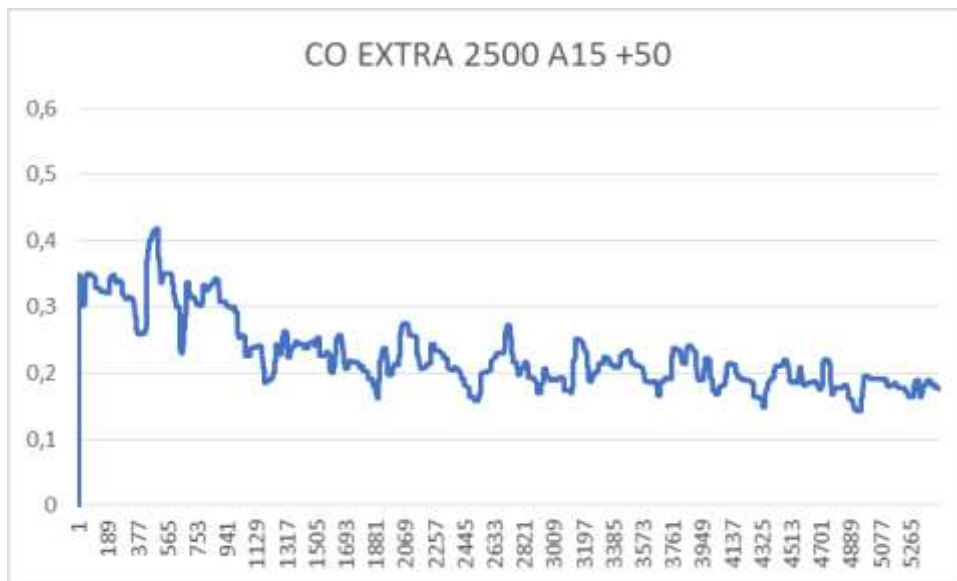
**Gráfico 239-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina extra con aditivo A15 +50% a 2500rpm

#### Extra CO 2500rpm con aditivo A15 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,36% CO.

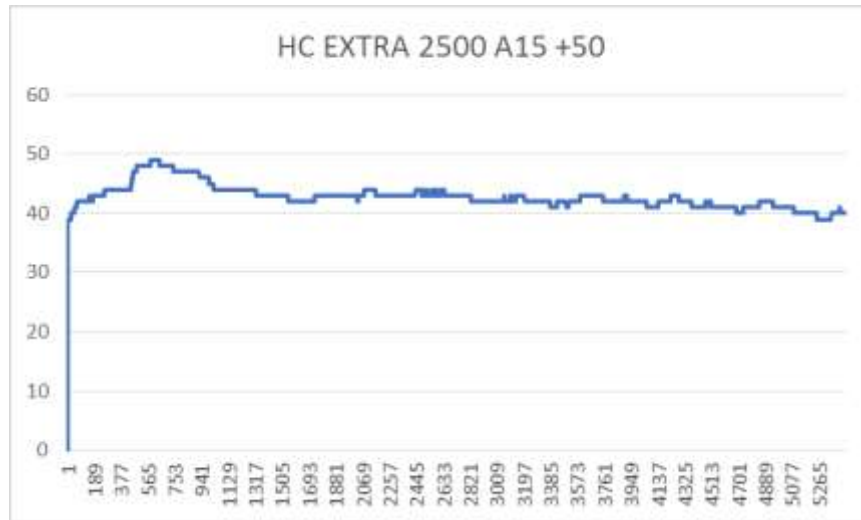


**Gráfico 240-3.** Recolectión y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Extra HC a 2500rpm con aditivo A15 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 39ppm a 50ppm HC.



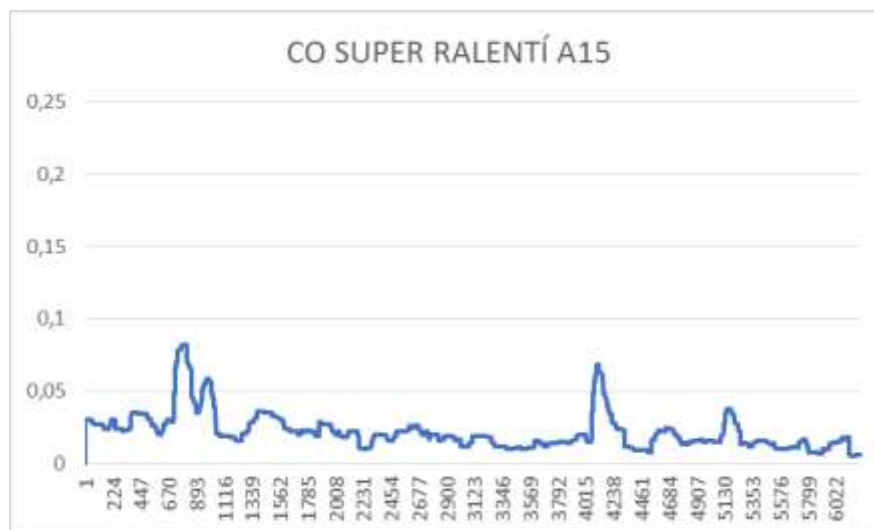
**Gráfico 241-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A15 en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A15

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,005% y 0,035% CO.

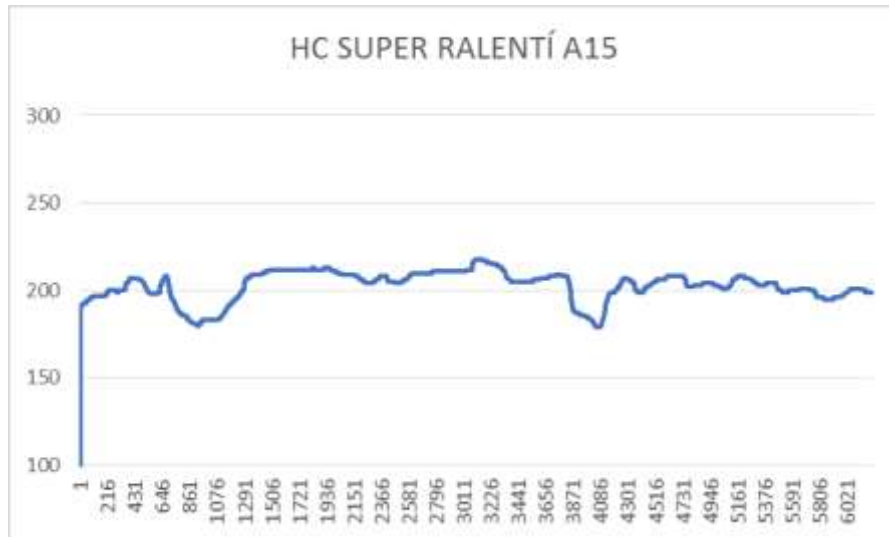


**Gráfico 242-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A15

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran ligeramente por arriba de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 200ppm a 215ppm HC.



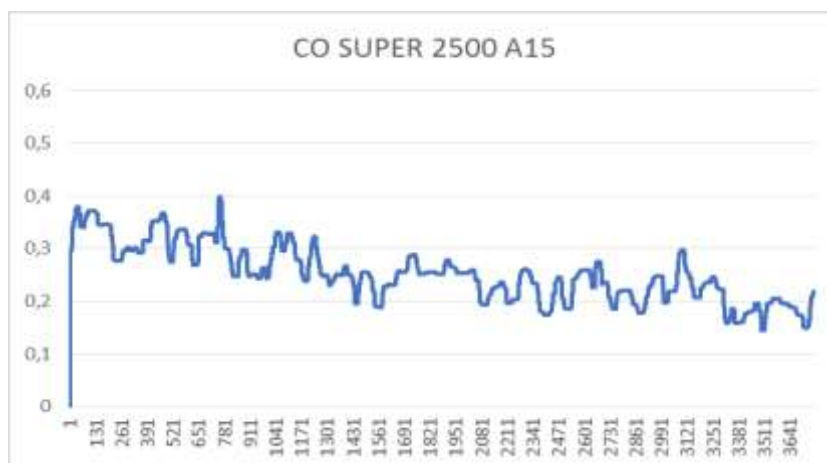
**Gráfico 243-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A15 a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A15

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,145% y 0,365% CO.

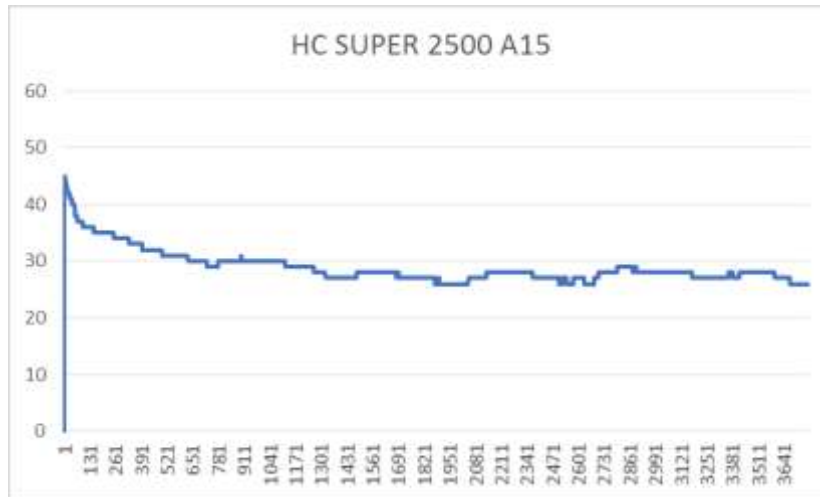


**Gráfico 244-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A15

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 25ppm a 35ppm HC.



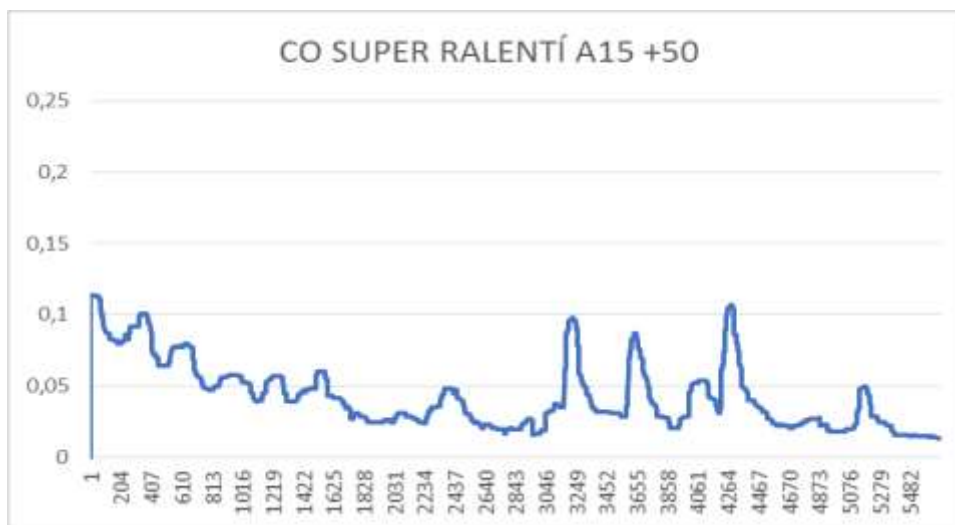
**Gráfico 245-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A15 +50% en marcha mínima

#### Super CO Ralentí con aditivo A15 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,015% y 0,10% CO.

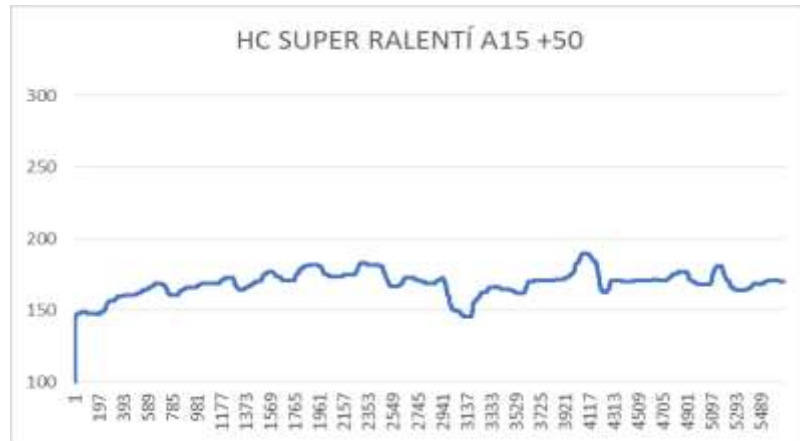


**Gráfico 246-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC Ralentí con aditivo A15 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores indicados en la normativa, ya que el valor de los HC no debería sobrepasar las 200ppm HC, en la gráfica podemos apreciar que existe un estimado de 160ppm a 180ppm HC.



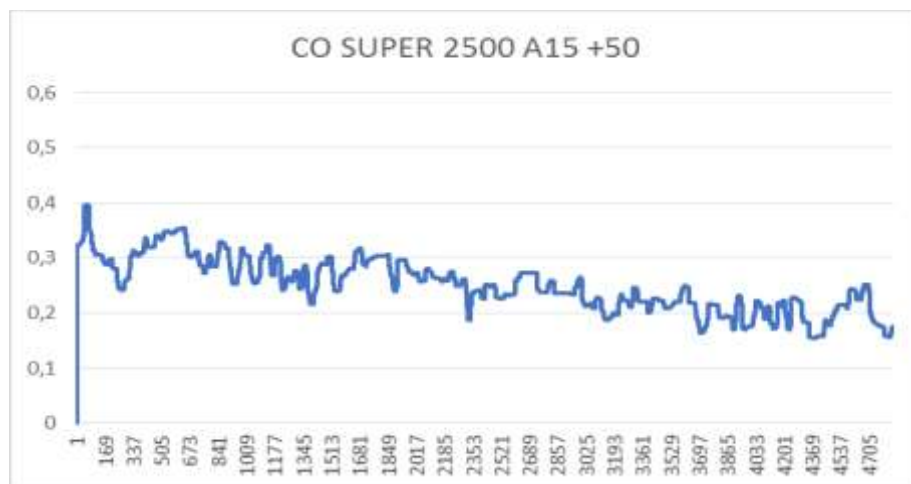
**Gráfico 247-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gasolina super con aditivo A15 +50% a 2500rpm

#### Super CO 2500rpm con aditivo A15 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores entregados por el analizador de gases se encuentran dentro de los valores establecidos por la normativa (1,0% CO). Los valores registrados oscilan entre 0,15% y 0,35% CO.

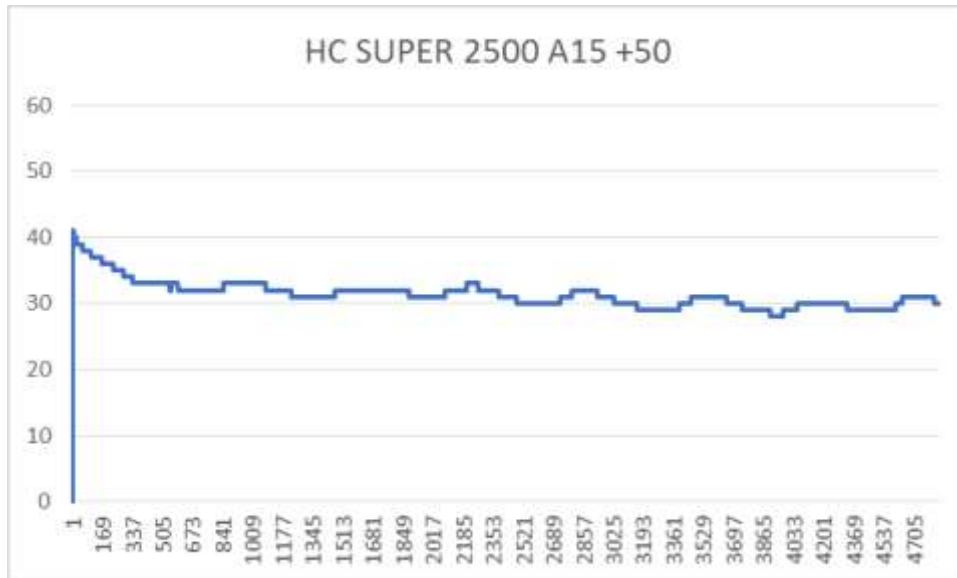


**Gráfico 248-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Super HC a 2500rpm con aditivo A15 +50%

Acorde a la gráfica podemos observar que los valores de los Hidrocarburos entregados por el analizador de gases disminuyen en comparación con los valores obtenidos en marcha mínima. Para este caso existe un estimado de 25ppm a 33ppm HC.



**Gráfico 249-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.18. Comparación entre gráficas

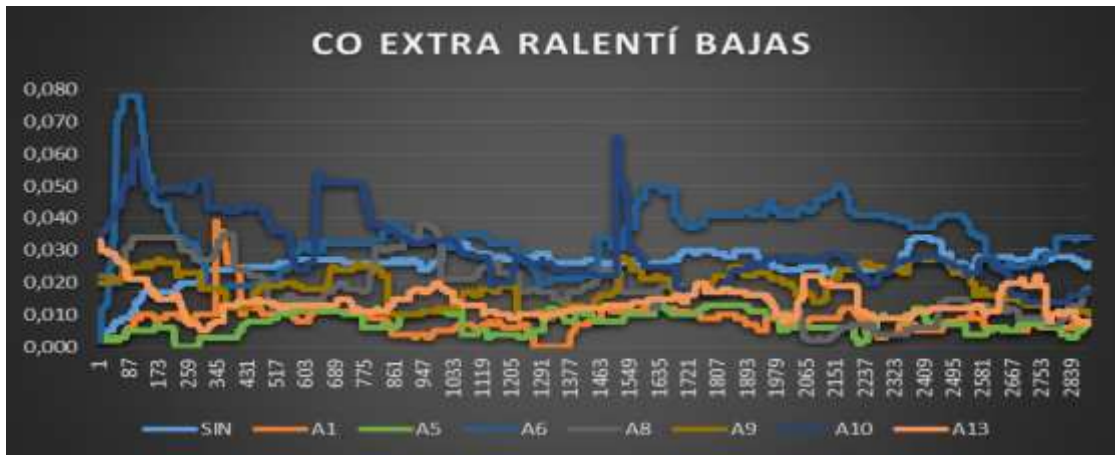
#### Gráficas de CO extra ralentí

En esta sección realizamos la unión de todos los resultados obtenidos anteriormente. Cabe mencionar que se realizó la filtración de ciertos datos para que las gráficas queden lo más estables posibles.

Para una mejor apreciación de los resultados obtenidos se optó por dividir cada grupo de resultados en subgrupos, es decir en tres gráficas comparativas: de esta manera, se observa en la primera gráfica los valores de emisiones más elevados, mientras que en la segunda gráfica tendremos las emisiones más bajas; por último, en la tercera gráfica tendremos todos y cada uno de los valores promedio de todas las mediciones.

Como podemos apreciar en la gráfica, tenemos la comparación de los valores del Monóxido de carbono en cada una de las pruebas (con y sin aditivos).

En las tres siguientes gráficas se evidencia que ninguno de los valores sobrepasa el 1% CO (volumen). En la gráfica 250-4 se han recolectado los valores más bajos de CO obtenidos en las pruebas, realizándose de esta manera la comparación entre los valores para poder apreciar de mejor manera su comportamiento.



**Gráfico 250-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

A continuación, mostramos los 8 grupos de valores más elevados de CO presentes durante las pruebas.



**Gráfico 251-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

Para tener una mejor idea de la incidencia de cada uno de los aditivos tomados en cuenta para las pruebas, a continuación, se evidencia en la gráfica todos y cada uno de los valores promedio de las emisiones de CO generadas con la gasolina extra a un régimen de trabajo mínimo.





**Gráfico 252-3.** Recolección y análisis de datos

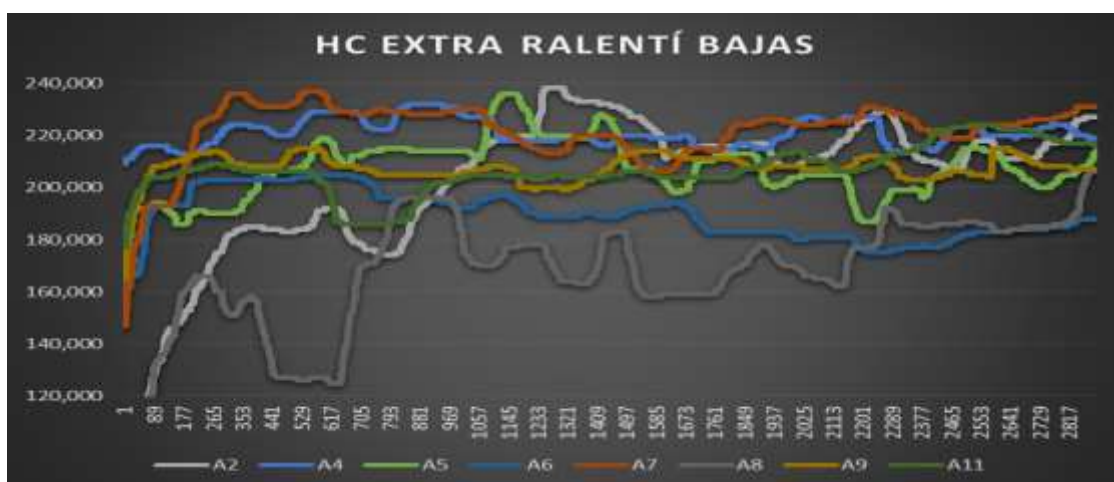
Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gráficas de HC extra ralentí

En el siguiente grupo (tres gráficas en total) podemos ver que la mayoría de los valores de los Hidrocarburos sobrepasan los límites establecidos en la normativa, es decir, están sobre los 200ppm HC. Así mismo se filtraron ciertos valores para que su comportamiento sea más estable.

Gracias a los valores de la primera gráfica podemos identificar cuáles son los aditivos que generan una disminución de emisiones en cierto grado. Así mismo se procedió a dividir en tres grupos, para una mejor visualización de los resultados.

El primer gráfico nos muestra los valores obtenidos con la mitad de aditivos, donde se evidencia a los aditivos que disminuyeron (en mayor o menor medida) las emisiones de HC para la gasolina extra en un régimen mínimo de trabajo.

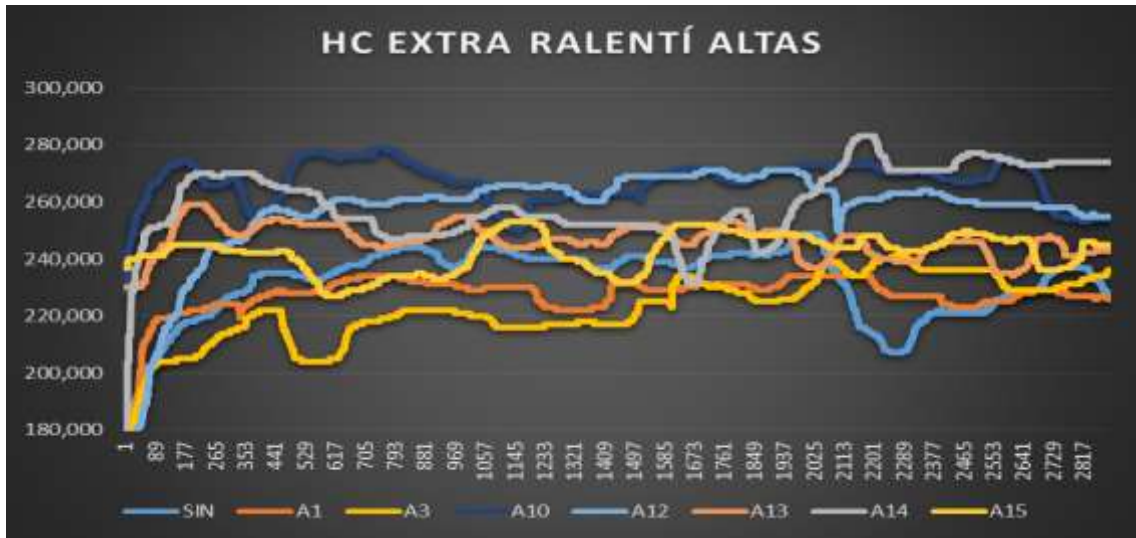


**Gráfico 253-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.



A continuación, podemos observar la segunda mitad de aditivos con los cuales se obtuvieron los valores más elevados para los HC. En este grupo se también incluye el análisis al combustible sin el uso de aditivos, ya que desde un inicio supera en gran medida por mucho el límite de emisiones permitidas acorde a la normativa.



**Gráfico 254-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

Por último, en el siguiente gráfico se puede apreciar el valor promedio de cada uno de los resultados obtenidos con la utilización del grupo de aditivos seleccionado durante las pruebas.



**Gráfico 255-3.** Recolección y análisis de datos

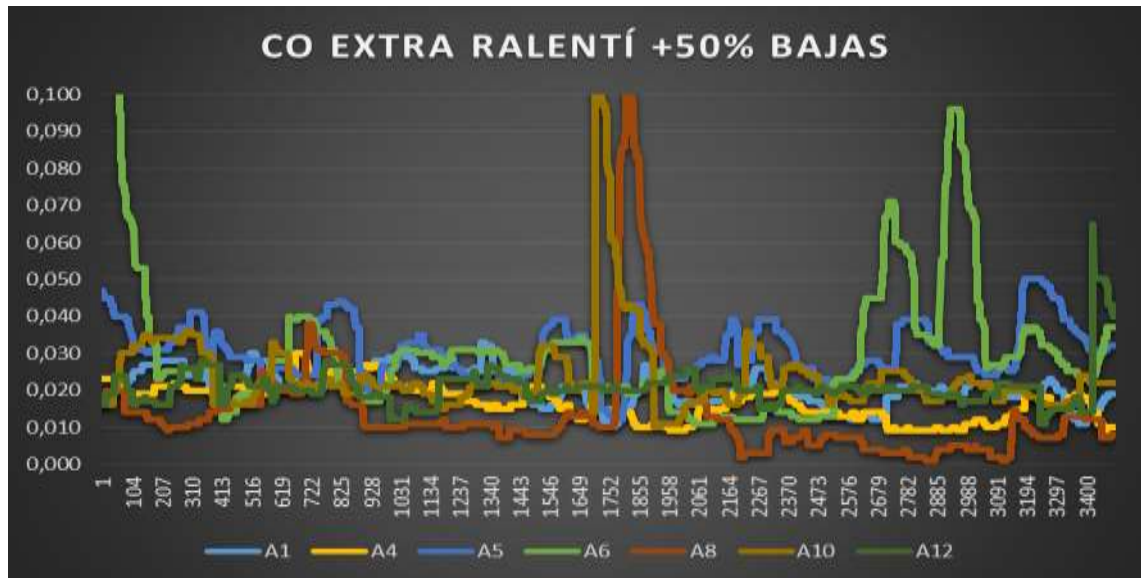
Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gráficas de CO extra ralentí +50%

A continuación, se comparan los valores de CO con la gasolina extra, con la diferencia de que en este caso se aplicó un 50% más de aditivo que el recomendado por el fabricante. De esta manera podemos apreciar si existe alguna clase de variación con respecto a las gráficas anteriores.

Estas gráficas han sido divididas en tres grupos, los cuales abarcan la mitad de aditivos que generan menores emisiones, mientras que la otra mitad son los aditivos que aumentan las mismas. Esto se realiza con el objetivo de apreciar de mejor manera el comportamiento de cada uno de los valores registrados durante las pruebas.

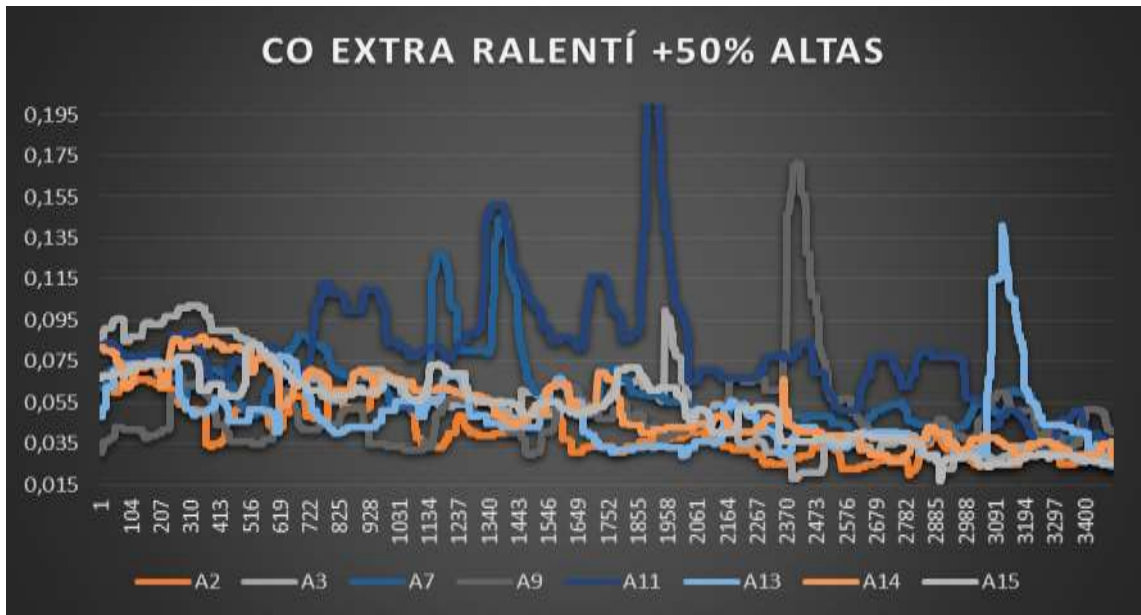
A continuación, se aprecia el primer subgrupo, en el cual se observa que las emisiones en promedio no sobrepasan el 0,05% de CO.



**Gráfico 256-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

En este grupo de valores se puede observar cuales son los aditivos que tienden a elevar los valores de emisiones de CO, aunque ninguno sobrepasa el valor de 1%, el cual es el límite permitido. Podemos observar que existe una gran diferencia con respecto a la gráfica anterior.



**Gráfico 257-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

Por último, la siguiente gráfica permite visualizar cual es el comportamiento general de cada uno de los aditivos; cabe recordar que los valores de cada uno de dichos aditivos es un promedio de las emisiones recolectadas durante las pruebas.



**Gráfico 258-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gráficas de HC extra ralentí +50%

Estas gráficas nos muestran los valores de los Hidrocarburos generados por la gasolina extra con la interacción de los distintos aditivos, y de igual manera resaltaremos los dos aditivos que nos generan los valores más altos al igual que los dos que nos generan los valores más bajos.

En la siguiente gráfica se aprecia al primer grupo de aditivos que nos generaron menos emisiones de HC durante las pruebas. Se dividió en dos grupos y se ajustaron las escalas para poder distinguirlos de mejor manera.

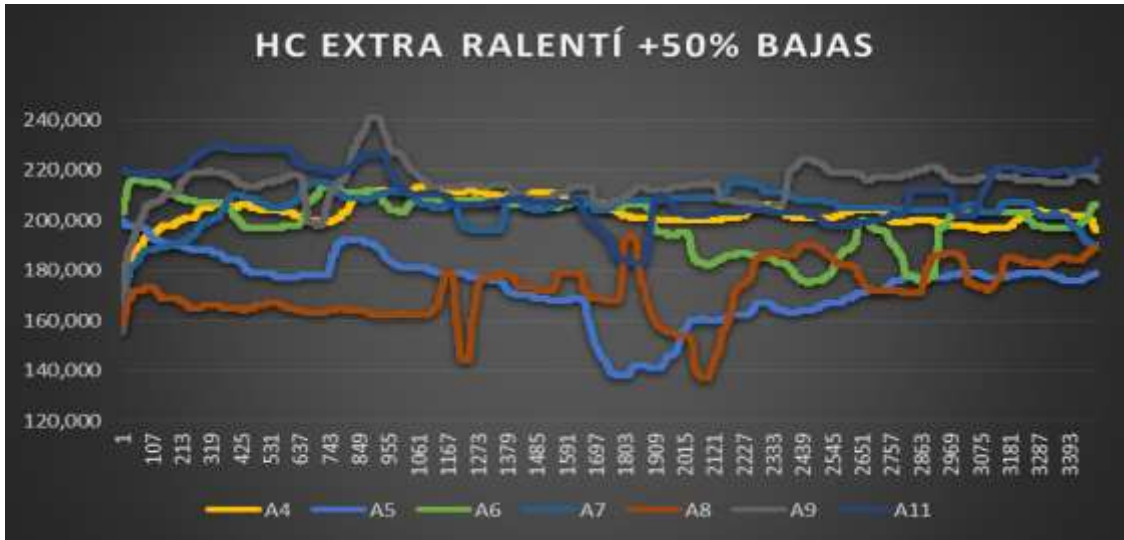


Gráfico 259-3. Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

La siguiente gráfica nos muestra cuales son los aditivos que no sobrepasan los límites permitidos, sino que también los elevan en exceso.

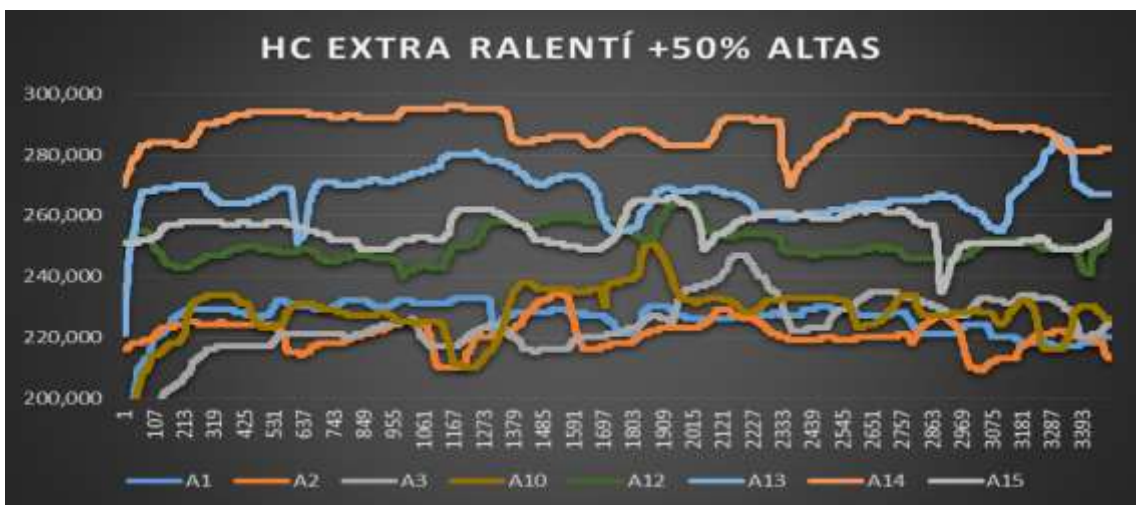


Gráfico 260-3. Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

Por último, en la gráfica que se muestra a continuación, se aprecia en valore promedio de cada uno de los valores recolectados con el uso de aditivos. Aquí se puede observar que la mayoría sigue sobrepasando el límite de emisiones permitido, aunque, sin embargo, hay quienes si muestran un descenso de emisiones considerable.



**Gráfico 261-3.** Recolección y análisis de datos

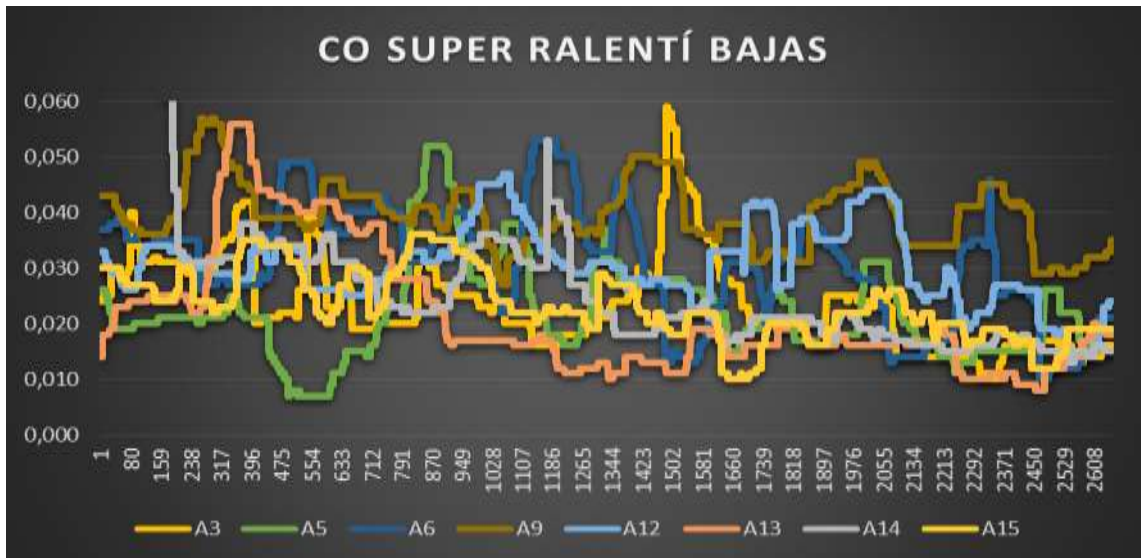
Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gráficas de CO súper ralentí

Continuando con la revisión de las gráficas, seguidamente realizamos la comparación de los valores del Monóxido de carbono con cada uno de los aditivos, pero utilizando como combustible la gasolina denominada súper (92 octanos). A rasgos generales a comparación con las gráficas del Monóxido de carbono generado con la gasolina extra (87 octanos) podemos apreciar que en este caso los valores generados se encuentran por debajo de esta.

De igual manera dividimos en dos grupos a los aditivos utilizados: en la primera parte agrupamos la mitad de aditivos que generaron las emisiones más bajas de todo el conjunto. Se ajustaron las escalas para una mejor visualización de los resultados.

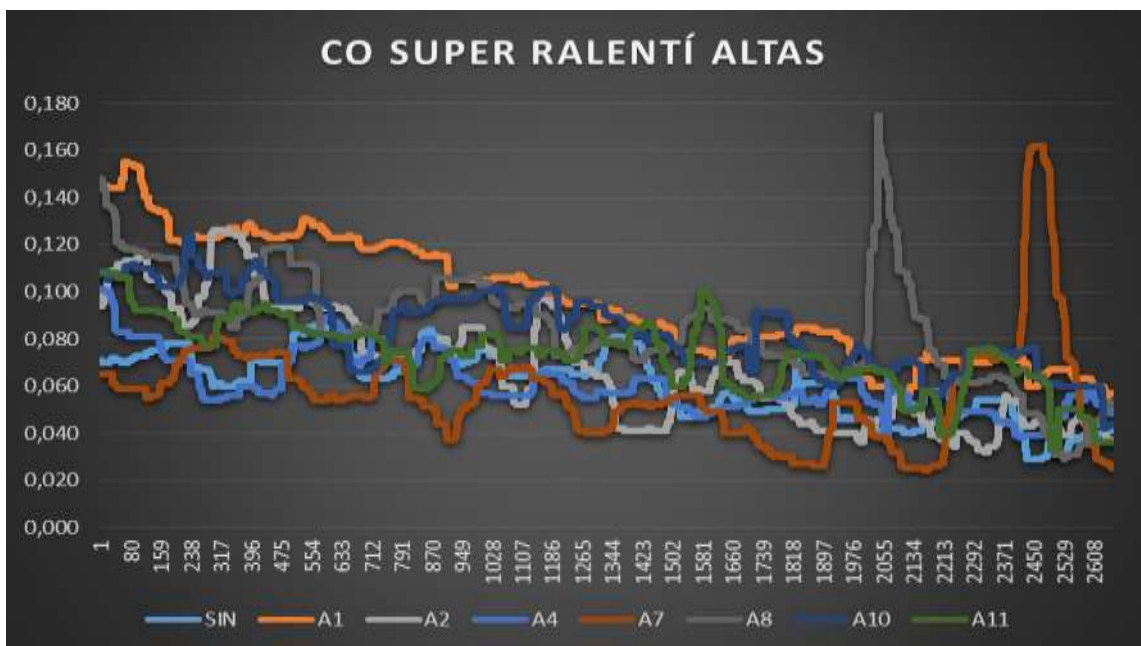




**Gráfico 262-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

En la segunda gráfica de emisiones de CO se observa a la mitad de aditivos que generan un aumento en las emisiones, a pesar de presentar valores más elevados que en la gráfica anterior. Estos siguen estando dentro del rango permitido por la normativa.



**Gráfico 263-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

Para concluir con la comparación de las emisiones de CO de la gasolina súper a un régimen de trabajo mínimo, se observa en la gráfica que los aditivos si tienen incidencia con las emisiones

generadas; se puede apreciar que los resultados promedio si presentan altas diferencias entre unos y otros.



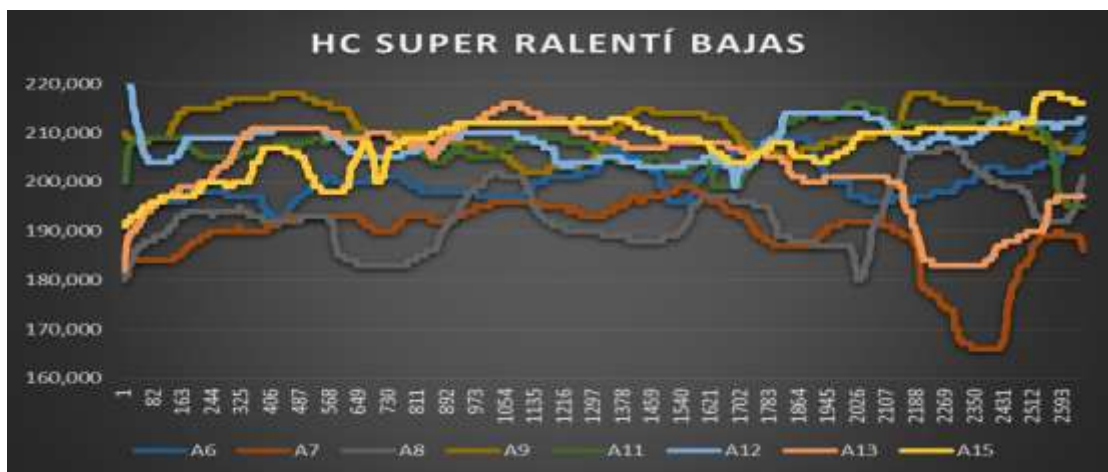
**Gráfico 264-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gráficas de HC súper ralenti

En esta gráfica podemos apreciar la variación que existe entre los niveles de los Hidrocarburos arrojados por cada uno de los aditivos, destacando así mismo los que nos arrojan los valores más elevados y los valores más bajos.

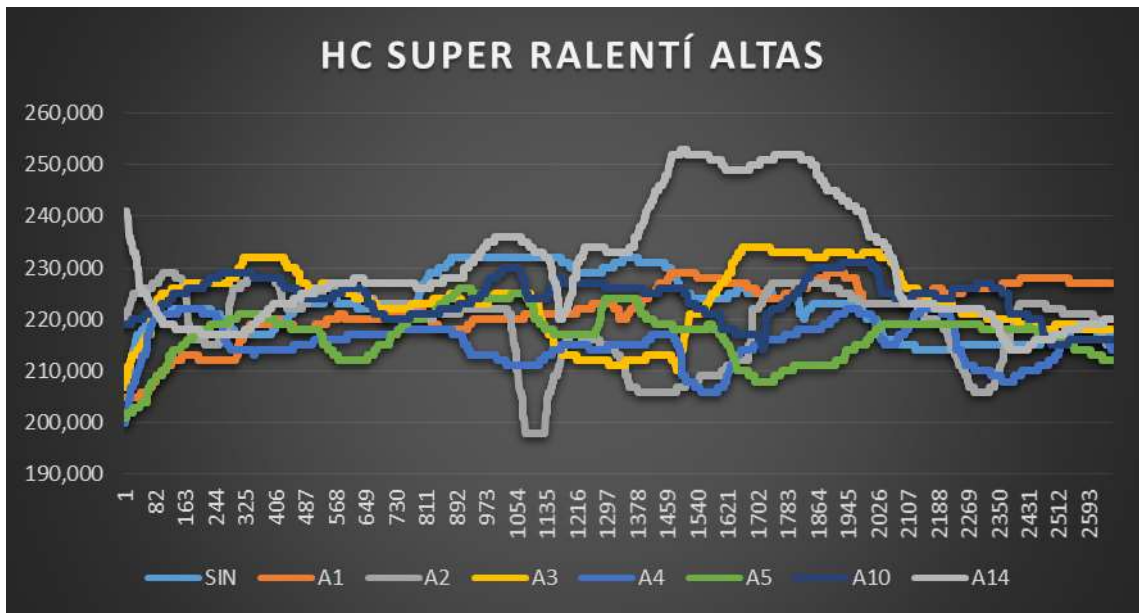
Se observa en la siguiente gráfica un rango de valores que se encuentran entre 180ppm a 220pp. En el primer grupo de aditivos tenemos a los que nos generaron menores emisiones durante las pruebas.



**Gráfico 265-4:** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

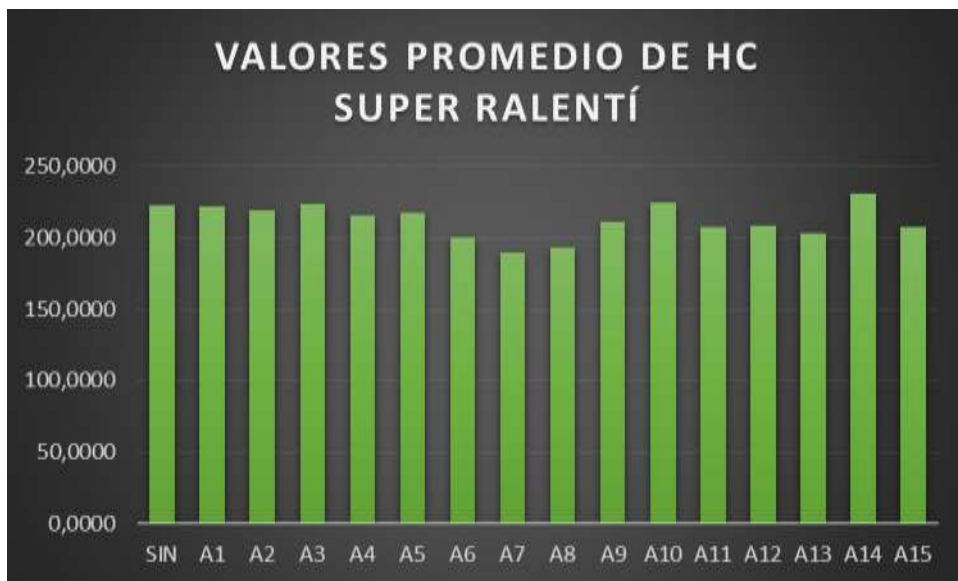
Continuando con el análisis de los resultados, en la siguiente gráfica agrupamos a la mitad de aditivos que presentan los valores más elevados de HC durante la realización de las prácticas.



**Gráfico 266-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

En la gráfica 267-4 se aprecia que, entre el promedio de cada uno de los valores obtenidos en las pruebas no existe gran variación (hay que destacar que las emisiones de HC de la gasolina súper, con respecto a la gasolina extra son más bajas)



**Gráfico 267-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

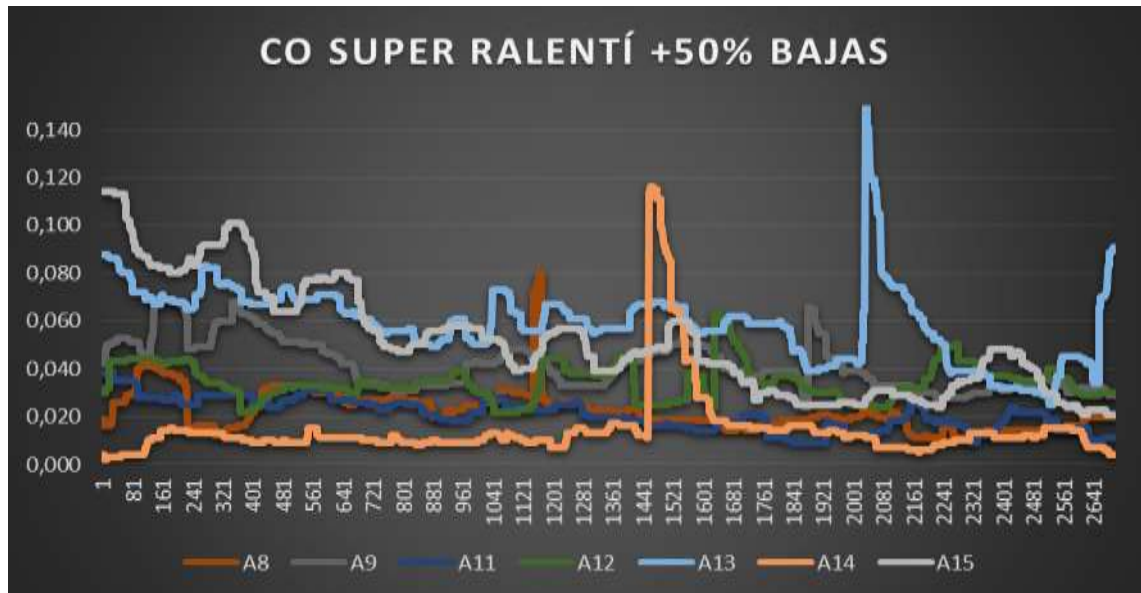


### Gráficas de CO súper ralentí +50%

La siguiente gráfica nos muestra los valores de Monóxido de carbono arrojado por la quema de gasolina en conjunto con los aditivos, así como se realizó con la gasolina extra. También se añadió la cantidad recomendada por el fabricante más el 50% de cada uno de los aditivos, para observar la variación de los valores.

También se dividieron las gráficas en dos grupos, la primera nos muestra a los aditivos que generan mayor cantidad de CO, mientras que la segunda muestra a los que generan los niveles más bajos.

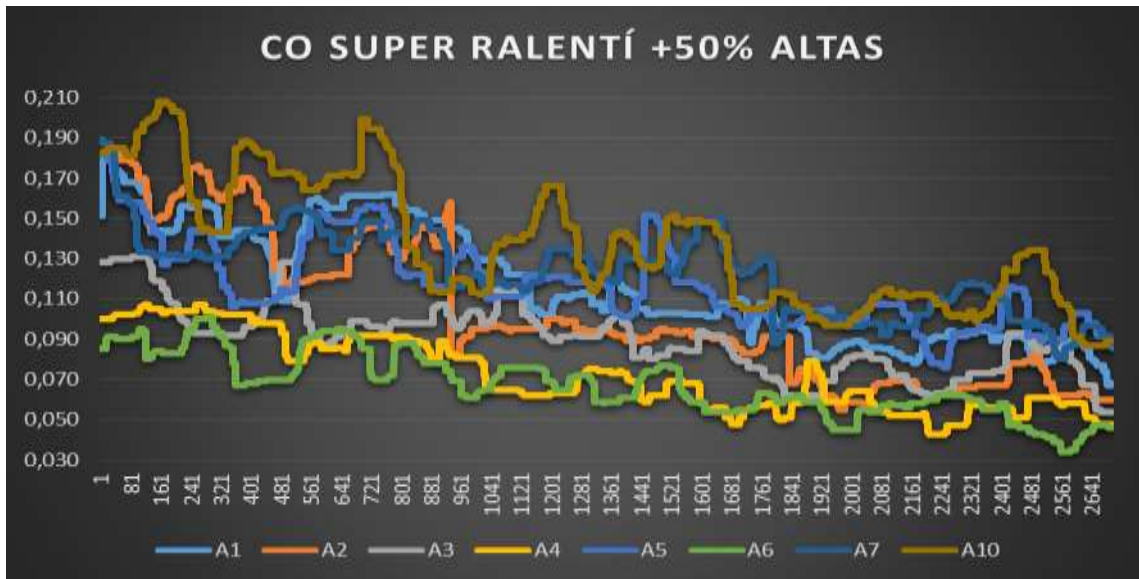
Para una mejor apreciación de los resultados, se procedió a ajustar las escalas. La siguiente gráfica nos permite ver la mitad de aditivos que nos presentan los niveles más bajos con respecto al todo el conjunto de aditivos utilizados.



**Gráfico 268-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

En esta gráfica se observa a la mitad de aditivos utilizados, los cuales nos generan mayores niveles de CO registrados durante las pruebas.



**Gráfico 269-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

Para concluir esta sección, observamos en la siguiente gráfica los valores promedio que genero cada uno de los aditivos utilizados. A pesar de ser valores bajos y que ninguno excede el valor permitido en la normativa, se observa que entre ellos existen grandes diferencias.



**Gráfico 270-3.** Recolección y análisis de datos

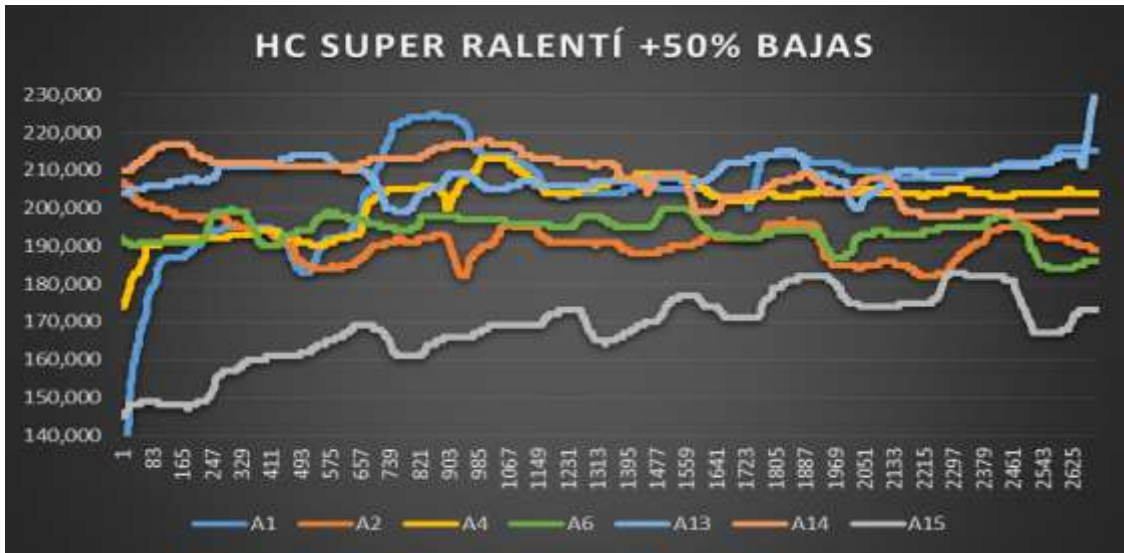
Realizado por: Morocho, José, 2022.

### Gráficas de HC súper ralentí +50%

Estas gráficas nos muestran los valores de los Hidrocarburos generados por la gasolina súper con la interacción de los distintos aditivos, con el incremento del 50% del valor recomendado

por cada uno de los fabricantes de aditivos; de igual manera se resaltan la mitad de aditivos que nos generan los valores más bajos y la mitad que nos generan los valores más altos.

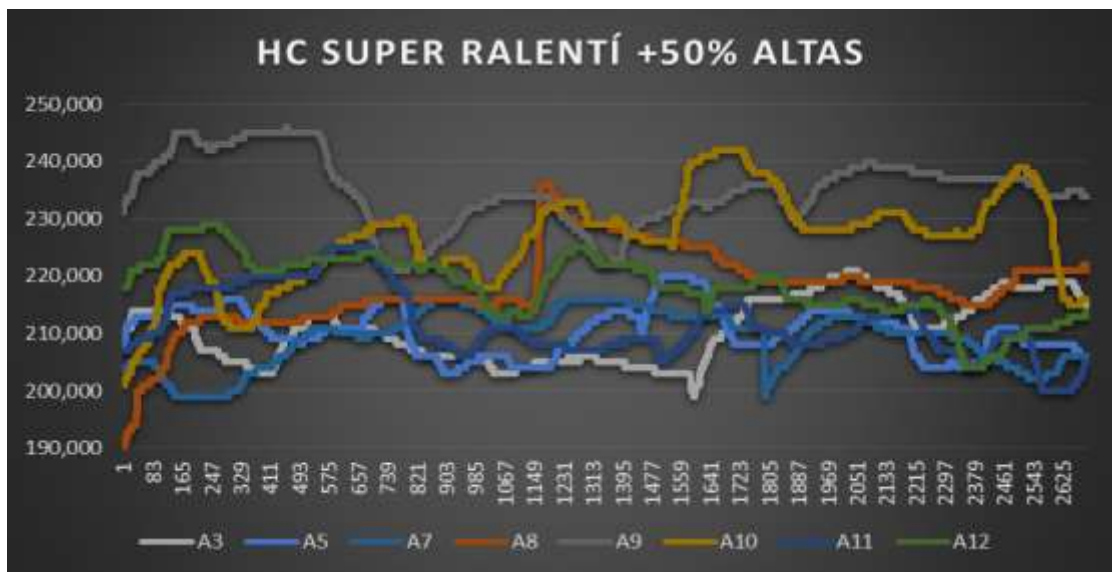
En la siguiente gráfica se aprecia al primer grupo de aditivos que nos generaron menos emisiones de HC durante las pruebas. Las escalas se ajustaron para apreciar de mejor manera el comportamiento de cada una de las emisiones.



**Gráfico 271-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

Esta gráfica recolecta los valores de HC generados con la segunda mitad de aditivos, siendo los valores más altos dentro del conjunto de las pruebas realizadas.



**Gráfico 272-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

Para tener una mejor referencia del comportamiento de las emisiones de HC con la interacción de los aditivos, se realiza la siguiente comparativa, tomando en cuenta el promedio de cada una de las emisiones. Podemos apreciar que existen variaciones entre los valores recolectados durante las pruebas, predominando el valor de emisiones que sobrepasan los 200ppm establecidos en la normativa.



**Gráfico 273-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

### 3.19. Discusión de resultados

A continuación, para el presente estudio reflejamos los resultados obtenidos en la realización de las mediciones de gases de escape a través del uso del analizador de gases MAHA MET 6.3. Así mismo, gracias a la utilización de diversos aditivos se puede conocer como estos inciden en las emisiones generadas por un vehículo a gasolina.

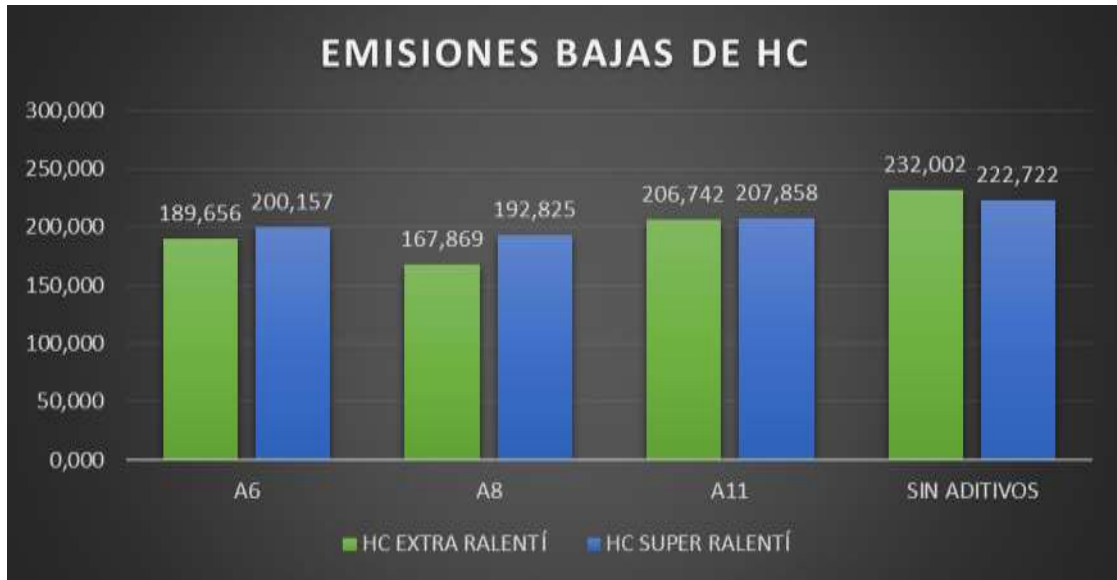
#### **EMISIONES BAJAS DE HC**

En el trabajo realizado, enfocándonos en las gráficas obtenidas respecto a los Hidrocarburos, cabe destacar de manera general los 3 aditivos en común, tanto para la gasolina extra como para la gasolina súper que resaltan al momento de reducir los niveles de emisiones.

En el estudio de Rocha-Hoyos, Tipanluisa, Zambrano y Portilla (2018), se utilizó un aditivo líquido y un aditivo sólido (ambos orgánicos) –en los cuales se observa una disminución de alrededor del 50% de emisiones para cada uno de estos.

Cabe destacar que, en dicho estudio, los valores mostrados de HC son bajos, tanto que no superan los 16ppm. No obstante, pese a ser valores iniciales bajos, se redujeron gracias a la utilización de los aditivos mencionados.

En contraste con el estudio mencionado (Rocha et al., 2018), en el cual solo se utilizaron 2 tipos de aditivos, en el presente estudio destacamos 3 de los 15 aditivos utilizados. Gracias al uso de ciertos aditivos -ya sean orgánicos (o sintéticos como es el caso del presente estudio)- se comprueba que pueden ayudar a la disminución en la producción de hidrocarburos durante la combustión.



**Gráfico 274-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

En una comparativa, siendo indistinto el combustible utilizado y con un régimen de trabajo mínimo, sobresale principalmente al que denominamos como A8: se trata de un mejorador de octanaje. Seguidamente podemos observar los datos recogidos respecto al uso del Limpiador de inyectores de combustible ABRO (A6) y el aditivo SONAX Elevador de octanos (A11). Estos tres aditivos destacan por reducir en mayor medida las emisiones contaminantes en lo que se refiere a los Hidrocarburos.

Tomando como punto de partida los niveles iniciales promedio de HC (232ppm para gasolina extra y 223ppm para gasolina súper -valores sin aditivos-), observamos que, a comparación, la gasolina extra más el aditivo A8, presenta valores menores.

Según los resultados obtenidos en el estudio de Beltrán, podemos observar que los valores iniciales de hidrocarburos sin la utilización de aditivos para la gasolina extra son mayores que los valores obtenidos para la gasolina súper. Cabe destacar que los valores de HC son bajos, teniendo en cuenta que para la gasolina extra el valor de HC es de 8ppm, mientras que para la gasolina súper es de 6ppm.

Asimismo, se puede evidenciar que los niveles de hidrocarburos de la gasolina extra son más elevados que los niveles de hidrocarburos que la gasolina súper en el presente trabajo (tomando en cuenta que el punto de partida es sin la utilización de aditivos).

En lo que se refiere a la gasolina extra, teniendo como valor promedio inicial de 232ppm y gracias al aditivo A8 se reduce a un valor promedio de 168ppm, teniendo como resultado una disminución del 27.59% en sus niveles de contaminación. En cambio, teniendo como valor inicial promedio de 223ppm para la gasolina súper y un valor de 193ppm gracias a la utilización de este aditivo, se obtiene como resultado una disminución del 13.45% de las emisiones.

Así mismo para el aditivo A6, contamos con un valor promedio de 190ppm para la gasolina extra, lo cual nos indica que se redujo en un 18.10%. En cambio, con la gasolina súper tenemos un valor promedio de 200ppm, lo que nos indica una reducción del 10.3%.

Para concluir con el tercer aditivo (A11), se obtiene un valor de emisiones de 207ppm en lo que se refiere a gasolina extra, dándonos como resultado una disminución del 10.78% y una disminución del 6.73% en lo que se refiere a gasolina súper para un valor de 208ppm.

En comparativa (como muestra el presente trabajo), las emisiones de HC bajan (gracias a la utilización de ciertos aditivos). En el estudio de (Montero et al., 2017) también se evidencia esta tendencia: los hidrocarburos pasan de 166ppm a 98ppm. En conclusión, sea cual sea el resultado en el uso de aditivos, estos tienen una incidencia en la variación de los niveles contaminantes.

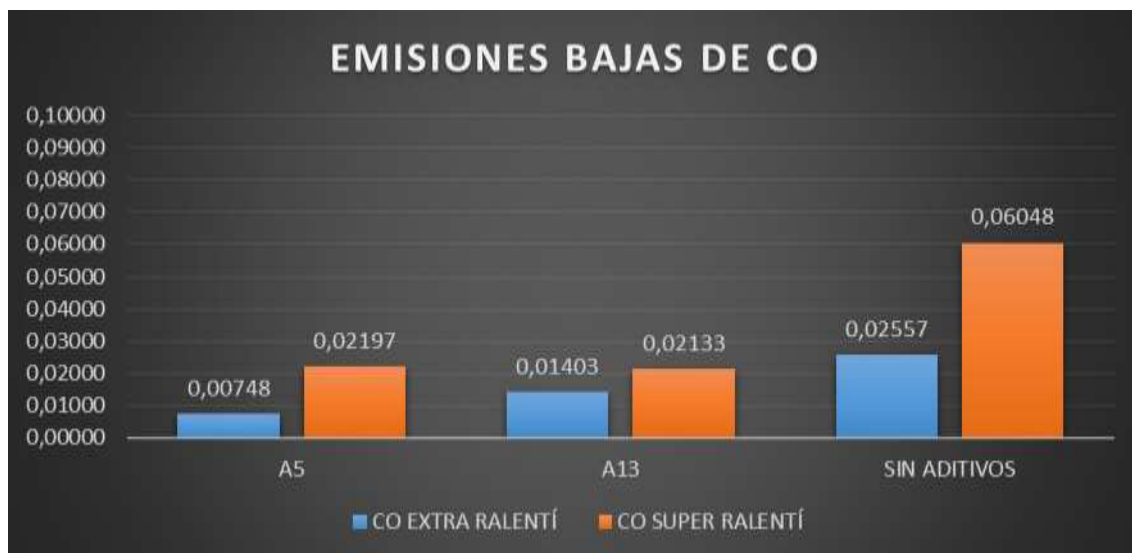
#### **EMISIONES BAJAS DE CO**

En la siguiente comparativa, los valores fueron obtenidos a un régimen de trabajo mínimo, tanto para la gasolina extra como para la súper; sobresale principalmente al que denominamos como A5: se trata de un limpiador de inyectores de gasolina y carburadores (SONAX). Podemos observar también los datos recogidos respecto al elevador de octanaje 9989 Súper Benzin Oktan Plus (A13). Estos dos aditivos destacan por ser los que presentan menores valores de emisiones en lo que respecta a los Monóxidos de Carbono.

Acorde a los resultados del estudio realizado por (Tipanluisa et al., 2017), con respecto a las emisiones contaminantes tomando como principal variable la altura en la cual fueron realizadas las pruebas, también se evidencia que, para los niveles de CO emitidos por la gasolina extra, son menores a los emitidos por la gasolina súper. Dichas pruebas se realizaron a 2860msnm y a 15msnm: los dos fueron menores, aunque a nivel del mar las concentraciones de CO resultan todavía más bajas.

Asimismo, en el presente trabajo se puede evidenciar que los niveles de CO de la gasolina extra son menores en los niveles de hidrocarburos que la gasolina súper (tomando en cuenta que el punto de partida es sin la utilización de aditivos).





**Gráfico 275-3.** Recolección y análisis de datos

**Realizado por:** Morocho, José, 2022.

Como podemos observar en la gráfica, los valores que presentan los dos aditivos (A5, A13) y los valores de las gasolinas sin mezcla de aditivos, están muy por debajo de los establecidos en la normativa NTE INEN 2204:2002.

Según los resultados obtenidos en el estudio de (Llanes et al., 2018), los valores iniciales de CO sin la utilización de aditivos para la gasolina extra, son menores que los valores obtenidos para la gasolina súper. Cabe destacar que para la gasolina extra el valor de CO es de 3.1196 gCO/km, mientras que para la gasolina súper es de 4.8132gCO/km.

Asimismo, en el presente trabajo se puede evidenciar que los niveles de CO de la gasolina extra son menores en los niveles de hidrocarburos que la gasolina súper (tomando en cuenta que el punto de partida es sin la utilización de aditivos).

Tomando como punto de partida los niveles iniciales promedio de CO (0,02557 para gasolina extra y 0,06048 para gasolina súper -valores sin aditivos-), observamos que, a comparación, la gasolina extra más el aditivo A5, presenta valores menores.

En lo que se refiere a la gasolina extra, teniendo como valor promedio inicial de 0,02557 y gracias al aditivo A5 se reduce a un valor promedio de 0,00748, teniendo como resultado una disminución del 70.73% en sus niveles de contaminación. En cambio, teniendo como valor inicial promedio de 0,06048 para la gasolina súper y un valor de 0,02197 gracias a la utilización de este aditivo, se obtiene como resultado una disminución del 63.67% de las emisiones.

Así mismo para el aditivo A13, contamos con un valor promedio de 0,01403 para la gasolina extra, lo cual nos indica que se redujo en un 45.15%. En cambio, con la gasolina súper tenemos un valor promedio de 0,02133, lo que nos indica una reducción del 64.74%.

Se evidencia que gracias a la utilización de aditivos es posible reducir las emisiones de CO. Esto se corrobora el estudio de Rojas y Tigse (2017): gracias al uso de distintos aditivos (cuyos

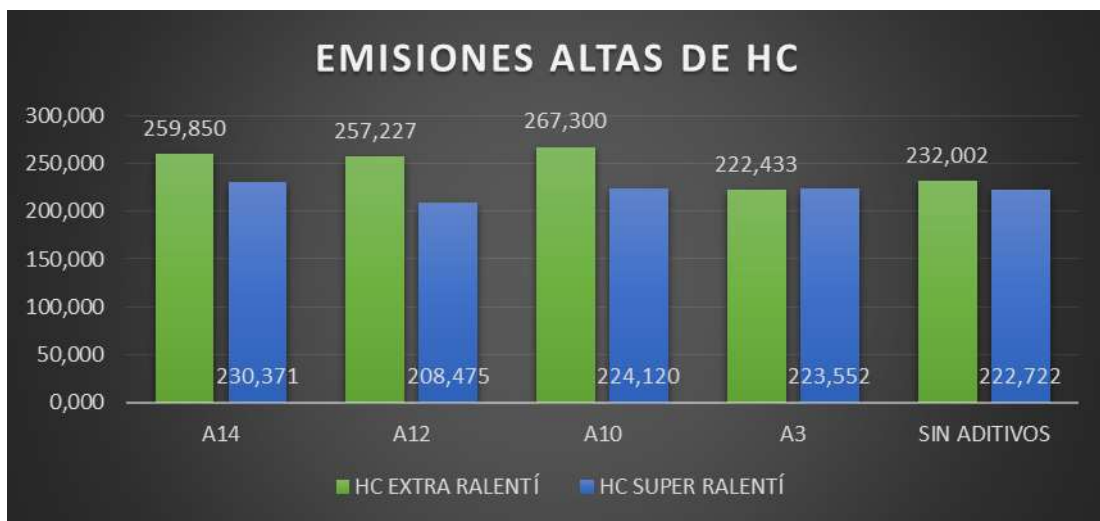
valores fueron inferiores a 0,05%CO) logró la reducción de CO con respecto a los valores sin el uso de dichos aditivos (0,11%CO).

### EMISIONES ALTAS DE HC

En esta sección, a diferencia de la anterior, podemos observar los aditivos que aumentan los niveles en las emisiones de hidrocarburos.

Las emisiones de HC generados por la gasolina extra en el estudio de (Pérez, M 2018) se encuentran por encima de los valores de HC generados por la gasolina súper. Hay que recalcar que este estudio no usa aditivos, aunque se usan como variables los tres tipos de gasolina existentes en el país (extra, súper y eco país); en contraste con el presente trabajo se verifica así que los valores de hidrocarburos generados por la gasolina extra son superiores a los valores generados por la gasolina súper en régimen de trabajo mínimo.

En una comparativa (resultando indiferente el combustible utilizado y a un régimen de trabajo mínimo), sobresale el aditivo elevador de octanaje BARDAHL Octane Booster (denominado A10 tal y como se puede observar en la gráfica). Se puede observar también los datos recogidos respecto al uso del aditivo A14 (LIQUI MOLY Octane Plus, aumentador de octanaje) A12 (CYCLO Octane Boost, elevador de octanaje) y A3 (Motorex Fuel Injector Cleaner, limpiador de inyectores).



**Gráfico 276-3.** Recolección y análisis de datos

**Realizado por:** Morocho, José, 2022.

Estos cuatro aditivos destacan por elevar las emisiones de hidrocarburos con respecto al uso de la gasolina, ya sea extra o súper.

Tomando como punto de partida los niveles iniciales promedio de HC (232ppm para gasolina extra y 223ppm para gasolina súper -valores sin aditivos-), observamos que, a comparación, la gasolina extra más el aditivo A10, presenta valores mayores.



En lo que se refiere a la gasolina extra, teniendo como valor promedio inicial de 232ppm y gracias al aditivo A10, se aumenta a un valor promedio de 267ppm, teniendo como resultado un aumento del 15.21% en sus niveles de contaminación. En cambio, teniendo como valor inicial promedio de 223ppm para la gasolina súper y un valor de 224ppm gracias a la utilización de este aditivo, se obtiene como resultado un aumento del 0.63% de las emisiones.

Para el segundo aditivo (A14), se obtiene un valor de emisiones de 260ppm en lo que se refiere a gasolina extra, dándonos como resultado un aumento del 12% y así mismo un aumento del 3.43% en lo que se refiere a gasolina súper.

Así mismo para el aditivo A12, contamos con un valor promedio de 257ppm para la gasolina extra, lo cual nos indica que aumento en un 10.87 %. En cambio, con la gasolina súper tenemos un valor promedio de 208ppm, en este caso para la gasolina súper tenemos que este aditivo no eleva el valor de HC, sino que los disminuye con respecto al valor inicial sin aditivos.

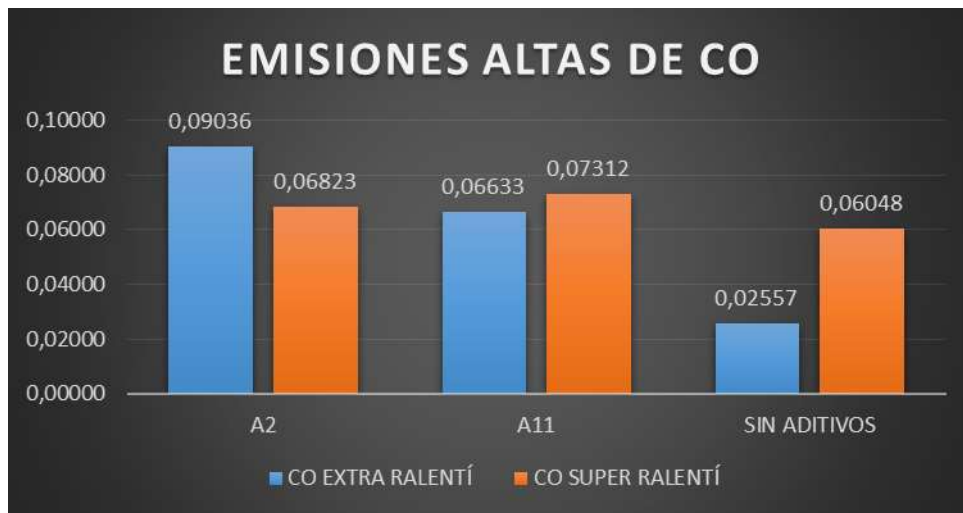
En lo que concierne al aditivo A3, contamos con un valor promedio de 224ppm para la gasolina súper, lo que nos indica un aumento del 0.37% en sus emisiones, mientras que para la parte de la gasolina extra evidenciamos una disminución de los niveles de HC.

La tendencia de la industria automotriz en lo que se refiere a emisiones contaminantes es tratar de reducirlas. Acorde al estudio realizado por Núñez (2018), se evidencia que en el parque automotor (teniendo en cuenta el año del vehículo vs las emisiones contaminantes) existe la tendencia de que, según el año del vehículo, si este aumenta, los niveles de HC disminuyen (este genera menores emisiones contaminantes). Por ejemplo: según el estudio de Nuñez (2018) un vehículo del año 1985 genera alrededor de 1100 ppm, mientras que un vehículo del año 2018 genera alrededor de 200 ppm).

Cabe añadir que, ya sea por la implementación de sistemas de tratamiento postcombustión o bien por la utilización de distintos aditivos, el objetivo es reducir en mayor medida las emisiones contaminantes generadas por el vehículo.

### **EMISIONES ALTAS DE CO**

En una comparativa (tanto para la gasolina extra como para la gasolina súper) los dos a un régimen de trabajo mínimo (ralentí) como se puede apreciar en la gráfica, destacamos dos de los aditivos utilizados, ya que estos exceden los niveles de emisiones obtenidos inicialmente sin la utilización de ningún aditivo.



**Gráfico 277-3.** Recolección y análisis de datos

Realizado por: Morocho, José, 2022.

Sobresale el aditivo A2 (elevador de octanaje Limpiador de inyectores y carburador) tal y como se puede observar en la gráfica). Se puede observar también los datos recogidos respecto al uso del aditivo A11 (SONAX Elevador de octanos).

Estos dos aditivos destacan por elevar las emisiones de monóxidos de carbono con respecto al uso de la gasolina, ya sea extra o súper (además de sobrepasar las emisiones de CO sin el uso de ningún aditivo, observable también en la gráfica).

Tomando como punto de partida los niveles iniciales promedio de CO (0,02557 para gasolina extra y 0,06048 para gasolina súper -valores sin aditivos-), observamos que, a comparación, la gasolina extra más el aditivo A2, presenta valores menores.

En lo que se refiere a la gasolina extra, teniendo como valor promedio inicial de 0,02557 y gracias al aditivo A2, aumenta a un valor promedio de 0,09036, teniendo como resultado un aumento del 253.4% en sus niveles de contaminación. En cambio, teniendo como valor inicial promedio de 0,06048 para la gasolina súper y un valor de 0,06823 gracias a la utilización de este aditivo, se obtiene como resultado un aumento del 12.82% de las emisiones.

Así mismo para el aditivo A11, contamos con un valor promedio de 0,06633 para la gasolina extra, lo cual nos indica que aumento en un 159.39%. En cambio, con la gasolina súper tenemos un valor promedio de 0,07312, lo que nos indica un aumento del 20.9% en sus emisiones.

## CONCLUSIONES

- Se logró determinar qué efectos producen los aditivos, potenciadores y elevadores de octanaje en las emisiones de un motor a gasolina, mediante la utilización del analizador de gases MAHA MET 6.3, tomando como referencia los valores establecidos en la Norma INEN 2 204:2002. Gracias a la comparación entre las distintas pruebas realizadas se pudo apreciar que estos aditivos si generan variaciones en los gases contaminantes producidos por la combustión de la gasolina, ya sea que los eleven o disminuyan según sea el caso, entre los aditivos que elevaban la cantidad de contaminantes encontramos al grupo clasificado como elevadores de octanaje, mientras que, por otro lado, los llamados “aditivos limpiadores” generaban una disminución de gases contaminantes, principalmente en los Hidrocarburos. Los Monóxidos de carbono también presentaron ciertas variaciones, pero en ninguno de los casos sobrepasaron los niveles máximos permitidos.
- Se pudieron identificar los componentes de la mayoría de los aditivos, aunque en ciertos casos dichos aditivos no presentan ficha técnica u otro documento en donde nos especifique que tipo de componentes se encuentran en cada uno de ellos. Al ser amplia la cantidad de compuestos presentes en cada uno de los aditivos, nos enfocamos en los que generaron mayor cantidad de Hidrocarburos durante la combustión, y de igual manera en los que hicieron que los Hidrocarburos se redujeran. Entre los compuestos que generan la mayor variación de los niveles de Hidrocarburos en las emisiones tenemos al Metilciclopentadienil Manganeso Tricarbonil (MMT), cuya función principal es mejorar el octanaje de la gasolina; el uso de este componente está asociado a efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente. Los cloroalcanos de cadena corta (C10-13) no son fácilmente biodegradables y son bioacumulativos, por lo que permanecen durante mucho tiempo en el ambiente, llegando a afectar a la fauna y flora del lugar. Además, todos los alcanos y cicloalcanos pueden absorber radiación en el infrarrojo, los cuales provocan el EFECTO INVERNADERO.
- La selección del vehículo jugó un papel importante para la realización de las pruebas programadas. Dicho vehículo en conjunto con sus sistemas, se encontraba en óptimas condiciones de funcionamiento a la hora de la toma de datos, ayudando así a que no existieran posteriormente datos erróneos o con muchas variaciones. Por ello, fue preciso contar con un vehículo sin desperfectos, y de igual manera que con el analizador de gases, el cual se encontraba previamente calibrado y perfectamente funcional. Estos dos aspectos fueron clave a la hora de adquirir los valores de los gases generados por el motor a gasolina (dado que cualquier falla, ya sea en el vehículo o en el analizador de gases podría haber causado errores en la lectura de los gases).
- A parte de estudiarse la incidencia de 9 diferentes tipos de aditivos propuestos inicialmente se incrementaron unos cuantos más, es decir se llegó realizar las pruebas con un total de 15,

para tener más variables de estudio y de esta manera más resultados y conocimientos sobre el tema; cabe añadir que asimismo se realizaron variaciones en las cantidades recomendadas por el fabricante de cada uno de los aditivos para saber si la cantidad de aditivo vertida en el combustible tenía repercusiones en las emisiones de escape; efectivamente la dosificación de cada aditivo produce variaciones en las emisiones, además de que el tipo de combustible utilizado durante las pruebas genera variaciones en los datos obtenidos.

– Gracias al analizador de gases se pudieron obtener todos y cada uno de los valores de gases como son HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> durante las distintas pruebas, pero al tratarse de una gran cantidad de datos, solamente nos enfocamos en las concentraciones de Hidrocarburos (HC) y Monóxido de carbono (CO), ya que en la Norma INEN 2 204:2002 para las pruebas estáticas solamente tenemos valores referenciales de estos dos gases, además de existir variaciones de los niveles de los gases de escape. Por ello, resaltamos tan solo los aditivos que hacen que estos gases disminuyan o se eleven después de la combustión.

## RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar la limpieza de la sonda antes y después de cada prueba, ya que pueden quedarse alojados residuos de las pruebas anteriores. Así mismo debemos tener presente que durante la emisión de gases existe humedad propia de la transformación catalítica que se da en el vehículo, la cual puede dañar el analizador de gases; por eso también se recomienda colocar uno o dos filtros para evitar que la humedad llegue a los componentes internos del analizador.
- Se recomienda calentar el vehículo antes de comenzar las pruebas (teniendo además en cuenta la Norma INEN 2204:2002 ya que nos indica el tiempo estimado o la temperatura que debe alcanzar el motor antes de realizar la toma de datos). Para tener una mayor fiabilidad en la toma de datos se esperó que el electro ventilador complete de dos a tres ciclos de conducción, es decir se esperó a que el electro ventilador se encienda y apague por sí solo de dos a tres veces.
- También debemos tener en cuenta, sobre todo, que después de cada prueba realizada siempre tendremos residuos de combustible, y por ende también es recomendable limpiar los conductos del combustible. En este caso se utilizó un compresor para retirar los sobrantes de gasolina, además de dejar que el vehículo queme alrededor de unos 15 minutos la nueva mezcla. Así los gases de escape se encontrarán libres de los residuos anteriores.
- Debemos asegurarnos de tener equipo de protección a la mano, en este caso un extintor de incendios y ropa de trabajo, ya que, al manipular directamente el combustible y los aditivos, estos podrían derramarse y provocar algún incidente; al tratarse de un depósito de gasolina exterior resulta de mucha importancia tener los cuidados necesarios para que este no se auto inflame o los vapores generen daños en el usuario.
- Se recomienda tener ya preparados los aditivos y sus respectivas dosificaciones para evitar algún tipo de confusión o retrasos en las pruebas, así como los instrumentos adecuados para la medición, tanto de combustible como de los distintos aditivos.
- Para futuros estudios sería recomendable asegurarse de que los aditivos a ser utilizados no dañen los sistemas del vehículo, en especial el catalizador, ya que, en el transcurso de aproximadamente seis meses, se presentaron problemas en el sensor de oxígeno que va después del catalizador. Pudo ser una coincidencia o realmente el uso continuo de diversos aditivos genero repercusiones en este sistema.
- Para finalizar, es necesario destacar que en el país no existe un control regulado acerca de la venta de estos aditivos (los cuales en cierta forma ayudan a mitigar determinados gases contaminantes, pero de igual manera hay otros que los elevan). Por ende, se deberían establecer normativas que nos ayuden a controlar que su venta y su uso para de esta manera mitigar al menos parte las emisiones producidas por los automotores.

## BIBLIOGRAFÍA

**ANTAMBA, J. et al.** *Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1 utilizando gasolina de la Comunidad Andina.* Enfoque ute, v.7-n.3, sep.2016, pp.110 – 119. Versión online Recuperado de: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v7n3/1390-6542-enfoqueute-7-03-00110.pdf>

**BALDEÓN, G. et al.** *Anuario AEDE.* Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. Recuperado de: [https://www.aeade.net/sdm\\_downloads/anuario-2019/](https://www.aeade.net/sdm_downloads/anuario-2019/)

**BELTRÁN, J.** *Jerarquías normativas y dinámica de los sistemas jurídicos.* Marcial Pons. Recuperado de: <https://www.marcialpons.es/media/pdf/9788497688581.pdf>

**BLUMBERG, K. et al.** *Gasolina y diésel de bajo azufre: la clave para disminuir las emisiones vehiculares.* Fundación Hewlett. Recuperado de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&vv>

**BOLUDA, C. ET AL.** *La complejidad química de las gasolinas de automoción.* *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones*, 2(2), 51-79. Recuperado de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&CT>

**BOSCH A.** *Sistemas de Inyección Electrónica.* 2019. Recuperado de: [https://www.google.com/url?sa=t&rc=963.pdf&usg=AOvVaw1oqYpWbvPH\\_os9wkufGjxd](https://www.google.com/url?sa=t&rc=963.pdf&usg=AOvVaw1oqYpWbvPH_os9wkufGjxd)

**COSTAS, J.** *Como conseguir hidrógeno del aire.* Motor.es. 2019. Recuperado de: <https://www.motor.es/noticias/como-conseguir-hidrogeno-del-aire-201954494.html>

**ECHEVERRI, C.** *Contaminación atmosférica.* Bogotá, Colombia. Ediciones de la U. Recuperado de: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/127067?prev=bf>

**GARCIA, A.** *Análisis teórico práctico y comparación en el tiempo para determinar el rendimiento de un convertidor catalítico de tres vías implementado en un vehículo público que utiliza gasolina extra en el D.M.Q.* Trabajo previo a la obtención del título de ingeniero automotriz. Universidad Tecnológica Equinoccial. Recuperado de: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14025/1/63033\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14025/1/63033_1.pdf)

**GARCÍA J.** *Determinación de aditivos oxigenados en gasolinas mexicanas por cromatografía de gases-espectrometría de masas.* *Revista de la Sociedad Química de México*, 44(3), 237-242. Recuperado de: [www.scielo.org.mx/pdf/rsqm/v44n3/v44n3a12.pdf](http://www.scielo.org.mx/pdf/rsqm/v44n3/v44n3a12.pdf)

**GARÍN, A.** *Diseño e implementación de un analizador de gases para automóviles.* Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Electrónica. Informe de Proyecto de Graduación para optar por el título de Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Electrónica [486]. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10399>

**GUILLAUMIN, G.** *El naturalismo normativo y sus problemas (normativos).* Departamento de Filosofía, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Sig. Fil vol.10 no.20 México jul./dic. 2008. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-13242008000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-13242008000200005)

**LANDÁZURI, H.** *El medio ambiente en el Ecuador.* Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Flacso Sede Quito. Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales ILDIS. Recuperado de: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/44216.pdf>

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.** “*Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o “ralentí”. Prueba estática*” Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. Quito-Ecuador. Recuperado de: **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.**

**NUÑEZ, C.** *Estudio de emisiones de gases en vehículos a gasolina en la universidad técnica de Ambato campus Huachi.* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de ingeniería civil y mecánica. Carrera de ingeniería mecánica. Recuperado de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&vfx>

**PALENCIA F.** *Influencia de los aditivos oxigenados sobre las propiedades de las gasolinas.* Máster universitario en ingeniería energética. Departamento de energía. Universidad de Oviedo. Compañía. Logística de Hidrocarburos (CLH). Universidad de Oviedo. EP de ingeniería de Gijón. ETS de ingenieros de minas de Oviedo. Recuperado de: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/27919/TFMFranciscoDanielPalenciaPr oteg.pdf;jsessionid=D3F7BC472C703654E56F011B19716585?sequence=3>

**PAVEZ I.** *Jóvenes universitarios y medio ambiente en Chile: percepciones y comportamientos.* Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 14 (2), pp. 1435-1449. Recuperado de: [https://www.Fv14n2a38.pdf&usg=AOvVaw0m2WcJZasDfDB5C9G\\_afkt](https://www.Fv14n2a38.pdf&usg=AOvVaw0m2WcJZasDfDB5C9G_afkt)

**PÉREZ M. Y GÓNIMA, L.** *El contenido del vapor de agua de la atmósfera como indicador del calentamiento global en una zona del Caribe de Colombia.* Geographical Letters págs. 477-495. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4847435>

**ROCHA, J.** *Análisis del funcionamiento del motor de encendido provocado, debido a la presencia de aditivos.* Tesis previa a la obtención del grado de master (MSc) en sistemas automotrices. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Mecánica. Quito. Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9120/1/CD-6074.pdf>

**RODRÍGUEZ A.** *Contaminación del Aire y Justicia Ambiental en Quito, Ecuador.* Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science <http://periodicos.unievangelica.edu.br/fronteiras/> v.8, n.3, set.-dez. 2019; p. 13-46. Recuperado de: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/3437/2682>

**ROJAS, T.** *Estudio de las emisiones de gases en vehículos a gasolina utilizando aditivos locales.* Artículo de investigación para la obtención del título de ingeniería mecánica automotriz. Recuperado de: <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1944>

**TIPANLUISA M et al.** *Emisiones contaminantes de un motor de gasolina funcionando a dos cotes con combustible de dos calidades.* Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n1/art02.pdf>