



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO**

**AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TEMA:**

**“DETERMINACIÓN DE CONDICIONES DE ARRANQUE EN  
FRÍO PARA VEHÍCULOS EN ECUADOR”**

**AUTORES: CRISTIAN ALEXANDER AYALA CARRERA**

**EITHON OMAR PADILLA PÁEZ**

**DIRECTOR: ING. FERNANDO RENATO RAMÍREZ PAREDES, PHD.**

**IBARRA, 2023**

## CERTIFICADO

### ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Concejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

### CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es “DETERMINACIÓN DE CONDICIONES DE ARRANQUE EN FRÍO PARA VEHÍCULOS EN ECUADOR” presentado por el señor Ayala Carrera Cristian Alexander con número de cédula 1004231765 y el señor Padilla Páez Eithon Omar con número de cédula 1003943238, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 6 días del mes de Julio del 2023.

Atentamente



Ing. Fernando Ramirez, PID

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004231765		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ayala Carrera Cristian Alexander		
DIRECCIÓN:	Calixto Miranda 2-111 y Av. Teodoro Gómez de la Torre		
EMAIL:	caayalac@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-	TELÉFONO MÓVIL:	0979253586

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Determinación de condiciones de arranque en frío para vehículos en Ecuador"
AUTOR (ES):	Ayala Carrera Cristian Alexander; Padilla Páez Eithon Omar
FECHA: DD/MM/AAAA	13/07/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Fernando Ramírez, PhD

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de Julio de 2023

EL AUTOR:

Ayala Carrera Cristian Alexander



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003943238		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Padilla Páez Eithon Omar		
DIRECCIÓN:	Calle 2 de Marzo y Calle Atahualpa. Atuntaqui		
EMAIL:	eopadillap@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062908393	TELÉFONO MÓVIL:	0969495788

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Determinación de condiciones de arranque en frío para vehículos en Ecuador"
AUTOR (ES):	Ayala Carrera Cristian Alexander; Padilla Páez Eithon Omar
FECHA: DD/MM/AAAA	13/07/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Fernando Ramírez, PhD

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de Julio de 2023

EL AUTOR:

Padilla Páez Eithon Omar

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Fernando y Viviana por ser la motivación durante todo el trayecto de mi carrera universitaria, a mi hermana Pamela quien ha sido mi apoyo incondicional y mi soporte en los momentos de flaqueza.

A mi pareja Andrea, a mis amigos y todos aquellos que estuvieron en cada paso que conlleva el lograr la meta de una carrera profesional.

*AYALA CRISTIAN*

Con inmenso amor y gratitud, dedico este logro a los pilares de mi vida. Mi padre Cruz, tu sabiduría y perseverancia han sido mi inspiración constante, enseñándome el valor incalculable del esfuerzo y la dedicación. Mi madre Alexandra, tu amor inmenso y paciencia infinita han sido mi refugio en cada paso del camino.

En este momento significativo, quiero expresar mi profundo agradecimiento por su inquebrantable fe en mis capacidades y los sacrificios que han hecho para que pueda alcanzar este hito académico. Vuestra confianza inquebrantable me ha impulsado a superar desafíos y a nunca dudar de mi potencial. Cada palabra de aliento y gesto de apoyo me han fortalecido y motivado en los momentos de adversidad. Este logro es tan vuestro como mío, ya que, sin su guía y aliento constante, no habría llegado tan lejos.

*PADILLA EITHON*

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y hermana por ser el pilar fundamental en este camino, por ser comprensivos, por apoyarme todo este camino y luchar día a día para permitirme lograr la meta de una carrera profesional.

A la Universidad Técnica del Norte por haberme permitido mi formación como profesional ético en la ilustre carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, mediante su infraestructura, equipos y personal de calidad que trabajan de manera ardua para formar profesionales capacitados.

Al Dr Fernando Ramírez, director de este trabajo de grado. Ha sido una pieza fundamental con su compromiso, motivación y aporte de conocimiento en todo el desarrollo del mismo. De igual manera al ingeniero Luis Garzón, por su compromiso y conocimiento prestado para el desarrollo de este trabajo de grado.

***AYALA CRISTIAN***

## **AGRADECIMIENTO**

A mis queridos padres y hermanos, gracias por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi fuente inagotable de motivación. Su confianza en mí ha sido la fuerza que me impulsó a superar obstáculos y perseguir mis sueños. Sin su amor y respaldo, este logro no sería posible.

A la Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos y desarrollarme como profesional en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, ya que cada clase, cada proyecto y cada desafío que enfrenté en este entorno académico contribuyeron a mi crecimiento y aprendizaje.

Al Dr. Fernando Ramírez como director de este trabajo de grado y al Ing. Andrés Garzón por su compromiso con mi formación académica ha sido fundamental para mi desarrollo como profesional. Agradezco su paciencia, su orientación y su dedicación en cada etapa de mi investigación. Sus conocimientos y experiencia han enriquecido mi trabajo y me han guiado hacia la excelencia. Estoy profundamente agradecido por su influencia en mi formación profesional.

***PADILLA EITHON***

## ÌNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>1</b>
<b>REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b> Objetivos	<b>1</b>
<b>1.1.1</b> Objetivo General	<b>1</b>
<b>1.1.2</b> Objetivos Específicos	<b>1</b>
<b>1.2</b> Justificación	<b>1</b>
<b>1.3</b> Alcance	<b>2</b>
<b>1.4</b> Antecedentes	<b>3</b>
<b>1.5</b> Motor De Encendido Provocado (Mep)	<b>5</b>
<b>1.6</b> Refrigeración	<b>7</b>
<b>1.6.1</b> Refrigeración Líquida	<b>7</b>
<b>1.6.2</b> Refrigeración Por Aire	<b>7</b>
<b>1.6.3</b> Refrigerante	<b>8</b>
<b>1.6.4</b> Composición Del Refrigerante	<b>8</b>
<b>1.7</b> Canister	<b>8</b>
<b>1.7.1</b> Funcionamiento A Motor Parado	<b>9</b>
<b>1.7.2</b> Funcionamiento En Marcha	<b>9</b>
<b>1.8</b> Válvula De Recirculación De Gases	<b>9</b>
<b>1.9</b> Tribología	<b>10</b>
<b>1.9.1</b> Etapa Improductiva O Asentamiento Del Mecanismo	<b>11</b>
<b>1.9.2</b> Etapa Productiva O Vida A La Fatiga Del Mecanismo	<b>11</b>
<b>1.9.3</b> Etapa Final O Remanente Del Mecanismo	<b>12</b>
<b>1.10</b> Lubricantes	<b>13</b>
<b>1.10.1</b> Lubricación Hidrodinámica	<b>14</b>
<b>1.10.2</b> Lubricación Elastohidrodinámica (Ehl)	<b>14</b>
<b>1.10.3</b> Lubricantes En Frío	<b>15</b>
<b>1.10.4</b> Lubricantes En Caliente	<b>15</b>
<b>1.11</b> Combustible Extra	<b>16</b>
<b>1.11.1</b> Propiedades Físicoquímicas Del Combustible	<b>16</b>

1.11.2	Presión De Vapor Reid (Rvp)	16
1.11.3	Octanaje	17
1.11.4	Normativa De Combustible	18
1.12	Emisiones	21
1.12.1	Emisiones Evaporativas.	22
1.12.2	Emisiones En Ecuador	23
1.12.3	Normativa Api	25
<b>CAPÍTULO II</b>		<b>27</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b>		<b>27</b>
2.1	Tipo De Metodología	27
2.1.1	Método Documental	27
2.1.2	Método Analítico	28
2.1.3	Método Experimental	28
2.2	Metodología A Utilizar	28
2.3	Materiales Y Equipos	29
2.3.1	Equipos	29
2.3.2	Herramientas	34
2.3.3	Marcas Y Modelos De Vehículos Empleados	34
2.3.4	Procesos Metodológicos	38
<b>CAPITULO III</b>		<b>41</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		<b>41</b>
3.1	Toma De Datos Vehículo Spark Gt 2019 (1.21)	43
3.1.1	Fase 1	44
3.1.2	Fase 2	45
3.1.3	Fase 3	47
3.1.4	Fase 4	48
3.1.5	Comparativa De Resultados De Las Fases En El Vehículo Chevrolet Spark Gt 2009	50
3.2	Toma De Datos Vehículo Corsa Evolution 2007 (1.41)	51
3.2.1	Fase 1	52
3.2.2	Fase 2	54
3.2.3	Fase 3	55
3.2.4	Fase 4	57
3.2.5	Comparativa De Resultados De Las Fases En Vehículo Chevrolet Corsa Evolution 2007	58
3.3	Toma De Datos Vehículo Kia Picanto Lx 2005 (1.11)	60
3.3.1	Fase 1	60

3.3.2	Fase 2	62
3.3.3	Fase 3	63
3.3.4	Fase 4	65
3.3.5	Comparativa De Resultados De Las Fases En Vehículo Kia Picanto Lx 2005	66
3.4	Comparativa Entre Los Vehículos En Las Diferentes Fases.	68
3.5	Cronometrado De Tiempo De Estado Transitorio Para Cada Fase Hasta Que El Sistema Alcance Su Temperatura Óptima De Trabajo.	75
<b>CAPITULO IV</b>		<b>78</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>78</b>
	Conclusiones	78
	Recomendaciones	79
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>80</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>85</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b> Herramientas Utilizadas	<b>34</b>
<b>Tabla 2.2</b> Vehículos Seleccionados	<b>34</b>
<b>Tabla 2.3</b> Spark GT	<b>35</b>
<b>Tabla 2.4</b> Corsa Evolution 2007	<b>36</b>
<b>Tabla 2.5</b> Kia Picanto Lx 2005	<b>37</b>
<b>Tabla 3.1</b> Resultados De Fase 1	<b>45</b>
<b>Tabla 3.2</b> Resultados De Fase 2	<b>46</b>
<b>Tabla 3.3</b> Resultados De Fase 3	<b>48</b>
<b>Tabla 3.4</b> Resultados De Fase 4	<b>49</b>
<b>Tabla 3.5</b> Tabla De Resultados Vehículo Chevrolet Spark GT 2009	<b>50</b>
<b>Tabla 3.6</b> Resultados De Fase 1	<b>53</b>
<b>Tabla 3.7</b> Resultados De Fase 2	<b>55</b>
<b>Tabla 3.8</b> Resultados De Fase 3	<b>56</b>
<b>Tabla 3.9</b> Resultados De Fase 4	<b>58</b>
<b>Tabla 3.10</b> Tabla De Resultados Vehículo Corsa Evolution 2007	<b>58</b>
<b>Tabla 3.11</b> Resultados De Fase 1	<b>61</b>
<b>Tabla 3.12</b> Resultados De Fase 2	<b>63</b>
<b>Tabla 3.13</b> Resultados De Fase 3	<b>64</b>
<b>Tabla 3.14</b> Resultados De Fase 4	<b>66</b>
<b>Tabla 3.15</b> Tabla De Resultados Vehículo KIA PICANTO Lx 2005	<b>66</b>
<b>Tabla 3.16</b> Comparación De RPM En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos.	<b>68</b>
<b>Tabla 3.17</b> Comparación De Monóxido De Carbono En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos.	<b>69</b>
<b>Tabla 3.18</b> Comparación De Dióxido De Carbono En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos.	<b>70</b>
<b>Tabla 3.19</b> Comparación De Hidrocarburos En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos	<b>71</b>
<b>Tabla 3.20</b> Comparación De Oxígeno En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos	<b>72</b>
<b>Tabla 3.21</b> Comparación De Señal Lambda En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos	<b>73</b>
<b>Tabla 3.22</b> Cronometrado De Tiempo Para Temperatura Optima De Trabajo Del Motor Del Vehículo Chevrolet Spark GT 2019.	<b>75</b>
<b>Tabla 3.23</b> Cronometrado De Tiempo Para Temperatura Optima De Trabajo Del Motor Del Vehículo Chevrolet Corsa Evolution 2019.	<b>76</b>
<b>Tabla 3.24</b> Cronometrado De Tiempo Para Temperatura Optima De Trabajo Del Motor Del Vehículo KIA Picanto Lx 2005	<b>76</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Desgaste en función de tiempo de vida del mecanismo	<b>11</b>
<b>Figura 1.2</b> Requisitos de la gasolina de 87 octanos	<b>18</b>
<b>Figura 1.3</b> Requisitos de la gasolina de 92 octanos	<b>20</b>
<b>Figura 1.4</b> Requisitos de la gasolina de 93 octanos	<b>21</b>
<b>Figura 2.1</b> Scanner automotriz AUTEL MaxiCheck mx808	<b>30</b>
<b>Figura 2.2</b> Osciloscopio OTC 3840f	<b>30</b>
<b>Figura 2.3</b> Osciloscopio FINEST 1006	<b>31</b>
<b>Figura 2.4</b> Micsig T01104	<b>32</b>
<b>Figura 2.5</b> Brain Bee AGS-688	<b>33</b>
<b>Figura 2.6</b> Spark GT 2019	<b>35</b>
<b>Figura 2.7</b> Corsa Evolution 2007	<b>36</b>
<b>Figura 2.8</b> Kia Picanto lx 2005 1.1 L	<b>37</b>
<b>Figura 2.9</b> Descripción del proceso de monitoreo de elementos de los vehículos en las pruebas. Primera Parte	<b>40</b>
<b>Figura 2.10</b> Descripción del proceso de monitoreo de elementos de los vehículos en las pruebas. Segunda parte	<b>40</b>
<b>Figura 3.1</b> Temperatura y Humedad	<b>43</b>
<b>Figura 3.2</b> Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019	<b>44</b>
<b>Figura 3.3</b> Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019	<b>44</b>
<b>Figura 3.4</b> Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019	<b>45</b>
<b>Figura 3.5</b> Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019	<b>46</b>
<b>Figura 3.6</b> Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019	<b>47</b>
<b>Figura 3.7</b> Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019	<b>47</b>
<b>Figura 3.8</b> Datos fase 4 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019	<b>48</b>
<b>Figura 3.9</b> Datos fase 4 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019	<b>49</b>
<b>Figura 3.10</b> Gráficas de análisis de Chevrolet Spark GT 2009	<b>50</b>
<b>Figura 3.11</b> Temperatura y Humedad	<b>52</b>
<b>Figura 3.12</b> Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007	<b>52</b>
<b>Figura 3.13</b> Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007	<b>53</b>
<b>Figura 3.14</b> Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007	<b>54</b>
<b>Figura 3.15</b> Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007	<b>54</b>
<b>Figura 3.16</b> Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007	<b>55</b>
<b>Figura 3.17</b> Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007	<b>56</b>
<b>Figura 3.18</b> Datos fase 4 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007	<b>57</b>
<b>Figura 3.19</b> Datos fase 4 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007	<b>57</b>
<b>Figura 3.20</b> Gráficas de análisis del Corsa Evolution 2007	<b>59</b>
<b>Figura 3.21</b> Temperatura y Humedad	<b>60</b>
<b>Figura 3.22</b> Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005	<b>60</b>
<b>Figura 3.23</b> Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005	<b>61</b>
<b>Figura 3.24</b> Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005	<b>62</b>
<b>Figura 3.25</b> Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005	<b>62</b>
<b>Figura 3.26</b> Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005	<b>63</b>
<b>Figura 3.27</b> Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005	<b>64</b>

<b>Figura 3.28</b> Datos Fase 4 Scanner Automotriz Vehículo KIA PICANTO Lx 2005	<b>65</b>
<b>Figura 3.29</b> Datos Fase 4 Scanner Automotriz Vehículo KIA PICANTO Lx 2005	<b>65</b>
<b>Figura 3.30</b> Gráficas De Análisis De KIA PICANTO Lx 2005	<b>67</b>
<b>Figura 3.31</b> Comparación De RPM En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos	<b>68</b>
<b>Figura 3.32</b> Comparación De Monóxido De Carbono En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos	<b>69</b>
<b>Figura 3.33</b> Comparación De Dióxido De Carbono En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos	<b>70</b>
<b>Figura 3.34</b> Comparación De Hidrocarburos En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos	<b>72</b>
<b>Figura 3.35</b> Comparación De Oxígeno En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos	<b>73</b>
<b>Figura 3.36</b> Comparación De Señal Lambda En Las 4 Fases De Los 3 Vehículos	<b>74</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo I</b> Datos sensores Spark GT 2019 (1.2L)	<b>85</b>
<b>Anexo II</b> Datos Sensores Chevrolet Corsa Evolution 2007 (1.4L)	<b>90</b>
<b>Anexo III</b> Datos Sensores Kia Picanto 2005 (1.1L)	<b>95</b>
<b>Anexo IV</b> Fotografías de resultado de análisis de gases Spark GT 2019 (1.2L)	<b>100</b>
<b>Anexo V</b> Fotografías de resultado de análisis de gases Corsa Evolution 2007 (1.4L)	<b>101</b>
<b>Anexo VI</b> Fotografías de resultado de análisis de gases KIA Picanto Lx 2005	<b>102</b>

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar los parámetros influyentes en el arranque en frío para los vehículos en Ecuador, mediante pruebas realizadas en estado estacionario y en la ciudad de Ibarra. Para esto, se desarrolló un proceso general, el cual contempla la selección de los vehículos de prueba, los equipos de recolección de datos y de ecuaciones para el cálculo de la variable de tiempo, y una metodología específica, que detalla la forma en que se tomaron los datos de cada vehículo para establecer los valores finales. En esta metodología se analizó los parámetros de sensores como son TPS, MAP, O<sub>2</sub> y actuadores como IAC e Inyector 1, para lo cual se utilizó 3 diferentes osciloscopios automotrices, con el fin de obtener las curvas características respectivas. Así como también un análisis de gases de escape como son Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Hidrocarburos no combustionados (HC), Oxígeno (O<sub>2</sub>), así como también el factor lambda, para lo cual se utilizó un analizador de gases automotriz. Así como las revoluciones del motor, temperatura de refrigerante y valor de carga a corto y largo plazo, para lo cual se utilizó un scanner automotriz. Se tomó en cuenta la temperatura, presión y humedad del ambiente, se caracterizó estos parámetros por medio de un termómetro de exteriores.

Para estas pruebas se realizó en 4 diferentes fases. La primera fase cuando el vehículo da el primer arranque después de un período de reposo entre las 8 a 12 horas, la segunda fase aproximadamente 3 minutos después del arranque, la tercera fase aproximadamente a los 7 minutos del arranque y la cuarta fase cuando el vehículo alcanzó la temperatura óptima de funcionamiento, que es cuando el electroventilador se enciende.

Posterior a la toma de datos, se caracterizó los mismo, haciendo una comparativa de los valores presentados en las emisiones de escape para los 3 vehículos, indicando que en la primera fase se presenta un aumento de las emisiones de escape, las cuales van reduciendo y teniendo un comportamiento más estable a medida que el vehículo se calienta, en el estado transitorio de tiempo de entre 11 a 14 minutos.

## ABSTRACT

The present project has the objective of characterize the influential parameters in cold start for the vehicles in Ecuador, through test carried out in steady state in the Ibarra city. For the test, has developed process, which contemplates the selection of vehicles for the test, the equipment for the collections of data and equations for the calculation on the time variable, and a pacific methodology, which details the way that took the data for each vehicle to establish the finals values. In this methodology, the parameters of sensors such as TPS, MAP, O<sub>2</sub> and actuators such as IAC and Injector 1 were analyzed, for which 3 different vehicles were used oscilloscopes, in order to obtain the respective characteristic curves. As well as an analysis of exhaust gases such as Carbon Monoxide (CO), Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>), Hydrocarbons not combustible (HC), Oxygen (O<sub>2</sub>), and the lambda factor, for which used an automotive analyzer gas. As well as the engine revolutions, coolant temperature and load value in the short and long term, for which was used an automotive scanner. The temperature, pressure and humidity of the environment were taken into account, these parameters were characterized by means of an outdoor thermometer.

These tests were carried out in 4 different phases. The first phase when the vehicle gives the first start, after a period of rest between 8 and 12 hours, the second phase approximately 3 minutes after starting, the third phase approximately 7 minutes after starting and the fourth phase when the vehicle reached the optimum operating temperature, which is when the electric fan turns on.

After data collection, they were characterized, making a comparison of the values presented in the exhaust emissions for the 3 vehicles, indicating that in the first phase there is an increase in exhaust emissions, which gradually reduce and have more stable behavior as the vehicle warms up, in the transitory state of time between 11 to 14 minutes.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad caracterizar los parámetros que influyen en el arranque en frío para los vehículos en Ecuador, a través de una recopilación de datos en 3 vehículos de prueba durante 4 fases de encendido en estado estacionario. Los datos recopilados serán temperatura, presión y humedad del ambiente, revoluciones por minuto del motor, emisiones de escape, gráficas características de sensores y actuadores seleccionados y temperatura de refrigerante motor.

En Ecuador, los trabajos sobre recopilación de datos, en su mayoría, se enfocan únicamente en el estado ‘estable’ de los procesos. El presente trabajo se enfoca en recopilar los datos del inicio de la curva de funcionamiento térmico del motor de un vehículo, con el fin de recopilar datos sobre los principales sistemas actuadores de este período, así como también, las emisiones de escape que se generan en este estado, debido a que la emisión de gases de escape, en teoría debe aumentar en comparación con el estado de óptimo funcionamiento térmico del motor.

En el Capítulo I, se precisan datos históricos relacionados con el desarrollo de los motores de encendido provocado y sus sistemas auxiliares enfocados para el presente trabajo de estudio como son el sistema de refrigeración y sus tipos, el canister, la tribología, la lubricación, el combustible usado para las pruebas, así como, las emisiones generadas por un motor.

En el Capítulo II, se verifican los procesos metodológicos a usarse, así como la selección de equipos detallando su funcionamiento y propósito, vehículos mencionando los detalles de cada vehículo como su año de fabricación, cilindrada, entre otros, y herramientas a utilizarse durante los procesos de recopilación de datos.

En el Capítulo III, se caracterizan los resultados arrojados por los equipos en 4 diferentes fases de pruebas. Se analiza y comparan los resultados de emisiones de escape como son el Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Hidrocarburos no combustionados (HC), Oxígeno (O<sub>2</sub>) y valor de lambda.

En el Capítulo IV, se exponen los resultados del presente trabajo, por medio de conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## REVISION BIBLIOGRAFICA

### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los parámetros que influyen de forma significativa en el arranque en frío de vehículos en la ciudad de Ibarra.

#### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los factores influyentes en el proceso de arranque en frío de vehículos por encendido provocado en la ciudad de Ibarra.
- Describir como los sistemas auxiliares intervienen en el proceso de arranque en frío.
- Definir el tiempo de estado transitorio para que el sistema alcance su temperatura óptima de trabajo.
- Analizar posibles factores que inferen en los datos a obtenerse de 3 vehículos de pruebas en estado estacionario y en condiciones de arranque en frío.

### 1.2 JUSTIFICACIÓN

El hombre tras poseer una sed de adquirir conocimiento y que va en busca de comprender el porqué del funcionamiento de las máquinas, aún más en el ámbito automovilístico, lo ha llevado con gran ambición desde la época de la industrialización y la producción en masa de las plantas de producción automotriz, es por esto, que muchos estudiantes de ingenierías, técnicos especializados y personas con pasión automovilística poseen ciertos lineamientos del funcionamiento del vehículo, más no conocen de manera técnica lo que sucede en los parámetros del vehículo en nuestra región, consecuente de

brindar dicha información se amplía la posibilidad de desarrollar nuevas invenciones nacionales que mejoren el funcionamiento del automóvil tanto en combustible gasolina y diésel.(Lucendo, 2019, p. 11)

El presente trabajo de grado sobre la determinación de parámetros de arranque en frío para vehículos en el Ecuador busca dar a conocer los principales datos técnicos que intervienen directamente sobre los sensores y actuadores al momento de entrar en funcionamiento en horarios matutinos cotidianos de encendido del motor por primera vez, tras haberse mantenido apagado el motor por al menos 6 horas continuas y a la temperatura ambiente en la provincia de Imbabura.

El presente trabajo se encuentra en alineado con el Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021, específicamente con el segundo punto sobre la Estrategia Territorial Nacional, que indica que el estado debe brindar un “Acceso Equitativo a Infraestructura, Equipamiento y Conocimiento”, con la sección d.15 “impulsar programas de investigación, capacitación y actualización que respondan a las potencialidades y necesidades territoriales, promoviendo la inserción laboral de manera eficiente”. Y sección d.16 “fortalecer el acceso a la información y a la educación como base para una ciudadanía informada, consciente y corresponsable en los procesos de gestión del hábitat y reducción de riesgos de desastres”. (Consejo Nacional de Planificación, 2017, p. 17)

A través del tiempo Ecuador ha ido enfocándose en ser un país con una gestión ambiental proactiva, con respecto a las relaciones nacionales, debido a que es un país con una gran riqueza natural. Es por esto que las propuestas de la reducción de gases contaminantes por parte de los vehículos o trabajos de investigación que ayuden con datos que puedan ser utilizados en posibles proyectos, generan interés y son de importancia considerable.

### **1.3 ALCANCE**

El presente trabajo de investigación se lo realizará en la provincia de Imbabura en la ciudad de Ibarra dentro de las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte, consiste en determinar y analizar los parámetros del arranque en frío como son los datos de funcionamiento de ciertos sensores y actuadores que intervienen en el conocido “Cold Start” del vehículo tras haberse mantenido apagado y a temperatura ambiente por al menos 6 horas para llegar a su enfriamiento total.

Para la consecución del presente proyecto se prevé inicialmente recabar información de los sensores y actuadores necesarios que presentan diferencia de funcionamiento en el arranque en frío contra su funcionamiento al momento de que el vehículo alcanza la temperatura adecuada de funcionamiento de 90°C aproximadamente, esto mediante el uso de equipos de diagnóstico automotriz. Como son: Scanner, Osciloscopio y Analizador de gases.

Se plantea la ejecución del proyecto con vehículos disponibles por los integrantes de la investigación, tomando en cuenta que es necesario que los vehículos tengan un sistema de inyección electrónico gestionado por una Unidad de Control, los vehículos a utilizar son: KIA Picanto año 2005, Chevrolet Corsa Evolution del año 2007 y Chevrolet Spark Gt del año 2019.

## **1.4 ANTECEDENTES**

Los motores de combustión interna se encuentran en una constante evolución. Esto se debe a las nuevas restricciones implementadas por parte de varias organizaciones de tipo ambiental, tal es el caso de ISO con las normativa Euro 5. Con el objetivo de disminuir lo máximo posible los gases contaminantes en los motores de combustión interna.

Se sabe bien que dentro de los motores de combustión interna los mejores combustibles utilizados de momento son los combustibles fósiles, debido a que la energía que contienen extraída es de alrededor del 98% en los combustibles diésel, mientras que en la gasolina se extrae un 95 % de esa energía contenida en el combustible. Sin embargo, el principal problema de estos motores es que con la energía extraída de los combustibles solo se tiene un aprovechamiento de un máximo de 40%, mientras que el resto de la energía se disipa en pérdidas energéticas, principalmente en energía térmica.(Andramunio et al., 2022, p. 33)

Un problema notable en los motores de combustión interna es el funcionamiento o arranque del mismo cuando no se encuentra en la temperatura óptima de funcionamiento, debido a que la lubricación no es la óptima dentro del motor, el consumo de combustible es mucho más alto con la finalidad de generar mayores temperaturas y situar el motor en condiciones óptimas, sin embargo esto produce una mayor emisión de gases de escape

mientras el motor se encuentra en el proceso de llegar a la temperatura óptima de funcionamiento.(Guzmán Y Valle et al., 2018) (p. 23)

Con respecto al pasado, el rendimiento de los motores en la parte estacionaria ha mejorado de manera notable. En la actualidad si bien aún hay un mayor consumo de combustible de los motores en condición de frío con respecto a condiciones óptimas, la comparación con el pasado es que se ha podido disminuir las emisiones de gases de escape. Esto se ha podido mejorar debido a que con el paso del tiempo se ha generado nuevas tecnologías como la inyección de common rail, una mejoría notable en las características de los lubricantes y una ayuda automatizada por medio de una ECU para permitir un mejor control del motor y las necesidades que este requiere. Sin embargo, con estas mejorías que se ha generado en los vehículos, esto no impide que el funcionamiento del motor en condiciones de arranque en frío sigue siendo problemático.

Mediante una investigación de Andrews G. se resolvió que el consumo del combustible del motor viene dado por la dependencia lineal con la temperatura ambiente, estas pruebas se realizaron a través de un ciclo urbano donde arrojó que el consumo de combustible aumenta en un 18% cuando la temperatura ambiente se encuentra por debajo de los 31°C hasta los -2°C. Estas comparaciones se las realizó con un motor SI (Spark Ignition) de 4 cilindros de 1200cc, un motor SI 4 cilindros 1400cc, y un motor SI de 4 cilindros 1800cc. (Roberts et al., 2014, p. 16)

Dentro del Ecuador según datos extraídos de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos, se puede apreciar que hasta el año 2019 se podía encontrar la cantidad de 2 311 960 vehículos matriculados dentro del territorio ecuatoriano. Donde el 90.9% de estos vehículos son usados de manera particular por parte de la ciudadanía, el 7.8% se encuentra destinado hacia el alquiler, 1.3% son vehículos destinados al estado y un 0.04% tienen destinados otros tipos de usos.(INEC, 2019, p. 21)

En Ecuador se denota un clima cálido húmedo muy tropical en las zonas del litoral, mientras que en la Amazonía existe un clima cálido húmedo, en la zona Sierra del Ecuador, debido a su situación geográfica, tiene un clima cálido seco en los valles interandinos, mientras que en los sectores cercanos a las montañas que conforman la cordillera de los Andes, las cuales llegan a tener alturas de hasta más de 3000m de altura, se posee un clima frío.

Las emisiones de gases en Ecuador que son generadas por el sector del transporte público, son uno de los principales causantes de afecciones de salud en la población, siendo principalmente problemas al sistema respiratorio. Es por este motivo que se implementó el programa de transporte, Salud y Medio Ambiente el cual se encuentra copatrocinado por la Organización Mundial de Salud, el mismo que tiene como objetivo la generación de una cooperación entre los múltiples sectores y el Estado, con el fin de resolver decretos o directrices sobre la calidad del aire y establecer unos límites máximos de emisiones de gases contaminantes a los principales factores que engloban el sector del transporte. (OMS, 2013, p. 24)

### **1.5 MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO (MEP)**

Como indican Guamán & León (2021) (p.16) “Los motores de combustión interna alternativos (MCIA) son motores térmicos de desplazamiento positivo (o volumétricos), en los que el trabajo se obtiene mediante el desplazamiento lineal del émbolo de un mecanismo biela-manivela.”.

Estos motores se los conoce como combustión interna debido a que el proceso empleado para la generación del movimiento lineal del émbolo es producido por un combustible (generalmente derivados del petróleo) el cual es empleado en una ignición controlada, dentro de una cámara denominada como ‘cámara de combustión’ que se encuentra en el interior del cuerpo del motor.

El motor, en su ciclo de funcionamiento, cumple un ciclo termodinámico abierto, debido al cumplimiento de una sucesión de procesos que se repiten de manera periódica. (Escudero & Rivas, 2011, p.13)

Los procesos que se cumple dentro de un motor de combustión interna son el de admisión, compresión, combustión, expansión y escape.

Donde el proceso de admisión es el tiempo en el que la mezcla de combustible y aire hacen el ingreso dentro de la cámara de combustión; siguiente se realiza el proceso de compresión donde, una vez cerradas las válvulas, el émbolo por medio de una fuerza de inercia asciende provocando una compresión de la mezcla en cuestión dentro de la cámara de combustión; posterior se genera el proceso de combustión donde la mezcla, aún con las

válvulas cerradas, se combustiona ya sea por un dispositivo externo (bujía) o por las características del combustible empleado (diésel) y produce una fuerza de expansión que genera el movimiento descendente del émbolo, la cual es aprovechada por el mecanismo biela-manivela. Finalizando con el proceso de escape donde generalmente se abren válvulas que retiran los gases resultantes del proceso de combustión, dejando la cámara de combustión libre para el ingreso de nueva mezcla, retornando así al inicio de un nuevo ciclo.

Es importante conocer que, junto al ciclo principal del motor, se debe tener un conjunto de procesos secundarios que permiten el correcto funcionamiento y abastecimiento de este, los principales son: formación de la mezcla de aire-combustible, la ignición o encendido de la mezcla, la lubricación de las partes móviles del motor y la refrigeración de este.

Los motores de combustión interna más utilizados dentro de la sociedad actual son dos que se los puede reconocer por el método de ignición: Motor de encendido provocado (MEP) y motor de encendido por compresión (MEC).

Los motores han sido creados bajo un concepto o ciclo termodinámico previamente establecido. En este caso el motor de encendido provocado es un motor de cuatro tiempos que fue creado basándose en el ciclo termodinámico de Otto.

El ciclo de funcionamiento del motor de ciclo Otto se completa con cuatro carreras del pistón y dos vueltas del cigüeñal y una del eje de levas (Morales R. & Guzmán H., 2017, p.33).

Son motores que determinan el proceso de ignición mediante un componente externo al motor (generalmente una chispa), y se propaga por toda la cámara de combustión (Escudero & Rivas, 2011, p.17).

Los motores de combustión interna de ciclo Otto funcionan por medio de una mezcla estequiométrica de aire y combustible para poder dar el movimiento y energía necesaria, esto es algo factible de conseguir sobre el nivel del mar, no obstante, bajo condiciones de altura o temperaturas extremas es más difícil de lograr (Molina Patiño, 2020, p. 35).

El descenso la presión y temperatura del ambiente ya sea por la temperatura general de la localización o la excesiva altura a la cual se encuentra la misma, genera que la composición del aire tenga una menor cantidad de oxígeno, el mismo que es utilizado como

comburente de la gasolina. Esto genera una dificultad de una correcta combustión dentro de la cámara bajando el rendimiento del motor.

Generalmente estos motores admiten como combustible la gasolina y es gracias a esto que se necesita de un componente externo al motor para su ignición.

El componente utilizado para dar la ignición de la mezcla es la bujía, el cual genera un salto de chispa que, al tener contacto con la mezcla previamente comprimida, genera una explosión que se esparce por toda la cámara de combustión generando una fuerza de expansión.

## **1.6 REFRIGERACIÓN**

La energía térmica que se genera en el interior de un motor de combustión interna debe ser disipado rápidamente, ya que esta se encuentra en constante aumento mientras el motor se mantenga encendido hasta que llegue a un límite excesivo y por ello afectaría la composición de los metales, hasta llegar a dañar el funcionamiento, e incluso la forma original del material conductor de calor (Pérez, 2018, p. 31).

Para lograr disipar el calor en los vehículos, se requiere contar con un conjunto de elementos y fluidos especiales, para mantener una temperatura adecuada de funcionamiento del motor, ya que de esa manera se protege las diferentes partes que contempla el motor y su correcto funcionamiento, además de posibles pérdidas de potencia a causa de la generación de calor.

### **1.6.1 REFRIGERACIÓN LÍQUIDA**

Se compone por diferentes elementos que funcionan a partir de una bomba de agua o refrigerante, el cual circula internamente en el motor térmico con el fin de recoger la temperatura y después pasarlo por un intercambiador de calor, conocido como radiador, el cual intercambia la temperatura con el aire que circula a través de los paneles del radiador, por medio del fenómeno conocido como transmisión de calor por convección y liberarlo hacia el ambiente (Cevallos et al., 2016, p. 22)

### **1.6.2 REFRIGERACIÓN POR AIRE**

Este tipo de refrigeración se suele encontrar habitualmente en motocicletas y en algunos pocos automóviles, ya que este tipo refrigera únicamente por convección del aire

que choca con el motor al estar en movimiento el vehículo y así traspasar el calor del metal hacia el aire del ambiente (Cevallos et al., 2016, p. 23)

### **1.6.3 REFRIGERANTE**

Dentro de los motores de combustión interna se genera una gran pérdida de energía entre las cuales principalmente energía radiante y sobre todo energía térmica la cual puede ser producida por las explosiones que se provocan dentro de los cilindros, así como la fricción generada por las partes móviles del motor, siendo esta última pérdida muy importante de controlar, debido a que si el motor se sobre calienta puede provocar consecuencias muy graves en el funcionamiento (Angulo A. & Tamayo E., 2022, p. 53).

El refrigerante es el encargado de extraer ese exceso de calor en los motores y así poder enfriar los mismos, evitando daños y permitiendo que el motor pueda funcionar durante períodos largos.

### **1.6.4 COMPOSICIÓN DEL REFRIGERANTE**

El principal compuesto de los refrigerantes es el agua, esto debido a que tiene buenas propiedades de transmisión de calor, así como de fácil acceso y costos bajos. Junto al agua se puede encontrar el Etilenglicol, Propilenglicol y por último el Metanol. El agua sin ninguno de estos compuestos mencionados tiene como limitantes que se mantiene en estado líquido entre los 0°C y los 100°C. Mientras que con los componentes mencionados puede bajar el punto de congelamiento hasta los -45°C y así mismo ascender el punto de ebullición a los 118°C.(Guanuche-Larco J. et al., 2021, p. 21)

Es importante recalcar que los motores deben ser enfriados con un líquido refrigerante especializado, esto para evitar la corrosión que genera el agua potable, debido a que contiene cloro y otras sustancias que irán deteriorando el sistema de refrigeración y oxidando el motor.

## **1.7 CANISTER**

Es un componente auxiliar del motor que consiste en un recipiente contenedor de carbón activo con la funcionalidad de retener provisionalmente los hidrocarburos evaporados de la gasolina. Contiene un filtro que evita el ingreso de polvo dentro del mismo, evitando así la contaminación de los hidrocarburos. Tiene dos tipos de funcionamiento los

cuales son: cuando el vehículo se encuentra parado y cuando el vehículo se encuentra en marcha (Unda, 2018, p. 23).

Un canister en un sistema de refrigeración automotriz es un componente que se utiliza para almacenar y controlar el líquido refrigerante en el sistema de enfriamiento del motor. El canister está conectado al sistema de refrigeración mediante tuberías y se encuentra en un lugar accesible del vehículo, como el compartimiento del motor o en un lugar cerca del radiador.

El canister tiene una serie de funciones importantes en el sistema de refrigeración automotriz. Una de sus principales funciones es almacenar líquido refrigerante adicional en caso de que el nivel de líquido refrigerante en el sistema caiga por debajo del nivel normal. El canister también ayuda a evitar que el líquido refrigerante se filtre y se pierda, lo que podría causar sobrecalentamiento del motor.

#### **1.7.1 FUNCIONAMIENTO A MOTOR PARADO**

En esta condición los vapores de combustibles que se encuentran en la parte superior del depósito de gasolina se evacúan hacia el canister.

#### **1.7.2 FUNCIONAMIENTO EN MARCHA**

La presión se genera desde que la mariposa se encuentra abierta, provocando que la válvula de control se abra, esto hace circular el aire por el carbón activo del canister, provocando así que los hidrocarburos arrastrados por el aire pasen nuevamente al colector de admisión donde serán carburados.

### **1.8 VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE GASES**

La válvula EGR (recirculación de gases de escape) es un componente que se utiliza en los motores de combustión interna para recircular una parte de los gases de escape de vuelta al cilindro. La válvula EGR ayuda a reducir la emisión de óxidos de nitrógeno (NOx), que son uno de los principales contaminantes emitidos por los motores.

La válvula EGR funciona mediante el control de la cantidad de gases de escape que se recirculan al cilindro. Cuando la válvula EGR está abierta, permite que los gases de escape se recirculen al cilindro y se mezclen con la mezcla de aire y combustible. Esto ayuda a reducir la temperatura de la combustión, lo que a su vez reduce la producción de NOx. Esta

válvula funciona en base a las temperaturas de los cilindros del motor, por lo que su funcionamiento va unido al de los sensores de temperatura del motor y a la carga de aceleración (López, 2019, p. 13).

La válvula EGR se controla mediante un actuador eléctrico o neumático. Los sensores de posición de la válvula EGR miden la posición de la válvula y envían esta información al controlador del motor, que controla la posición de la válvula en función de las condiciones del motor.

## 1.9 TRIBOLOGÍA

Este término se forma de origen griego “tribus” el cual se refiere a fricción y “logos” que significa al estudio; dicho de esta manera, se comprende como una ciencia que estudia el contacto, fricción o el movimiento entre elementos, con ello, lo que sucede al momento en que sus superficies sufren contacto entre sí.

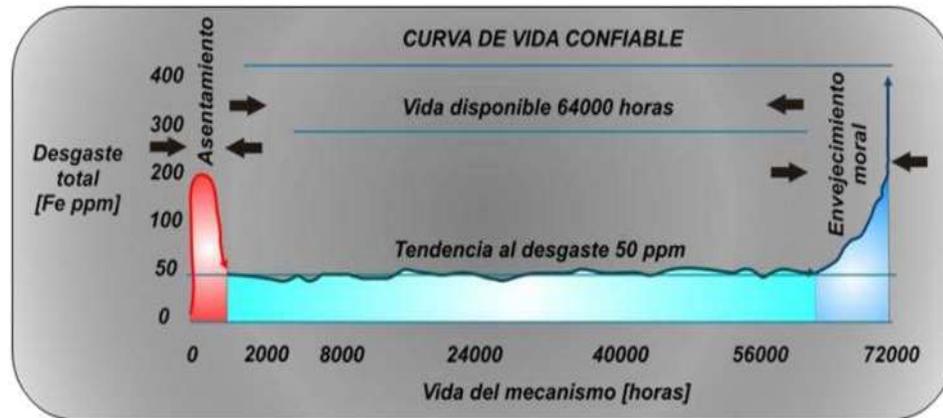
En esta ciencia también se incorpora múltiples factores que suceden entre los elementos o superficies en contacto, como son: requerimientos de lubricación, desgaste producido y fricción como factor de temperatura (Linares, 2018, p.31).

Comúnmente en las maquinarias, se lleva un cierto control en función de las horas de trabajo o funcionamiento y del kilometraje recorrido en el caso de los vehículos comerciales, dicho así que esta unidad de medida puede representar un porcentaje estimado en el desgaste de los múltiples mecanismos que se encuentran en funcionamiento y sometidos a desgaste, infieren directamente ciertas variables como los mantenimientos preventivos para el caso de todos los elementos móviles de cada máquina. (Camilo & Tobar, 2019, p. 35).

Ya que en las máquinas que trabajan por movimiento se llega a presentar diferentes desgastes lo que induce a sufrir fallos en múltiples componentes móviles y es por ello que se puede representar muy similarmente por medio de la curva de la bañera de Davis; En la gráfica se puede observar las diferentes etapas en las cuáles se sufre un fallo normal en los componentes de las máquinas o mecanismos debido al paso del tiempo en funcionamiento.

En la figura se puede observar valores expresados en partículas por millón (ppm), entonces se puede comprender que esta curva contiene 3 etapas, las cuales empiezan por el

asentamiento del componente o improductiva, seguido por la vida a la fatiga o conocida por etapa productiva y finalmente el envejecimiento moral o conocido como la etapa final.



**Figura 1. 1 Desgaste en función de tiempo de vida del mecanismo**

**Nota:** en la figura se puede apreciar la curva de desgaste en función de la vida del mecanismo, tomado de (Camilo & Tobar, 2019, p. 35).

### 1.9.1 ETAPA IMPRODUCTIVA O ASENTAMIENTO DEL MECANISMO

A esta primera etapa también se la suele conocer como infancia, en la gráfica se puede observar una línea descendente en donde las probabilidades de fallo son sumamente altas debido a posibles fallos en el diseño de las piezas, a posibles fallos en el ensamble, e incluso defectos originarios en la fabricación de los elementos quizá por un inadecuado control de calidad por parte del fabricante. (Herrera et al., 2019, p. 15)

Esta etapa puede prolongarse o reducirse significativamente la duración en función de los materiales en los cuales se han fabricado los elementos, el tipo de lubricantes seleccionado para este mecanismo entre otras ciertas condiciones en las cuales se opere el equipo y para las cuales esté preparada la maquinaria para trabajar en completa normalidad.

### 1.9.2 ETAPA PRODUCTIVA O VIDA A LA FATIGA DEL MECANISMO

Esta segunda etapa podría ser la más importante durante el funcionamiento adecuado de los mecanismos ya que los diferentes elementos se encuentran en un estado de madurez y sus posibles fallos se estabilizan debido a que los operarios se han acostumbrado al

funcionamiento de los equipos e incluso se pudieron haber corregido ciertos errores de fabricación. Si sucede algún fallo en el equipo mayormente se puede deber a un error por parte de los operarios o por condiciones naturales como son la sobre exigencia o por uso excesivo al equipo y generar así daños accidentales a los diferentes componentes del equipo.(Romek et al., 2020, p. 39)

Para poder prolongar la vida útil de los equipos en esta segunda etapa se recomienda utilizar la guía proporcionada por el fabricante en donde se establezcan protocolos de revisiones o mantenimientos preventivos y también mantenimientos predictivos con el Fin de prolongar lo mayor posible el tiempo de vida útil en que la maquinaria trabaje de manera óptima.

### **1.9.3 ETAPA FINAL O REMANENTE DEL MECANISMO**

En esta etapa final el equipo ya se considera viejo debido al tiempo de funcionamiento en su empresa, es por lo que en la gráfica se observa una línea ascendente positiva la cual muestra el envejecimiento/desgaste presenta el equipo expresado en partículas por millón (ppm). Al llegar a este punto la máquina ya debe presentar ciertos inconvenientes en su funcionamiento y en múltiples componentes que se han desgastado debido a su movimiento de trabajo, es por lo que el equipo pueda generar un trabajo deficiente o con menos precisión, es aquí donde se requiere reparaciones con costos mayores y ello implica también que al continuar usando el equipo se pueda generar una inseguridad para los operarios.(Popov et al., 2020, p. 53)

Los equipos que llegan a esta etapa final pueden ser reemplazados sin necesidad de haberse detenido por completo su funcionamiento, sólo pudieron ser reemplazados debido a que su tecnología fue obsoleta y se implementan equipos con mejor tecnología y precisión; A estos equipos se les realiza un seguimiento de operación muy preciso en donde se monitorea factores como su temperatura de operación, análisis de vibraciones, ferrografía, etc. Con el Fin de saber con exactitud el momento más adecuado para detener o reemplazar la maquinaria una vez que llegue a esta etapa final debido al desgaste que presenta en el análisis.

## 1.10 LUBRICANTES

Principalmente se componen de elementos orgánicos, químicos y minerales como son los aceites base, aditivos y espesantes; Generalmente suelen ser un derivado del petróleo, Según su fórmula final se obtienen ciertas mejoras o ventajas específicas para la maquinaria a la cual se requiere lubricar. Así también existen diferentes tipos de lubricación que se efectúa entre dos superficies de un mecanismo.

La lubricación automotriz es esencial para garantizar el buen funcionamiento del motor y para evitar daños en las piezas del motor. El aceite lubricante ayuda a reducir la fricción y el desgaste en las piezas móviles del motor, lo que ayuda a aumentar su vida útil.

La mayoría de los motores modernos requieren aceite lubricante de grado SAE (Society of Automotive Engineers), entre las clasificaciones se encuentran: SAE J300 que define la viscosidad para automóviles ligeros y se divide en categorías como SAE 0W, SAE 5W, SAE 10W, SAE 15W, SAE 20W, SAE 25W para funcionamiento en baja temperatura y SAE 20, SAE 30, SAE 40, SAE 50, SAE 60 para aceites con temperatura de operación.

SAE J306 que es la clasificación de aceites para engranajes automotrices, se define la viscosidad en función de la velocidad de corte y la temperatura de operación del aceite.

SAE J306a esta clasificación se utiliza para aceites de engranajes de maquinaria pesada, como son en vehículos de transporte pesado y maquinaria industrial.

Es por ello que el aceite lubricante debe cumplir con los estándares de calidad del fabricante del motor para garantizar una lubricación adecuada.(Flores & Patiño, 2019, p. 13)

Además del aceite lubricante de motor, los vehículos modernos también requieren otros lubricantes especializados, como el aceite de transmisión ya sea automática o manual y el aceite de dirección asistida. Cada uno de estos lubricantes tiene una función específica, aunque en general se llaman lubricantes debido a que su función principal es la de lubricar o permitir resbalar suavemente las superficies entre sí, reduciendo el desgaste y la fricción; Por ello es importante el uso de los lubricantes recomendados por el fabricante del vehículo para así garantizar un buen funcionamiento.

### **1.10.1 LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA**

La lubricación hidrodinámica es una forma especial de lubricación que se utiliza en algunos sistemas mecánicos para reducir la fricción y el desgaste en mecanismos. En esta forma de lubricación, el aceite lubricante se mueve mediante el uso de energía cinética, generada por los mecanismos en movimiento, en lugar de requerir una fuente externa de energía. Esta lubricación es presentada cuando los sistemas se encuentran totalmente separados los cuerpos metálicos que estarán en movimiento, son separados por varias capas de aceite y así se evita el desgaste de los mecanismos. (Albarracin, 2007)

La lubricación hidrodinámica se utiliza en sistemas como los rodamientos hidrodinámicos, donde el movimiento relativo de los mecanismos genera una película de aceite que ayuda a reducir la fricción. En estos sistemas, el aceite lubricante se mueve a través de los rodamientos mediante la energía cinética generada por los componentes en movimiento, lo que ayuda a mantener una fina capa de aceite entre los elementos sometidos a fricción.

La lubricación hidrodinámica implica considerar los aspectos relacionados con el flujo del fluido, como es la viscosidad, la presión y velocidad que aseguren la formación de una adecuada película lubricante y que pueda mantenerse entre las superficies en movimiento.

### **1.10.2 LUBRICACIÓN ELASTOHIDRODINÁMICA (EHL)**

Esta lubricación es encontrada cuando las superficies de los cuerpos metálicos de un mecanismo trabajan entrelazadas y las crestas se encuentran deformadas elásticamente de manera continua. (Albarracin, 2007)

La principal función de los lubricantes es crear una fina película entre 2 o más superficies en movimiento con el fin de reducir el desgaste y que no se genere un contacto directo, la cual es capaz de aumentar la temperatura de funcionamiento de los elementos o maquinarias y a su vez también reduce o impide la formación de óxido y burbujas de aire que puedan alterar el normal funcionamiento al momento de transmitir potencia por el movimiento (Olivares Torres et al., 2021, p. 18).

Los diferentes lubricantes deben estar fabricados de manera que varíen su viscosidad; Es decir, que varíen su medida de resistencia al fluir y a deformarse, ya que es la propiedad crucial que afecta la lubricación, fricción y al rendimiento de los sistemas hidráulicos, es por ello que cada motor o múltiples mecanismos utilizan un lubricante especializado y determinado por el fabricante, con ello se comprende que al conocer las temperaturas de funcionamiento se busca cuidar que la viscosidad no sea excesiva, ya que esto implicaría que el lubricante posea demasiada resistencia ante la fricción entre los elementos móviles, generando una película demasiado gruesa, la cual genera una reducción en la eficiencia del sistema y aumenta la generación de calor, que a su vez se dificulta la transferencia de dicho calor en el sistema, ya que este fluido no podrá disipar de manera eficiente el calor generado por la fricción de los componentes y afecta negativamente a su vida útil.

Dentro de la clasificación de lubricantes se puede tener en cuenta las condiciones de temperaturas dentro del funcionamiento de estos, ya que en los mecanismos y por la energía cinética y de fricción, se genera una variación de la energía térmica y por tanto existen aumentos de temperaturas, por lo que los lubricantes deben poder funcionar manteniendo su viscosidad. (Fernando & Vergara, 2006, p. 34).

### **1.10.3 LUBRICANTES EN FRÍO**

Los mecanismos que están sometidos a movimiento de trabajo sufren un desgaste inmediato desde que se transmite el primer movimiento al mecanismo. Esto se debe a la ausencia de la película lubricante. Tras varias horas de reposo, el lubricante se va depositando en la parte más baja de la maquinaria. Hasta que rápidamente una bomba de lubricación logre enviar el aceite a todas las partes que se requieren, estas progresivamente irán presentando desgaste y presencia de limalla en el lubricante (González Carmona et al., 2012, p. 16).

### **1.10.4 LUBRICANTES EN CALIENTE**

Ya que los diferentes lubricantes tienen índices de viscosidad distintos, los cuales determinan las variaciones en su desempeño según la temperatura a la que opera el sistema. Por lo tanto, para obtener mejores resultados de lubricación, reducir el desgaste del motor y disminuir el

consumo de aceite en el interior de los cilindros, es necesario utilizar un lubricante con una viscosidad más alta cuando las temperaturas de funcionamiento son más elevadas. (Vergara F. 2006, p. 26).

## **1.11 COMBUSTIBLE EXTRA**

La gasolina extra es un combustible fósil extraído a partir del crudo de petróleo mediante un proceso de destilación de una fracción única, lo cual permite obtener una mezcla de hidrocarburos con una capacidad volátil no demasiado alta, esta característica ayuda en el momento de arranque en frío en los motores de encendido provocado; A su vez esta composición no genera demasiadas partículas de vapor en ambientes calurosos-húmedos. (Darquea F. 2018, p. 5)

### **1.11.1 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL COMBUSTIBLE**

La gasolina posee varias propiedades fisicoquímicas, como son: El punto de ebullición, densidad, viscosidad, volatilidad, octanaje, calor de combustión y la estabilidad química, sin embargo, los principales factores de los cuales depende el rendimiento del motor son la presión de vapor Reid, el índice de octano.

### **1.11.2 PRESIÓN DE VAPOR REID (RVP)**

Las propiedades fisicoquímicas del combustible son características que determinan su comportamiento en diferentes condiciones de almacenamiento y uso. La presión de vapor por Reid muestra la tendencia que tiene un hidrocarburo líquido a volatizarse. Es necesario recalcar que la denominación de esta propiedad fisicoquímica se determina a cierta temperatura ya que la presión dependerá de esta variable. (Barahona-Alvear et al., 2018)

La presión de vapor Reid (RVP) tiene un impacto significativo en el índice de octanaje del combustible y en el rendimiento del motor en varios aspectos. La RVP afecta la facilidad con la que se forman las condiciones adecuadas para que el motor se encienda en diferentes contextos. Un RVP alto puede contribuir a un encendido más suave y una mayor velocidad de aceleración, ya que el combustible se vaporiza más fácilmente. Por otro lado, un RVP bajo puede dificultar el encendido del motor, especialmente en condiciones de frío

extremo. Además, la presión de vapor también influye en el sobrecalentamiento del motor, ya que un RVP alto puede provocar una mayor evaporación de combustible y una mayor generación de calor. También se considera importante para reducir las pérdidas por evaporación de combustible, lo que afecta la eficiencia del sistema de combustión. Por lo tanto, controlar y ajustar la RVP es esencial para lograr un rendimiento óptimo y seguro del motor en diversas condiciones de funcionamiento (Calderón Gómez, 2014).

### 1.11.3 OCTANAJE

El octanaje es una medida de la calidad del combustible de gasolina. Se refiere a la capacidad del combustible para resistir la detonación o "golpeo de encendido" en un motor de combustión interna. La detonación es un fenómeno no deseado en el que el combustible y el aire en el cilindro se prenden de manera prematura, causando golpes y vibraciones en el motor. Se puede definir como la calidad o capacidad antidetonante de la gasolina proveniente de combustibles fósiles, es decir es la capacidad de soportar o evitar las detonaciones no controladas en las máquinas o motores de combustión interna, este es un factor vital al momento de obtener la mejor eficiencia energética y así mismo postergar la vida útil de los motores de combustión interna.

Mientras más alto sea el grado de octanaje, tiende a obtener un mayor costo en su expendio, ya que pues mayores procesos químicos de filtrado y la adición de múltiples tipos de aditivos que mejoren los grados de octanaje. (Castillo, 2013)

Los tipos de gasolina se clasifican según su octanaje, que varía entre 87 (regular) y 92 o más (premium). Por ello, el combustible de mayor octanaje es menos propenso a sufrir auto detonaciones, lo que se traduce en un mejor rendimiento del motor. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el uso de un combustible con un octanaje más alto no siempre se traduce en un mejor rendimiento del motor, ya que también depende de otros factores como el diseño del motor y las condiciones de conducción. Dentro del índice de octanos del combustible existen aditivos llamados potenciadores de octanaje, tienen como función aumentar el número de octanos de la gasolina. Los mejores aditivos fueron aquellos que contenían tetraetilo de plomo y tetraetilo de plomo, sin embargo, se concluyó que aumentan la contaminación atmosférica y daños a la salud. (Faria et al., 2018)

### 1.11.4 NORMATIVA DE COMBUSTIBLE

Las normativas de combustibles dentro del Ecuador se rigen en base a la normativa INEN 935, la cual menciona que los combustibles en el Ecuador se clasifican en 87 octanos, 92 octanos y 93 octanos.

Gasolina 87 octanos:

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) <sup>a</sup>	--	87	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	189	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% <sup>b</sup>	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	3	ASTM D381
Contenido de azufre	% <sup>c</sup>	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% <sup>b</sup>	--	30	ASTM D1319
Contenido de benceno	% <sup>b</sup>	--	1	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% <sup>b</sup>	--	18	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% <sup>c</sup>	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185

NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.

<sup>a</sup> Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.

<sup>b</sup> % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

<sup>c</sup> % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

Figura 1. 2 Requisitos de la gasolina de 87 octanos

**Nota:** Extraído de (Instituto Ecuatoriano De Normalización Norma Técnica Ecuatoriana, 2018, p. 3)

Gasolina 92 octanos:

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) <sup>a</sup>	--	92,0	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	190	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% <sup>b</sup>	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	4,0	ASTM D381
Contenido de azufre	% <sup>c</sup>	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% <sup>b</sup>	--	35,0	ASTM D1319
Contenido de benceno	% <sup>b</sup>	--	2,0	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% <sup>b</sup>	--	25,0	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% <sup>c</sup>	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185
NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.				
<sup>a</sup> Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.				
<sup>b</sup> % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.				
<sup>c</sup> % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.				

**Figura 1. 3 Requisitos de la gasolina de 92 octanos**

**Nota:** Extraído de (Instituto Ecuatoriano De Normalización Norma Técnica Ecuatoriana, 2018, p. 4)

Gasolina 93 octanos:

Requisitos	Unidad	Minimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) <sup>a</sup>	--	93	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	190	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% <sup>b</sup>	--	2	ASTM D86
Relación vapor - líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	62	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	4	ASTM D381
Contenido de azufre	% <sup>c</sup>	--	0,03	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% <sup>b</sup>	--	35	ASTM D1319
Contenido de benceno	% <sup>b</sup>	--	1,3	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% <sup>b</sup>	--	25	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% <sup>c</sup>	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185
<sup>a</sup> Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.				
<sup>b</sup> % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.				
<sup>c</sup> % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.				

**Figura 1. 4 Requisitos de la gasolina de 93 octanos**

**Nota:** Extraído de (Instituto Ecuatoriano De Normalización Norma Técnica Ecuatoriana, 2018, p. 6)

## 1.12 EMISIONES

Todos los gases contaminantes generados por los vehículos con motores de combustión, a través del proceso químico interno y liberados por el tubo de escape, tienen

un impacto negativo en el medio ambiente. Algunos de estos gases perjudiciales afectan la salud humana. Mientras que otros son gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático y afectan la composición de la atmósfera terrestre.

Las emisiones de los vehículos se refieren a los gases y partículas liberados al medio ambiente durante su funcionamiento. Estas emisiones pueden incluir compuestos como óxido de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos no quemados (HC) y partículas finas. Estas emisiones tienen impactos negativos tanto en la salud humana como en el medio ambiente, y, por lo tanto, están sujetas a regulaciones a nivel nacional e internacional. Normativas como la NTE INEN 22-03 y 22-04 que establece límites permisivos mínimos y máximos ante los niveles de emisiones que los vehículos a gasolina pueden producir. (Velepucha-Sánchez & Sabando-Piguabe, 2021).

Existen varias formas en las que los fabricantes de vehículos pueden reducir las emisiones, incluyendo la mejora de la eficiencia del combustible, el uso de tecnologías de control de emisiones y la utilización de combustibles alternativos. Los vehículos híbridos y eléctricos son un ejemplo de una tecnología que produce menos emisiones que los vehículos de gasolina o diésel convencionales.

Los gobiernos y las organizaciones internacionales establecen límites para las emisiones de los vehículos, y los fabricantes deben cumplir con estos límites para poder vender sus vehículos. Estas regulaciones pueden variar dependiendo del país o región, pero en general buscan reducir las emisiones de los vehículos para proteger la salud humana y el medio ambiente.

### **1.12.1 EMISIONES EVAPORATIVAS.**

Ya que cada año se incrementa potencialmente el uso de diferentes modelos de vehículos que se utilizan dentro y fuera de las diferentes ciudades en el Ecuador, generan un incremento directamente proporcional en las emisiones o gases contaminantes que afectan a la atmósfera del planeta y así mismo a la salud de las personas, las cuales están expuestas a las contaminaciones que emanan por los tubos de escape de los diferentes vehículos (Núñez P. 2019).

Los vehículos son capaces de emanar emisiones evaporativas de diferentes maneras, como son las emisiones al momento de la circulación vehicular, ya que mientras se acelera o se detiene a través de la ruta en qué se desplaza el auto con el motor de combustión encendido.

Entre las principales emisiones producto de los automotores están los óxidos de nitrógeno (NOx), Monóxido de carbono (CO), y los hidrocarburos no combustionados (HC). (Núñez P. 2019)

Así también están las emisiones con el motor caliente que suceden cuando el motor se ha apagado y debido a su alta temperatura que reside, tiende a evaporar el combustible residual que contenía en el interior de sus sistemas. (Núñez P. 2019).

En función de las condiciones diurnas también se puede presentar emisiones de vapor activa, ya que sucede a pequeña escala debido a una alteración en la temperatura a la cual está expuesta el vehículo en la intemperie y genera una evaporación del combustible en el sistema; A su vez suceden las emisiones por reposo donde ciertos componentes del vehículo por donde circula el combustible posees una característica de permeabilidad, la cual permite una fuga del combustible a través de su estructura, pero sin alterar su forma original.

Otra emisión evaporativa se presenta al momento de detener el vehículo en una gasolinera o estación de carga de combustible debido a la apertura del depósito de combustible en dónde se encuentran retenidos los vapores producidos por el combustible almacenado, el cual se fuga en porcentajes mínimos por la tapa del depósito, así también como puede fugar por una avería en el sistema de canister. (Núñez P. 2019, p. 16)

### **1.12.2 EMISIONES EN ECUADOR**

Los automotores en el Ecuador están impulsados por combustibles fósiles como la gasolina y el diésel, por lo cual en su composición química se tiene los hidrocarburos compuestos de hidrógeno y carbono que al ser combustionados son capaces de emitir diferentes agentes contaminantes hacia el ambiente, en diferentes porcentajes o niveles en función del estado de ciertos sistemas que componen a los vehículos, también debido al fabricante y así también al año de fabricación o estado mecánico en el que se encuentre el vehículo. (Núñez P. 2019, p. 34)

### 1.12.2.1 Normativa Nacional de Emisiones

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) es el encargado de establecer reglamentaciones y normas técnicas para los materiales y productos fabricados y comercializados en el Ecuador. Estas normas abarcan métodos de pruebas, análisis, inspecciones, calificaciones y denominaciones de los materiales y productos en todas sus etapas, desde medios y finales. El objetivo es mejorar la productividad de todo el sector empresarial y permitir la comercialización internacional, en consonancia con los estándares de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Se considera que el CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) es un agente contaminante y uno de los principales contribuyentes al efecto invernadero. Ese gas se produce como resultado de la combustión de combustibles fósiles. Por esta razón, existen múltiples normativas internacionales para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de las máquinas con funcionamiento base de combustibles fósiles. Se ha demostrado que, al mejorar la eficiencia de estas máquinas en solo un 1%, se puede reducir aproximadamente un 3% de CO<sub>2</sub>. (Hussain et al., 2013, p. 22).

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas altamente contaminante que se libera al medio ambiente como resultado de diversas actividades humanas, Entre estas actividades se incluye la quema de combustibles fósiles para generar energía y la combustión de combustibles en los motores de los vehículos. El CO<sub>2</sub> es uno de los principales gases responsables del cambio climático, ya que tiene la capacidad de absorber y emitir radiación infrarroja en la atmósfera, lo que contribuye al calentamiento global. El aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera tiene un impacto directo en el cambio climático, manifestándose en fenómenos como el aumento de la temperatura global, las sequías, las inundaciones y los eventos climáticos extremos. (Liu et al., 2021,p. 32)

El transporte es responsable de una gran parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, con los vehículos de gasolina y diésel siendo los principales responsables. Los vehículos eléctricos y los vehículos híbridos emiten significativamente menos CO<sub>2</sub> que los vehículos de gasolina o diésel convencionales, ya que no emiten CO<sub>2</sub> directamente en el proceso de conducción. Sin embargo, si se toma en cuenta las emisiones producidas en la generación de electricidad, según el país o región, podrían tener emisiones similares o superiores al usar combustibles fósiles

Los gobiernos y las organizaciones internacionales establecen objetivos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y establecen políticas para promover la eficiencia energética y la adopción de tecnologías de baja emisión de CO<sub>2</sub>, como la promoción de vehículos eléctricos, la mejora de la eficiencia energética de los edificios y la promoción de la energía renovable.

### 1.12.3 NORMATIVA API

Las normativas implementadas por API (American Petroleum Institute) permiten dar un estricto control de calidad a los lubricantes desarrollados por diferentes fabricantes de manera internacional, con el fin de dar una distinción a las aplicaciones y características específicas de los diferentes tipos de lubricantes que se pueden utilizar con seguridad de funcionamiento y operación en la industria internacional. (Daquinta-Gradaille & Agrícola, 2018)

La American Petroleum Institute (API) es una asociación comercial estadounidense que representa a las compañías petroleras y de gas natural de los Estados Unidos. Entre sus funciones se encuentra la de establecer normas y especificaciones para los productos petrolíferos, incluyendo los combustibles para vehículos.

Entre las normas API más importantes para los combustibles para vehículos se encuentran:

API Service SJ, es una clasificación para los combustibles de gasolina, es la más antigua y comúnmente usada en los Estados Unidos.

API Service SN es la clasificación actual para los combustibles de gasolina, es una mejora de la clasificación anterior API Service SJ y tiene requisitos más estrictos en cuanto a la reducción de emisiones y la protección del sistema de emisiones del vehículo.

API Service CF es la clasificación para los aceites lubricantes para motores diésel y gasolina, su requisito es ayudar en la protección del motor y su durabilidad.

API Service CK-4 y API Service FA-4 son clasificaciones para los aceites lubricantes para motores diésel, especialmente diseñado para los motores diésel de la actualidad con sistemas de control de emisiones, también ayudan a la protección y durabilidad del motor

Las normas API son ampliamente utilizadas y se consideran como un estándar de calidad para los productos petrolíferos, y son reconocidas por la industria y los reguladores. Sin embargo, es importante tener en cuenta que cada país tiene su propia normativa y es recomendable revisarla antes de tomar decisiones o comparar productos.

## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este capítulo se busca dar a conocer en detalle las maneras ordenadas de cada método que se utiliza para realizar los análisis de scanner, osciloscopio y analizador de gases, bajo condiciones de arranque en frío en 3 vehículos seleccionados en la ciudad de Ibarra.

Se inicia con una recopilación documental de múltiples fuentes como tesis, artículos científicos y múltiples investigaciones previas con respecto o con similitud al tema; a continuación de ello se grafica un diagrama del orden que se realiza para recopilar toda la información necesaria empezando por la conexión del conector OBD 2 de cada vehículo con el scanner, al mismo tiempo la conexión del osciloscopio al hacia los diferentes sensores y actuadores que infieren variabilidad desde el arranque en frío hasta el momento de llegar a la temperatura normal de funcionamiento de los motores, esto mediante un método experimental que se emplea con el fin de obtener los datos y posterior análisis de las curvas características de dichos sensores y actuadores, posteriormente se inserta la sonda de análisis de gases previamente calibrada y encerada para conocer los niveles de emisiones y también la opacidad de estos gases contaminantes.

#### 2.1 TIPO DE METODOLOGÍA

##### 2.1.1 MÉTODO DOCUMENTAL

En el presente trabajo se emplea principalmente un método documental con el fin de recabar información previamente obtenida por múltiples fuentes bibliográficas y científicas que brinden un aporte al desarrollo del presente tema y que esta información sea verídica y comprobable. (Pedro et al., 2018, p.22)

Toda la información que se recopila con respecto al tema que se obtenga de las múltiples tesis, publicaciones científicas, libros, blogs, etc. debe poseer total comprensión y lógica con el fin de que pueda ser Argumentada de manera sistemática ya que así se respalda la importancia y veracidad de la información.

### **2.1.2 MÉTODO ANALÍTICO**

En el presente trabajo se utiliza un método analítico, con el cuál se permite una experimentación durante los procesos y métodos de investigación hasta llegar a obtener toda la información resultante de la investigación para comprender de mejor manera los datos recolectados, mediante un desglose total en el cual se presente toda la información sustentada, de los modelos de vehículos que se han determinado para el presente trabajo y así estudiar la información real de condiciones de arranque en frío.(Franco & Solórzano, 2019, p. 46)

### **2.1.3 MÉTODO EXPERIMENTAL**

Para la realización total del presente trabajo es vital un método basado en la observación y la manipulación de los múltiples equipos con los cuales se cuenta para determinar las múltiples variables de estudio que se busca obtener información y que generen una relevancia ante el tema de estudio.(Hernández-Sampieri & Collado, 2018)

Es así como se obtienen los múltiples valores y características brindadas por el scanner, curvas de funcionamiento y voltajes obtenidos por el osciloscopio, valores en función de ciertos niveles permisibles de las emisiones y de los porcentajes de opacidad presente en los gases contaminantes bajo características de arranque en frío.

## **2.2 METODOLOGÍA A UTILIZAR**

La presente recopilación de información bajo condiciones de arranque en frío se realiza con el propósito de que la información obtenida y analizada, sirva para que en futuras investigaciones se realicen proyectos investigativos en los cuales se logre desarrollar un artefacto o mecanismo, el cual permita una reducción significativa de los niveles de consumo de combustible desde el arranque en frío hasta que el motor obtenga la temperatura adecuada de funcionamiento normal.

A futuro se espera que los dueños de vehículos que invierten en combustible el cual cada vez tiene una tendencia a aumentar su costo puedan economizar la mayor cantidad de combustible desde el primer momento de funcionamiento de sus motores y que a su vez con la reducción de combustible malgastado se reduzcan los niveles de emisiones que actualmente son superiores al momento del arranque en frío.

## 2.3 MATERIALES Y EQUIPOS

Para una correcta extracción y análisis de oscilogramas correspondientes a sensores, actuadores y unidad de control, es necesario la utilización de diferentes equipos de diagnóstico automotriz como scanner, osciloscopios y analizador de gases; Así también se requieren herramientas manuales que permitan una correcta ejecución de los procesos que permitan generar una mayor facilidad de estos.

### 2.3.1 EQUIPOS

Los equipos a utilizar dentro del presente proyecto para poder extraer y analizar los datos de funcionamiento de los sistemas del vehículo son:

Número	Equipo	Marca	Modelo
1	Scanner	AUTEL	MaxiCheck mx808
2	Osciloscopio	OTC	3840f
3	Osciloscopio	FINEST	1006
4	Osciloscopio	Micsig	T01104
5		Brain Bee	OPA-100

#### 2.3.1.1 Scanner AUTEL MaxiCheck mx808

El Autel MaxiCheck MX808 es un dispositivo de diagnóstico de automóviles de mano desarrollado por la compañía Autel. Es un escáner de diagnóstico multi-sistema que se utiliza para diagnosticar y solucionar problemas en vehículos. Con su pantalla táctil de 7 pulgadas, el MaxiCheck MX808 puede leer y borrar códigos de diagnóstico y realizar pruebas en varios sistemas, incluyendo el motor, la transmisión, el ABS y el airbag.

El MaxiCheck MX808 también ofrece una amplia variedad de funciones de servicio, como la programación de llaves, la calibración de sensores y la activación de módulos. Además, cuenta con una base de datos de codificación de fábrica y una interfaz intuitiva para ayudar a los técnicos a realizar diagnósticos y reparaciones más eficientes.

En resumen, el Autel MaxiCheck MX808 es un dispositivo versátil y eficiente para la diagnosis y solución de problemas en vehículos que puede ayudar a ahorrar tiempo y dinero a los profesionales de la industria automotriz.(Autelonline.com, 2023)



**Figura 2. 1 Scanner automotriz AUTEL MaxiCheck mx808**

**Nota:** en la figura se observa el escáner AUTEL MaxiCheck mx808, fuente (Autelonline.com, 2023)

### 2.3.1.2 Osciloscopio OTC 3840f

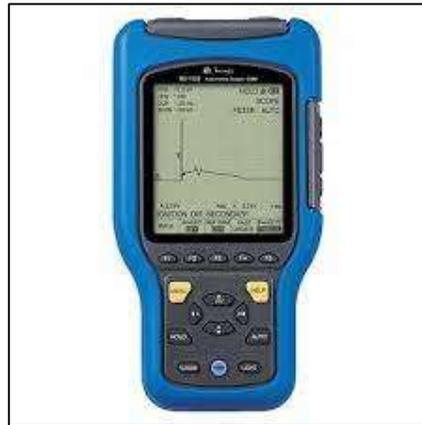


**Figura 2. 2 Osciloscopio OTC 3840f**

**Nota:** en la figura se observa el Osciloscopio OTC 3840f, fuente (ForcatPeru SAC, 2023)

El OTC 3840F es un Osciloscopio Digital Portátil de Mano de 2 Canales (25Mhz) / Multímetro Gráfico que puede ser utilizado sobre vehículos Carburados como también en Sistemas de Inyección Electrónica Nafta (Indirecta / Directa) y Sistemas Diesel Common Rail de Última Generación.

### 2.3.1.3 Osciloscopio FINEST 1006



**Figura 2. 3 Osciloscopio FINEST 1006**

**Nota:** en la figura se observa el Osciloscopio FINEST 1006, fuente (TECNOTALLERES, 2023)

Según la web especializada TECNOTALLERES (2023), las características técnicas de este osciloscopio son:

- Monitor con cuerpo en plástico ABS de alta resistencia.
- Ancho de Banda de 25 MHz, (25 millones de muestras por segundo).
- Pantalla de cristal líquido, con retroiluminación.
- Teclado de toque suave.
- Único osciloscopio con posibilidad de actualización de software.
- Multímetro automotriz gráfico.
- Modo único GlitchSnare que permite capturar y visualizar señales anormales en el modo de prueba de componentes EFI.
- Modo único OneShoot, congela la pantalla cuando encuentra variaciones en la señal.

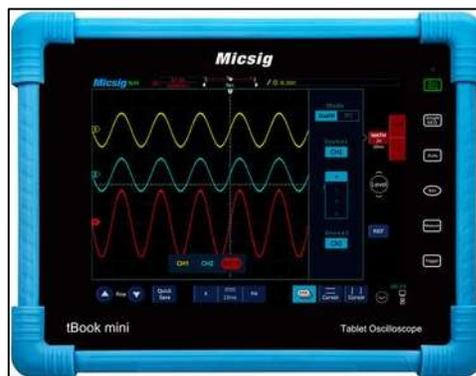
- Conexión a PC vía puerto USB.
- Batería interna recargable.

El osciloscopio FINEST 1006 es un dispositivo electrónico utilizado para medir y visualizar señales eléctricas en tiempo real. Permite ver la forma de la onda, amplitud y frecuencia de las señales eléctricas. Es una herramienta común en la reparación y diseño de circuitos electrónicos.

#### 2.3.1.4 Osciloscopio Automotriz Micsig T01104

La figura se muestra un osciloscopio automotriz, el cual muestra gráficamente el funcionamiento de múltiples sensores, actuadores y demás sistemas electro-electrónicos del vehículo al momento de su funcionamiento, mediante gráficas en tiempo real con las curvaturas que se generan entre el voltaje, intensidad y el tiempo de funcionamiento, con ello se obtiene la información de curvas características en funcionamiento normal y en los casos de que se presente un fallo o una variación debido a múltiples situaciones como es la temperatura de funcionamiento, que influye en ciertos sensores comandados por la ECU del vehículo.

Los diferentes elementos del vehículo funcionan a diferentes voltajes, el uso del osciloscopio permite jugar de manera automática con la gráfica donde se puede variar el voltaje de medición, la intensidad y la escala de tiempo a la cual se muestran las gráficas en el plano XY, con capacidad de muestreo a 1GSa/s.



**Figura 2. 4 Micsig T01104**

**Nota:** en la figura se puede apreciar el osciloscopio Micsig T01104, tomado de (Micsig, 2021)

### 2.3.1.5 Analizador de gases Brain Bee AGS-688

En la figura a continuación se muestra el analizador de gases, el mismo que tiene la función de cuantificar la cantidad de partículas presentes en los gases de escape de los vehículos.

Con la cuantificación de los gases de escape se puede detallar si un vehículo está realizando una correcta combustión dentro de la cámara o si puede existir algún problema que genera una emisión aún mayor de gases nocivos hacia el medio ambiente.

El analizador de gases Brain Bee AGS-688 muestra las lecturas actualizadas en curso, gracias a sus pantallas led, así como al finalizar las pruebas el usuario puede imprimir los resultados obtenidos de las mismas.

Con el analizador de gases se puede medir los siguientes gases: CO (%vol.), CO<sub>2</sub>(%vol.), HC hexano (ppm vol.), O<sub>2</sub> (% vol.), NO<sub>x</sub> (ppm vol.).



**Figura 2. 5 Brain Bee AGS-688**

**Nota:** en la figura se puede apreciar el analizador de gases Brain Bee AGS-688, tomado de (BRAIN BEE, 2022)

### 2.3.2 HERRAMIENTAS

La tabla a continuación detalla las herramientas que son necesarias para poder extraer los diferentes resultados necesarios para el proyecto.

**Tabla 2. 1 Herramientas utilizadas**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
1	Juego de rachas y llaves
1	Destornillador plano
1	Destornillador de estrella
10	Agujas de osciloscopio

**Nota:** en la tabla se puede visualizar la descripción y cantidad de herramientas a utilizar en la investigación, elaborado por los autores.

### 2.3.3 MARCAS Y MODELOS DE VEHÍCULOS EMPLEADOS

Los vehículos que se utilizarán para las pruebas del proyecto son detallados en la tabla la cual se presenta a continuación:

**Tabla 2. 2 Vehículos seleccionados**

<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Año</b>	<b>Cilindraje</b>
Chevrolet	Spark GT	2019	1200 cc
Chevrolet	Corsa Evolution	2007	1400 cc
Kia	Picanto	2005	1100 cc

**Nota:** En la tabla se puede visualizar la marca, modelo, año y cilindraje de los vehículos a utilizar en la investigación.

### 2.3.3.1 Chevrolet Spark GT 2019

**Tabla 2. 3 Spark GT**

Parámetros	Valor
Año	2019
Cilindrada	1.206 cc
Número de Cilindros	4
Disposición de Cilindros	En Línea
Potencia Máxima (CV)	80
Revoluciones Potencia Máxima (rpm)	4800
Torque Máximo (Nm)	108
Revoluciones Torque Máximo (rpm)	4800
Combustible	Gasolina

**Fuente:** (Chevrolet, 2019b)



**Figura 2. 6 Spark GT 2019**

**Nota:** En la figura se puede visualizar el vehículo Spark GT a utilizar en la investigación, fotografía realizada por los autores.

### 2.3.3.2 Chevrolet Corsa Evolution 2007 1.4L

**Tabla 2. 4 Corsa Evolution 2007**

Parámetros	Valor
Año	2002
Cilindrada	1.389 cc
Número de Cilindros	4
Disposición de Cilindros	En Línea
Potencia Máxima (CV)	94
Revoluciones Potencia Máxima (rpm)	5600
Torque Máximo (Nm)	124
Revoluciones Torque Máximo (rpm)	2800
Combustible	Gasolina

**Fuente:** (Chevrolet, 2019)



**Figura 2. 7 Corsa Evolution 2007**

**Nota:** En la figura se puede visualizar el vehículo corsa Evolution 2007 1.4L a utilizar en la investigación, fotografía realizada por los autores.

### 2.3.3.3 Kia Picanto lx 2005 1.1 L

**Tabla 2. 5 Kia Picanto lx 2005**

Parámetros	Valor
Año	2005
Cilindrada	1120cc
Número de Cilindros	4
Disposición de Cilindros	En Línea
Potencia Máxima (CV)	75
Revoluciones Potencia Máxima (rpm)	6000
Torque Máximo (Nm)	153
Revoluciones Torque Máximo (rpm)	2750
Combustible	Gasolina

**Fuente:** (auto-data, 2023)



**Figura 2. 8 Kia Picanto lx 2005 1.1 L**

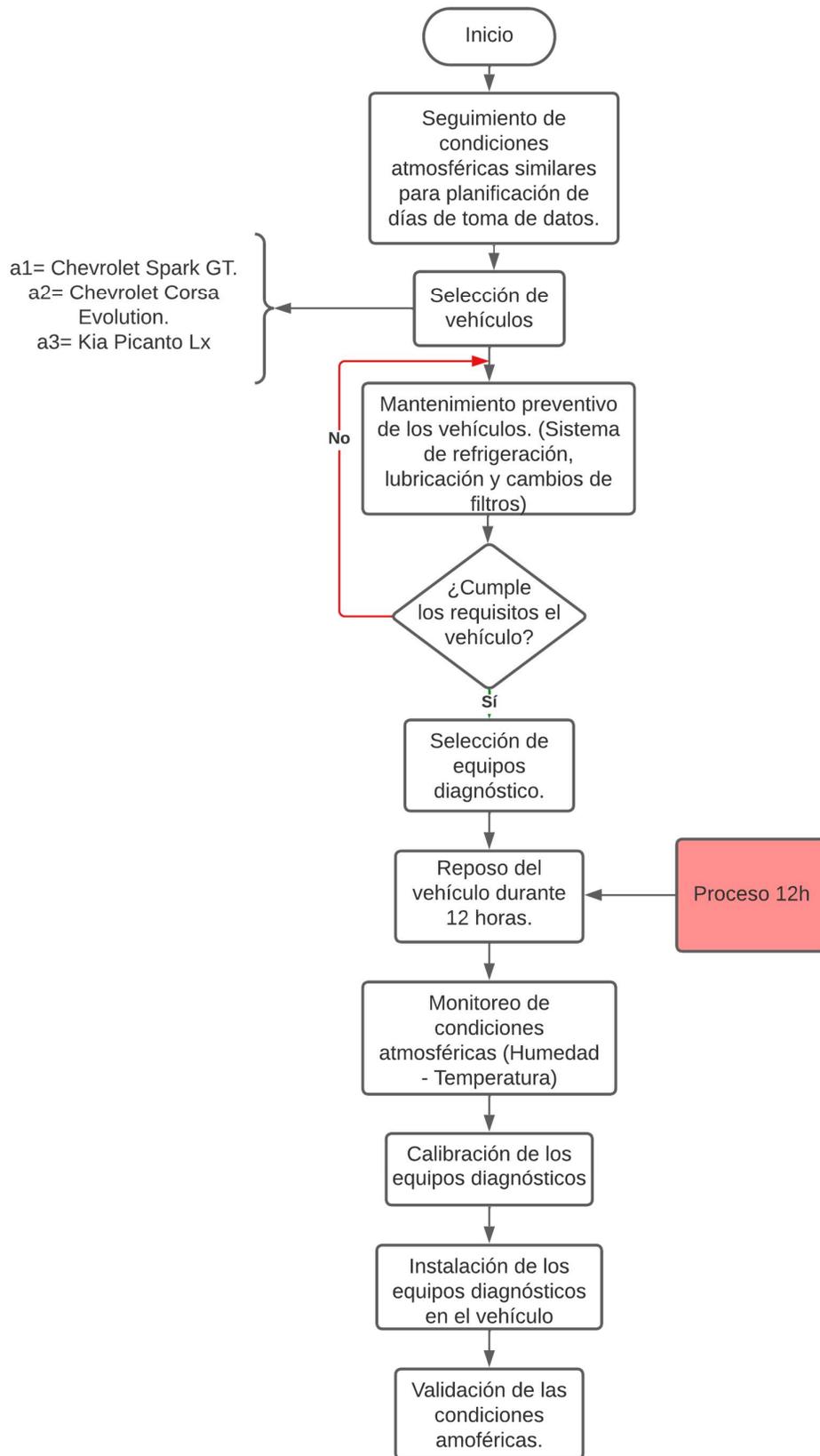
**Nota:** En la figura se puede visualizar el vehículo Kia Picanto lx 2005 1.1 La utilizar en la investigación, fotografía realizada por los autores.

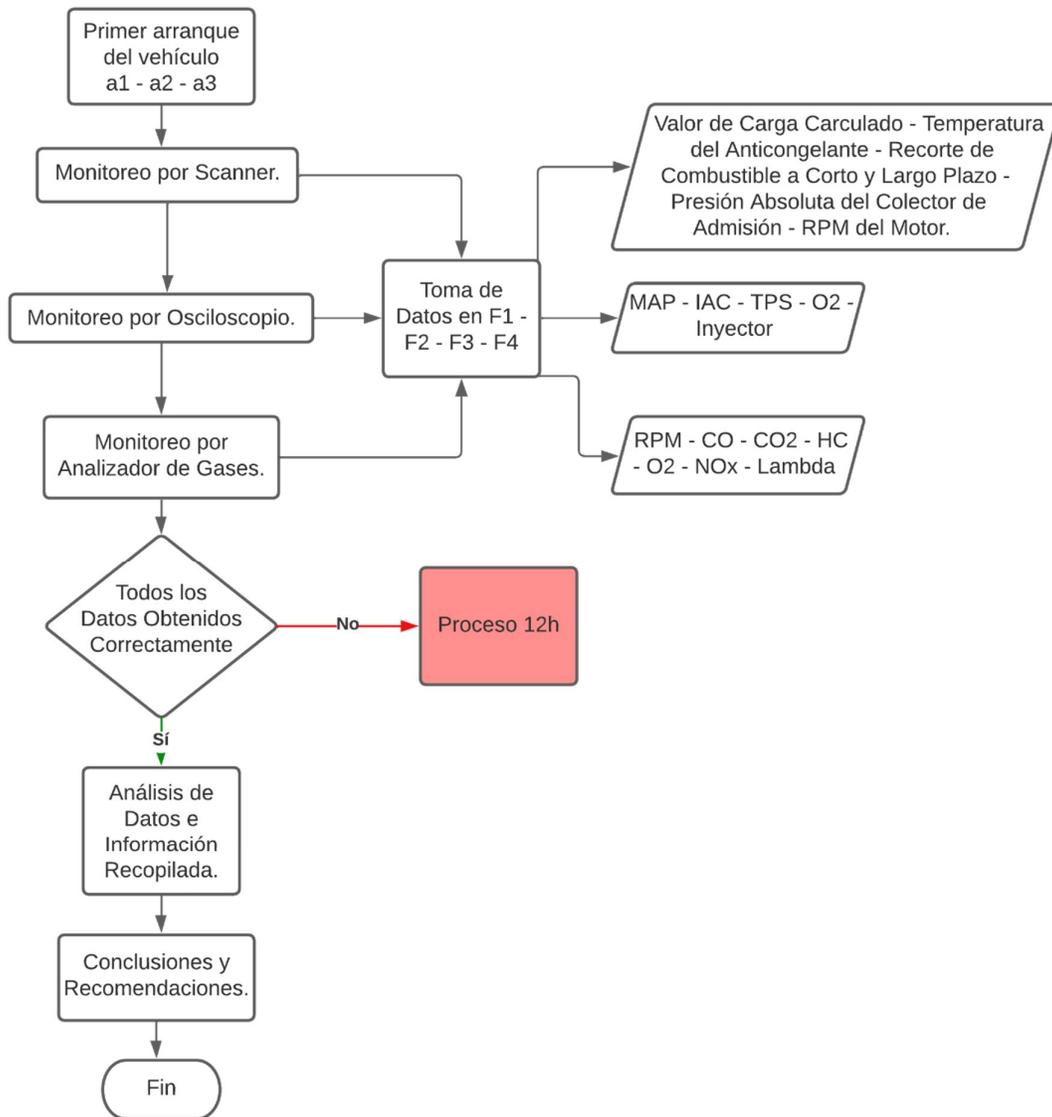
### 2.3.4 PROCESOS METODOLÓGICOS

En la **figura 2.9** se observa el diagrama de flujo ordenado con los pasos generales a seguir para la elaboración del presente trabajo. Se muestra un breve resumen de los diferentes pasos a seguir antes, durante y después de obtener los datos requeridos para su posterior análisis.

El Diagrama de flujo mostrado detalla también los requerimientos a cumplir en los vehículos antes de proceder a la recopilación de información con los equipos de diagnóstico automotriz establecidos. Se muestra el proceso ordenado para obtener todos los datos necesarios en los diferentes sensores, actuadores y emisión de gases en las fases determinadas para la recopilación de información.

Los vehículos seleccionados para el análisis se deben someter a un mantenimiento preventivo. Consta de un cambio de aceite y filtro de motor, cambio de refrigerante del motor y cambio de filtro de aire y combustible. Así también que el motor y sus diferentes sistemas no hayan sido alterados de su estado original.





**Figura 2. 9 Descripción del proceso de monitoreo de elementos de los vehículos en las pruebas. Primera Parte**

**Figura 2. 10 Descripción del proceso de monitoreo de elementos de los vehículos en las pruebas. Segunda parte**

**Nota:** En las figuras 2.9 y 2.10; se puede visualizar el detalle del proceso para la toma de datos realizada por los investigadores.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos presentados a continuación son los obtenidos del scanner en tiempo real, al momento de cada fase este proceso se repite en los 3 vehículos pruebas que se describieron en la sección 2.2 de la siguiente forma:

- 1ra Fase es al momento de encender el motor.
- 2da Fase es a un intervalo de 3 minutos después aproximadamente.
- 3ra fase es a un intervalo de 7 minutos después, aproximadamente.
- 4ta Fase es al momento en que se enciende el electroventilador y el motor llega a su máxima temperatura de funcionamiento.

Se utiliza un termómetro de exteriores para obtener la temperatura (°C) y humedad (%) presentes en el momento en que se realiza la toma de datos en los diferentes vehículos. Estos valores se obtienen por una posible consideración de influencia a los datos obtenidos en las pruebas de los vehículos.

Los datos particulares de los sensores de cada uno de los vehículos, en cada fase se pueden revisar en la sección de Anexos, estos datos que se obtuvieron mediante el uso de los Osciloscopios en los sensores IAC, TPS, O2, MAP e Inyector 1.

Los datos y valores obtenidos por el Scanner AUTEL MaxiCheck mx808 a tener en cuenta para esta investigación son:

**El valor de carga calculado** indica la mezcla que hay en la cámara antes de la combustión. La carga calculada en un motor indica la cantidad de trabajo que está realizando el motor en un momento dado. Esto se puede calcular a partir de la cantidad de energía que se está utilizando para hacer girar el motor y para superar las cargas mecánicas, térmicas y eléctricas. La carga calculada se puede medir en unidades como el porcentaje de la capacidad máxima del motor, o en términos de potencia. Esta información es importante para monitorear el rendimiento del motor y detectar problemas antes de que causen un fallo en el sistema.

**La temperatura del refrigerante** en el motor indica la temperatura del líquido refrigerante que circula a través del sistema de enfriamiento del motor. Esta temperatura es

importante porque indica las condiciones térmicas de funcionamiento del motor y permite prevenir sobrecalentamiento y daño. Normalmente, la temperatura óptima del refrigerante oscila entre los 90°C y los 105°C. Sin embargo, puede variar según el tipo de motor y las condiciones de funcionamiento.

**El ajuste de combustible a corto plazo** esto es una estrategia que tiene la computadora para mantener el ciclado del sensor de oxígeno. El objetivo es mantener una mezcla de aire y combustible en el nivel óptimo para una combustión eficiente y una reducción de emisiones en tiempo real. El ajuste de combustible a corto plazo se realiza en intervalos muy pequeños de tiempo, generalmente en milisegundos, y se basa en la retroalimentación en tiempo real de los sensores de oxígeno y otros sensores. Se busca mantener el pulso de inyección en un valor de apertura o cierre en 0%.

**El ajuste de combustible a largo plazo** o “ajuste de combustible de bucle abierto”. Se realiza el ajuste en base a datos históricos y tendencias observadas durante un período prolongado de tiempo. A diferencia del ajuste a corto plazo, se enfocan en disminuir dicho ajuste en 0% sin correcciones. Estos ajustes a largo plazo pueden compensar cambios en el rendimiento del motor debido a la acumulación de suciedad en los inyectores, el desgaste de los componentes o la variación en las características de los combustibles utilizados.

**La presión absoluta del colector de admisión** es la presión total que se mide en el interior del colector de admisión de un motor de combustión interna. Esta incluye la presión ambiente más la presión generada por la aspiración del motor. La presión absoluta del colector de admisión es un parámetro importante en el diseño y la optimización del rendimiento del motor, ya que afecta directamente la cantidad de aire y combustible que se puede aspirar y, por lo tanto, la eficiencia y el rendimiento del motor.

**RPM (Revoluciones por Minuto)** es una medida de la velocidad de giro de un motor. Se refiere al número de veces que el motor gira sobre su propio eje en un minuto. Esta medida es importante ya que indica la potencia del motor y su capacidad de realizar trabajo. Cuanto mayor sea el número de RPM, más potente será el motor. Es importante tener en cuenta que los motores con una mayor RPM también suelen requerir una mayor cantidad de combustible y mantenimiento, por lo que se deben tener en cuenta todos estos factores al elegir un motor para una aplicación específica.

**La sonda lambda** es un dispositivo que se utiliza en el sistema de control de emisiones de un automóvil. Está diseñada para medir la cantidad de oxígeno en los gases de escape del motor y enviar esa información al controlador de la gestión del motor. El controlador utiliza esta información para ajustar la mezcla de combustible y aire que entra en el motor para garantizar que se queme de manera eficiente y se cumplan los estándares de emisiones. La sonda lambda es un componente importante en la reducción de emisiones contaminantes y la eficiencia energética de un automóvil.

### 3.1 TOMA DE DATOS VEHÍCULO SPARK GT 2019 (1.2L)

La temperatura ambiente del día de la prueba era de 24.8 grados centígrados mínimo y una máxima de 25.4 °C con una humedad del 52%.



**Figura 3. 1 Temperatura y Humedad**

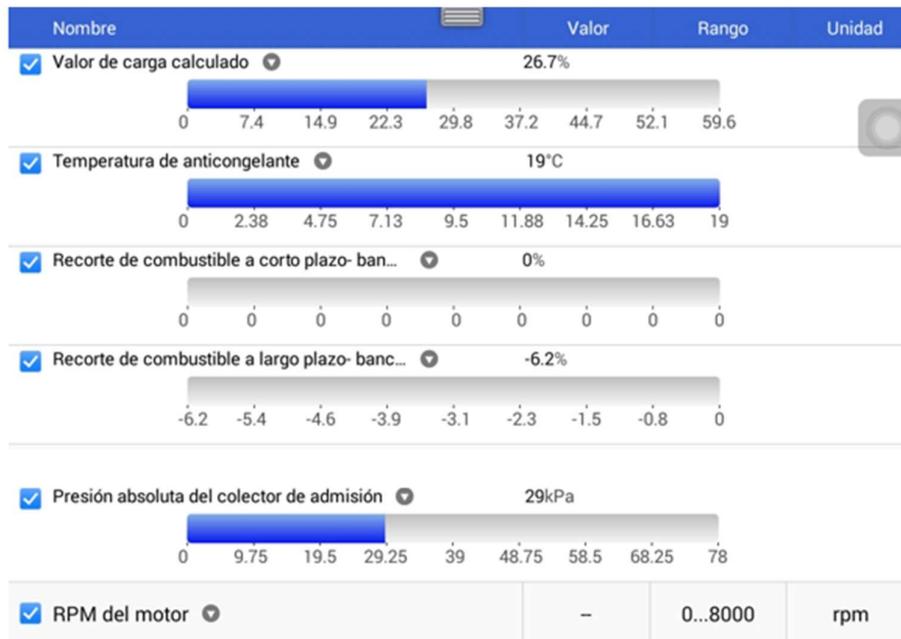
**Nota:** en la figura se puede apreciar la temperatura ambiente en el momento de la prueba, fuente los investigadores.

### 3.1.1 FASE 1

Nombre	Valor	Rango	Unidad
<input checked="" type="checkbox"/> Valor de carga calculado	26.7	0...100	%
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura de anticongelante	19	-40...215	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	0	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	-6.2	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Presión absoluta del colector de admisión	29	0...255	kPa
<input checked="" type="checkbox"/> RPM del motor	1000	0...8000	rpm

**Figura 3. 2 Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 3 Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 1 Resultados de fase 1**

Valores Medidos	Fase 1
RPM (1/min)	1000
CO (% Vol.)	0.57
CO2 (% Vol.)	14
HC (ppm Vol.)	261
O2 (% Vol.)	1.99
Lambda	1.065

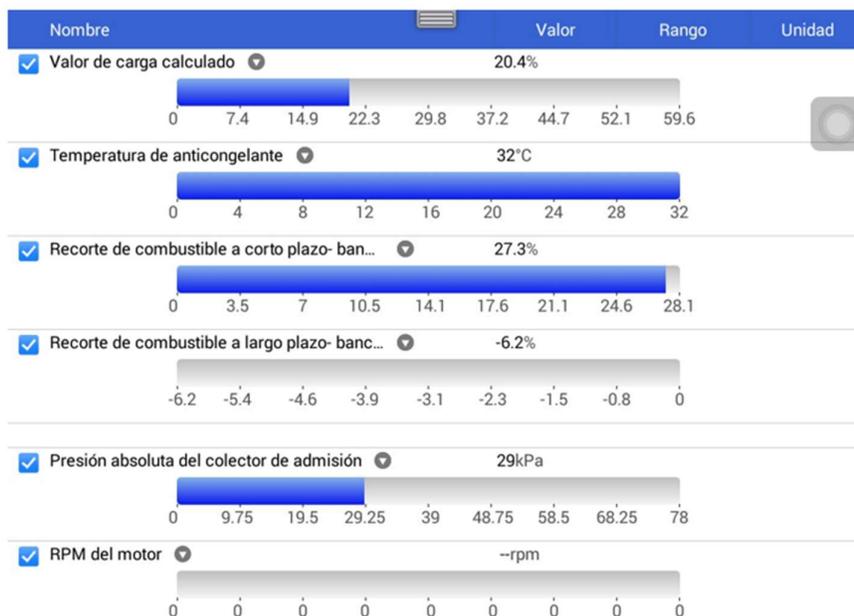
**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

### 3.1.2 FASE 2

Nombre	Valor	Rango	Unidad
<input checked="" type="checkbox"/> Valor de carga calculado	20.4	0...100	%
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura de anticongelante	32	-40...215	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	27.3	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	-6.2	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Presión absoluta del colector de admisión	29	0...255	kPa
<input checked="" type="checkbox"/> RPM del motor	870	0...8000	rpm

**Figura 3. 4 Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 5 Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos de forma gráfica por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 2 Resultados de fase 2**

Valores Medidos	Fase 2
RPM (1/min)	870
CO (% Vol.)	0.27
CO2 (% Vol.)	14.4
HC (ppm Vol.)	153
O2 (% Vol.)	1.81
Lambda	1.069

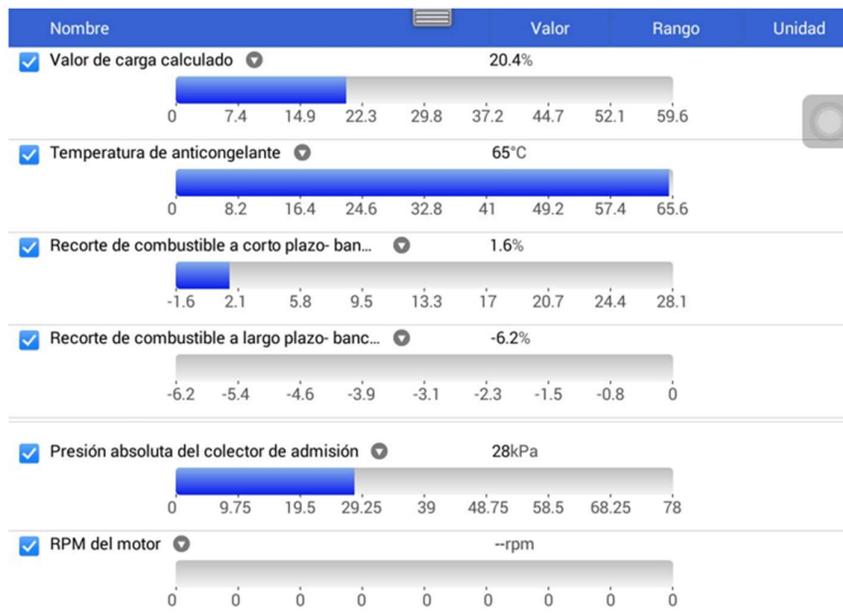
**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

### 3.1.3 FASE 3

Nombre	Valor	Rango	Unidad
<input checked="" type="checkbox"/> Valor de carga calculado	20.4	0...100	%
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura de anticongelante	65	-40...215	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	1.6	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	-6.2	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Presión absoluta del colector de admisión	28	0...255	kPa
<input checked="" type="checkbox"/> RPM del motor	680	0...8000	rpm

**Figura 3. 6 Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 7 Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 3 Resultados de fase 3**

Valores Medidos	Fase 3
RPM (1/min)	680
CO (% Vol.)	0.02
CO2 (% Vol.)	15
HC (ppm Vol.)	74
O2 (% Vol.)	1.51
Lambda	1.065

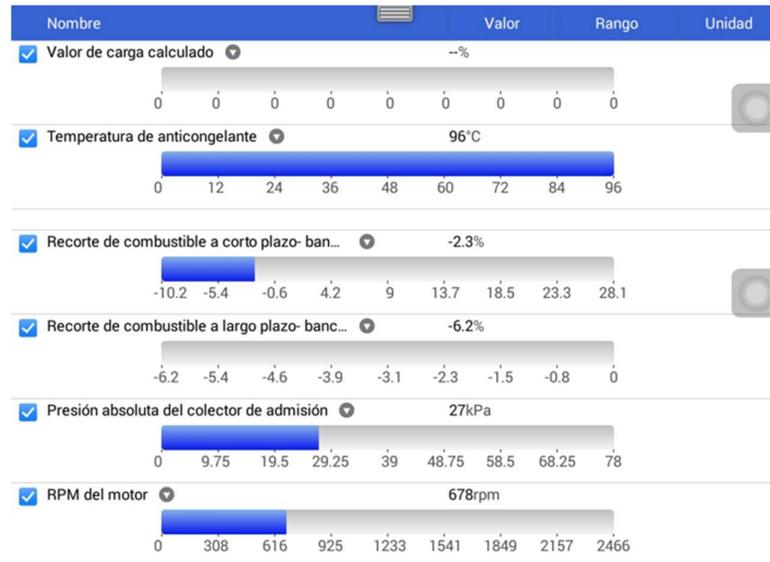
**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

### 3.1.4 FASE 4

Nombre	Valor	Rango	Unidad
<input checked="" type="checkbox"/> Valor de carga calculado	20.5	0...100	%
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura de anticongelante	96	-40...215	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	-2.3	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	-6.2	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Presión absoluta del colector de admisión	27	0...255	kPa
<input checked="" type="checkbox"/> RPM del motor	678	0...8000	rpm

**Figura 3. 8 Datos fase 4 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 9 Datos fase 4 Scanner automotriz vehículo Spark GT 2019**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos de forma gráfica por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 4 Resultados de fase 4**

Valores Medidos	Fase 4
RPM (1/min)	670
CO (% Vol.)	0.01
CO2 (% Vol.)	15.3
HC (ppm Vol.)	18
O2 (% Vol.)	1.43
Lambda	1.063

**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

### 3.1.5 COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LAS FASES EN EL VEHÍCULO CHEVROLET SPARK GT 2009

**Tabla 3. 5** Tabla de resultados vehículo Chevrolet Spark GT 2009

Valores Medidos	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
RPM (1/min)	1000	870	680	670
CO (% Vol.)	0.57	0.27	0.02	0.01
CO2 (% Vol.)	14	14.4	15	15.3
HC (ppm Vol.)	261	153	74	18
O2 (% Vol.)	1.99	1.81	1.51	1.43
Lambda	1.065	1.069	1.065	1.063

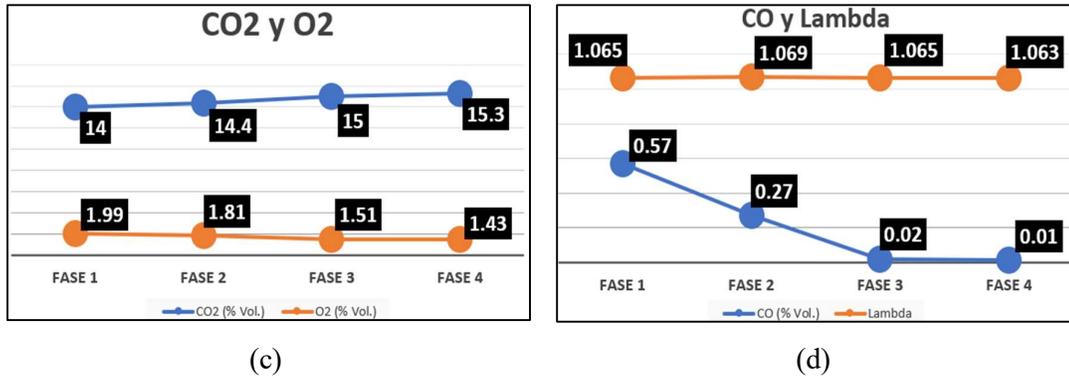
**Nota:** en la tabla se puede observar los resultados obtenidos en las diferentes fases de análisis del vehículo Chevrolet Spark GT 2019.

**Figura 3. 10** Gráficas de análisis de Chevrolet Spark GT 2009



(a)

(b)



**Figura 3.10 (a):** Análisis de Revoluciones por Minuto; **(b):** Análisis de Hidrocarburos quemados; **(c):** Análisis de Dióxido de carbono y Oxígeno; **(d):** Análisis de Monóxido de carbono y señal Lambda.

**Nota:** en la figura se puede observar los resultados obtenidos en las diferentes fases de análisis del vehículo Chevrolet Spark GT 2019.

Analizando la **Figura 3.10** se puede apreciar que en el vehículo Chevrolet Spark Gt 2019 hasta alcanzar la temperatura óptima de funcionamiento existe una reducción en los gases de monóxido de carbono (CO) que va desde lo 0.57 % Vol. a 0.01 % Vol., mientras que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) tiene un ligero aumento entre 14 % Vol hasta 15.3% Vol. En el caso los Hidrocarburos no combustionados (HC) se reducen considerablemente desde el análisis de la fase uno que corresponde a 261ppm Vol. hasta 18 ppm Vol. La cantidad de Oxígeno (O<sub>2</sub>) se muestra con una disminución desde 1.99 % Vol. a 1.43 % Vol. La sonda lambda no registra mayor variación ya que presenta valores desde 1.065 hasta 1.063.

### 3.2 TOMA DE DATOS VEHÍCULO CORSA EVOLUTION 2007 (1.4L).

La temperatura ambiente del día de la prueba era de 20 grados centígrados mínimo y una máxima de 20.5 °C con una humedad del 51%.



**Figura 3. 11 Temperatura y Humedad**

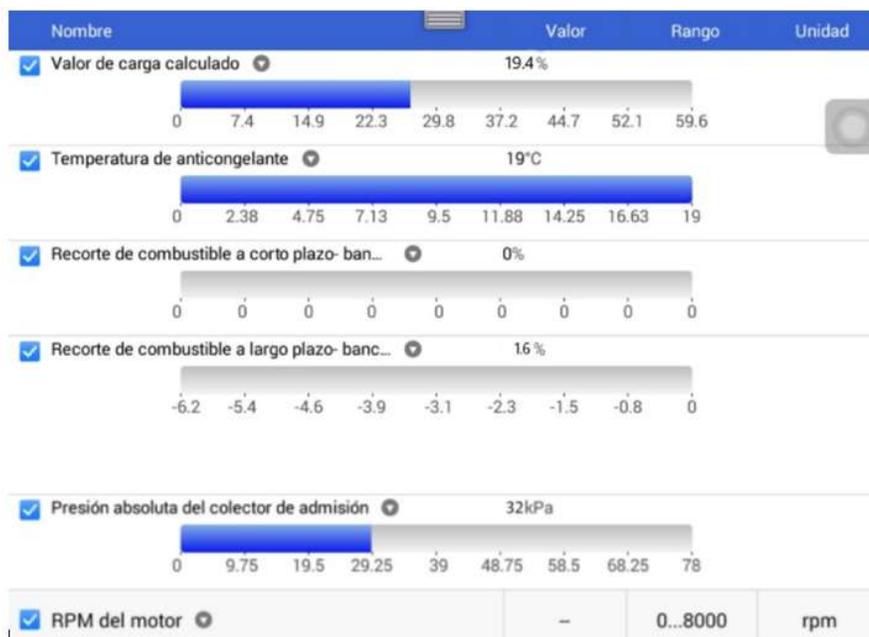
**Nota:** en la figura se puede apreciar la temperatura ambiente en el momento de la prueba, fuente los investigadores.

### 3.2.1 FASE1

Nombre	Valor	Rango	Unidad
Valor de carga calculado	19.4	0...100	%
Temperatura de anticongelante	19	-40...215	°C
Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	0	-100...99.22	%
Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	1.6	-100...99.22	%
Presión absoluta del colector de admisión	32	0...255	kPa
RPM del motor	1100	0...8000	rpm

**Figura 3. 12 Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 13 Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos de forma gráfica por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 6 Resultados de fase 1**

Valores Medidos	Fase 1
RPM (1/min)	1100
CO (% Vol.)	9.9
CO2 (% Vol.)	16.2
HC (ppm Vol.)	2070
O2 (% Vol.)	3.55
Lambda	0.872

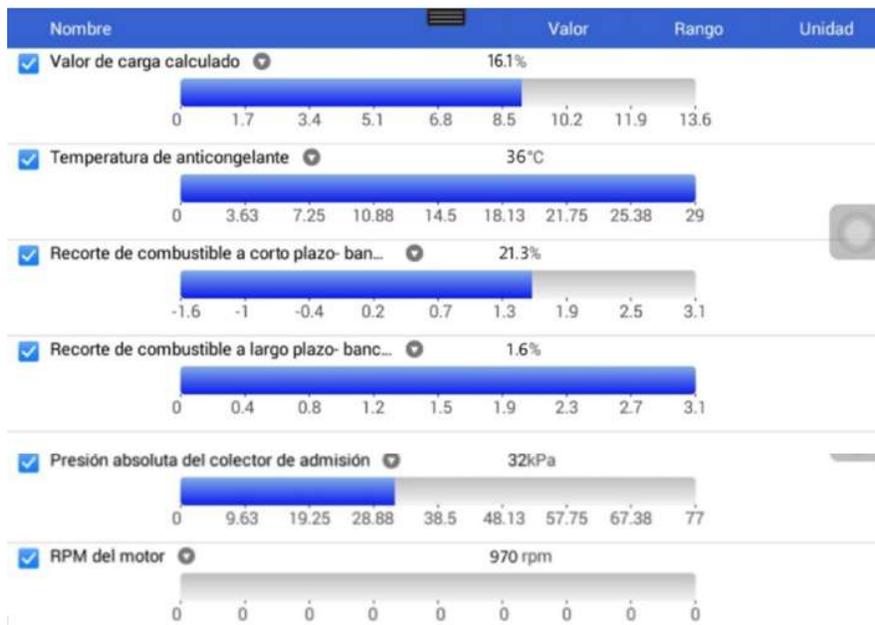
**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

### 3.2.2 FASE 2

Nombre	Valor	Rango	Unidad
<input checked="" type="checkbox"/> Valor de carga calculado	16.1	0...100	%
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura de anticongelante	36	-40...215	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	21.3	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	1.6	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Presión absoluta del colector de admisión	32	0...255	kPa
<input checked="" type="checkbox"/> RPM del motor	970	0...8000	rpm

**Figura 3. 14 Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 15 Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos de forma gráfica por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 7 Resultados de fase 2**

Valores Medidos	Fase 2
RPM (1/min)	970
CO (% Vol.)	0.75
CO2 (% Vol.)	13.4
HC (ppm Vol.)	248
O2 (% Vol.)	2.64
Lambda	1.093

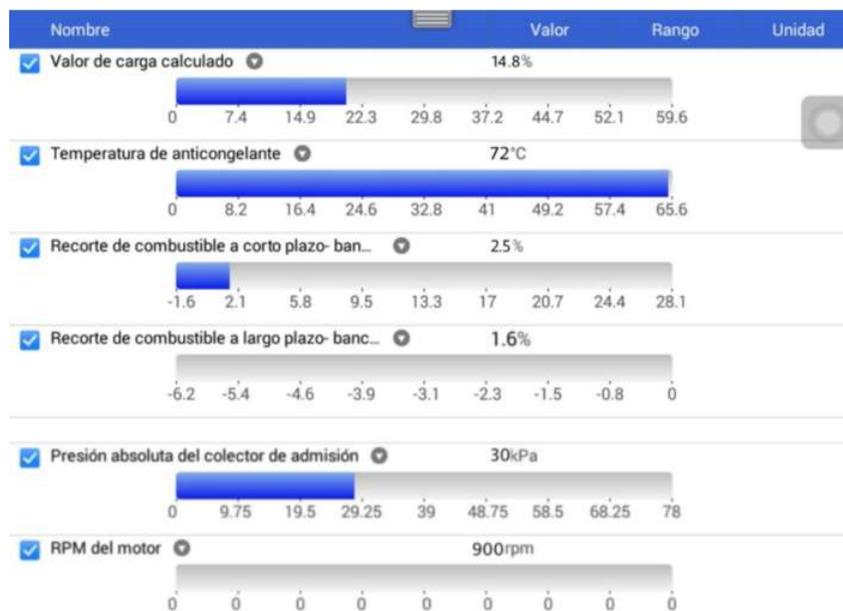
**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

### 3.2.3 FASE 3

Nombre	Valor	Rango	Unidad
<input checked="" type="checkbox"/> Valor de carga calculado	14.8	0...100	%
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura de anticongelante	72	-40...215	*C
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	2.5	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	1.6	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Presión absoluta del colector de admisión	30	0...255	kPa
<input checked="" type="checkbox"/> RPM del motor	900	0...8000	rpm

**Figura 3. 16 Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 17 Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos de forma gráfica por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 8 Resultados de fase 3**

Valores Medidos	Fase 3
RPM (1/min)	900
CO (% Vol.)	0.75
CO2 (% Vol.)	13.3
HC (ppm Vol.)	240
O2 (% Vol.)	2.43
Lambda	1.084

**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

### 3.2.4 FASE 4

Nombre	Valor	Rango	Unidad
<input checked="" type="checkbox"/> Valor de carga calculado	14.8	0...100	%
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura de anticongelante	98	-40...215	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	1.1	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	1.6	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Presión absoluta del colector de admisión	30	0...255	kPa
<input checked="" type="checkbox"/> RPM del motor	830	0...8000	rpm

**Figura 3. 18 Datos fase 4 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 19 Datos fase 4 Scanner automotriz vehículo corsa Evolution 2007**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos de forma gráfica por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 9 Resultados de fase 4**

Valores Medidos	Fase 4
RPM (1/min)	830
CO (% Vol.)	1.7
CO2 (% Vol.)	13.2
HC (ppm Vol.)	288
O2 (% Vol.)	2.05
Lambda	1.031

**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

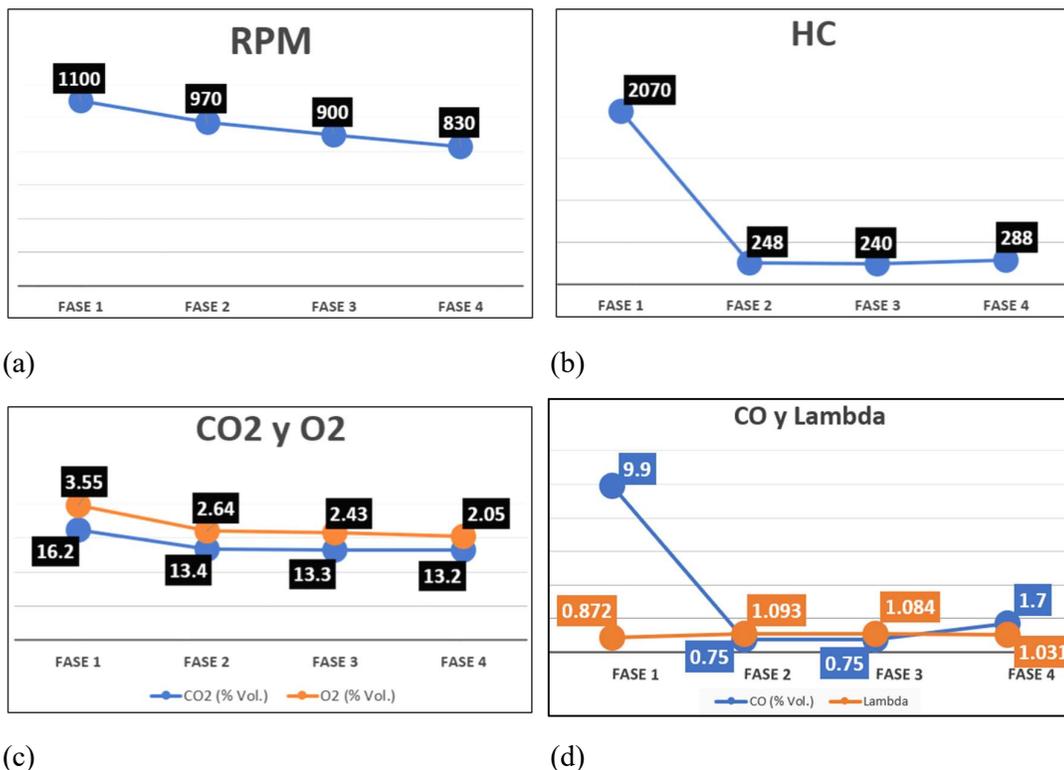
### 3.2.5 COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LAS FASES EN VEHÍCULO CHEVROLET CORSA EVOLUTION 2007

**Tabla 3. 10 Tabla de resultados vehículo corsa Evolution 2007**

Valores Medidos	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
RPM (1/min)	1100	970	900	830
CO (% Vol.)	9.9	0.75	0.75	1.7
CO2 (% Vol.)	16.2	13.4	13.3	13.2
HC (ppm Vol.)	2070	248	240	288
O2 (% Vol.)	3.55	2.64	2.43	2.05
Lambda	0.872	1.093	1.084	1.031

**Nota:** en la tabla se puede observar los resultados obtenidos en las diferentes fases de análisis del vehículo Chevrolet Corsa Evolution 2007.

**Figura 3. 20 Gráficas de análisis del Corsa Evolution 2007**



**Figura 3.20:** (a) Análisis de Revoluciones por Minuto; (b): Análisis de Hidrocarburos quemados; (c): Análisis de Dióxido de carbono y Oxígeno; (d): Análisis de Monóxido de carbono y señal Lambda.

*Nota:* en la gráfica se puede observar los resultados obtenidos en las diferentes fases de análisis del vehículo Chevrolet Corsa Evolution 2007.

Analizando la **Figura 3.20** se puede apreciar que en el vehículo Chevrolet Corsa Evolution 2007 hasta alcanzar la temperatura óptima de funcionamiento existe una reducción en los gases de Monóxido de Carbono (CO) que va desde lo 9.9 % Vol. a 1.7 % Vol., mientras que el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) se reduce de 16.2% Vol. a 13.2% Vol. En el caso de los Hidrocarburos no Combustionados (HC) se reducen considerablemente desde el análisis de la fase uno que corresponde a 2070 ppm Vol. hasta 288 ppm Vol., Los valores de Oxígeno muestran una disminución progresiva desde 3.55 % Vol. a 2.05% Vol. y la Sonda Lambda registra valores fluctuantes entre 0.872 a 1.031.

### 3.3 TOMA DE DATOS VEHÍCULO KIA PICANTO LX 2005 (1.1L)

La temperatura ambiente del día de la prueba era de 25.6 grados centígrados mínimo y una máxima de 25.9 °C con una humedad del 49 %.



**Figura 3. 21 Temperatura y Humedad**

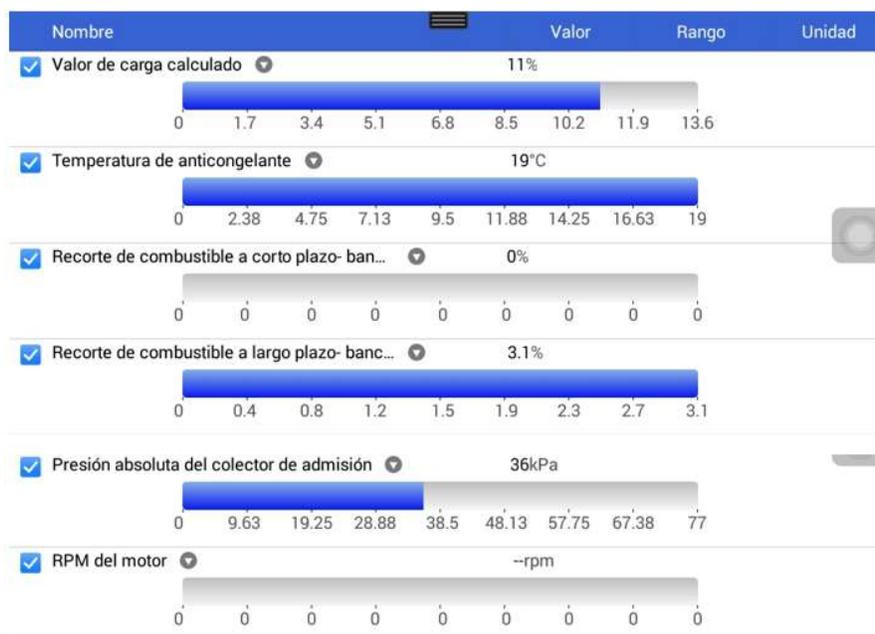
**Nota:** en la figura se puede apreciar la temperatura ambiente en el momento de la prueba, fuente los investigadores.

#### 3.3.1 FASE 1

Nombre	Valor	Rango	Unidad
Valor de carga calculado	11	0...100	%
Temperatura de anticongelante	19	-40...215	°C
Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	0	-100...99.22	%
Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	3.1	-100...99.22	%
Presión absoluta del colector de admisión	36	0...255	kPa
RPM del motor	1090	0...8000	rpm

**Figura 3. 22 Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 23 Datos fase 1 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos de forma gráfica por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 11 Resultados de fase 1**

Valores Medidos	Fase 1
RPM (1/min)	1100
CO (% Vol.)	0.34
CO2 (% Vol.)	13.1
HC (ppm Vol.)	172
O2 (% Vol.)	3.5
Lambda	1.158

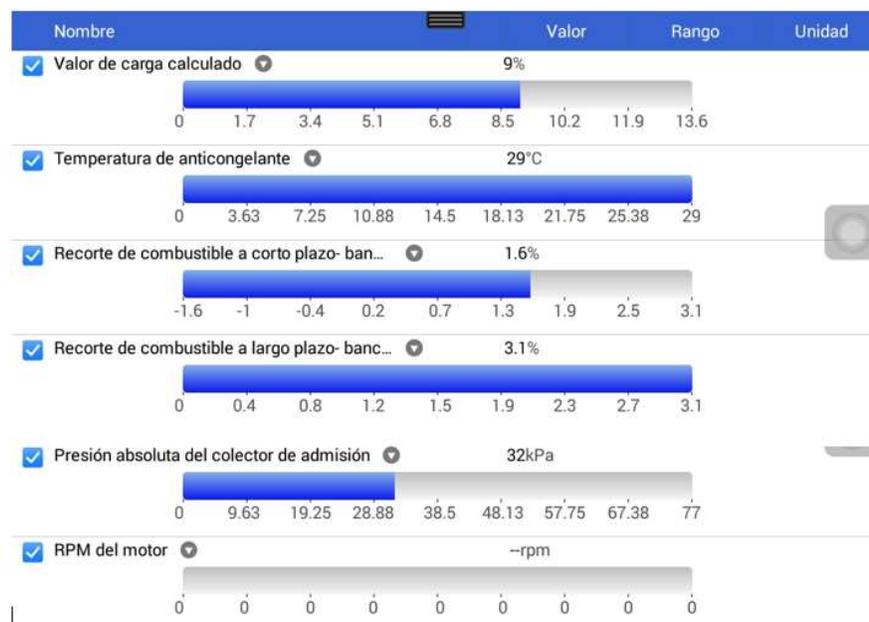
**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

### 3.3.2 FASE 2

Nombre	Valor	Rango	Unidad
<input checked="" type="checkbox"/> Valor de carga calculado	9	0...100	%
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura de anticongelante	29	-40...215	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	1.6	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	3.1	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Presión absoluta del colector de admisión	32	0...255	kPa
<input checked="" type="checkbox"/> RPM del motor	960	0...8000	rpm

**Figura 3. 24 Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 25 Datos fase 2 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos de forma gráfica por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 12 Resultados de fase 2**

Valores Medidos	Fase 2
RPM (1/min)	960
CO (% Vol.)	0.51
CO2 (% Vol.)	11.3
HC (ppm Vol.)	182
O2 (% Vol.)	5.71
Lambda	1.299

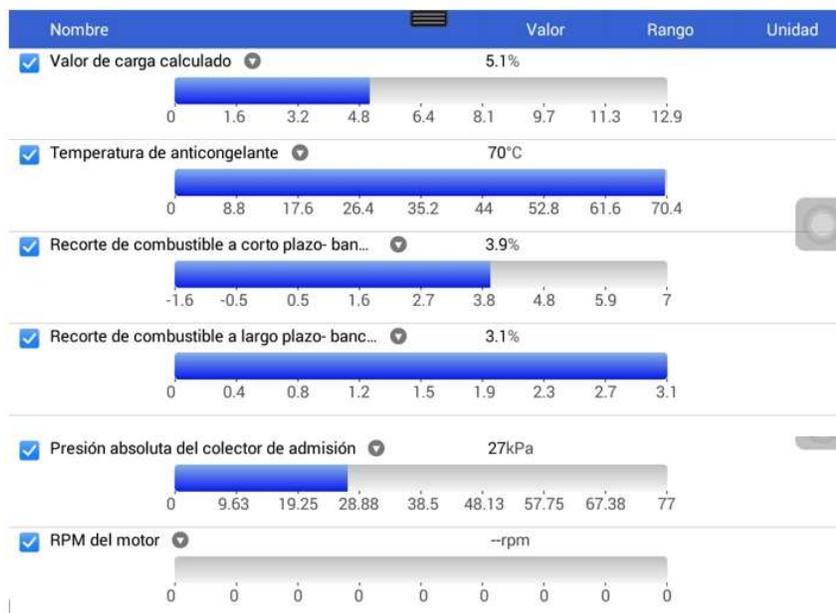
**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

### 3.3.3 FASE 3

Nombre	Valor	Rango	Unidad
<input checked="" type="checkbox"/> Valor de carga calculado	5.1	0...100	%
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura de anticongelante	70	-40...215	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	3.9	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	3.1	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Presión absoluta del colector de admisión	27	0...255	kPa
<input checked="" type="checkbox"/> RPM del motor	890	0...8000	rpm

**Figura 3. 26 Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 27 Datos fase 3 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos de forma gráfica por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 13 Resultados de fase 3**

Valores Medidos	Fase 3
RPM (1/min)	900
CO (% Vol.)	0.46
CO2 (% Vol.)	11.2
HC (ppm Vol.)	173
O2 (% Vol.)	5.88
Lambda	1.315

**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

### 3.3.4 FASE 4

Nombre	Valor	Rango	Unidad
<input checked="" type="checkbox"/> Valor de carga calculado	3.5	0...100	%
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura de anticongelante	95	-40...215	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a corto plazo- banco 1	1.6	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Recorte de combustible a largo plazo- banco 1	3.1	-100...99.22	%
<input checked="" type="checkbox"/> Presión absoluta del colector de admisión	25	0...255	kPa
<input checked="" type="checkbox"/> RPM del motor	800	0...8000	rpm

**Figura 3. 28 Datos fase 4 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos por el escáner automotriz G-SCAN 2.



**Figura 3. 29 Datos fase 4 Scanner automotriz vehículo KIA PICANTO Lx 2005**

**Nota:** en la figura se puede apreciar los datos obtenidos de forma gráfica por el escáner automotriz G-SCAN 2.

**Tabla 3. 14 Resultados de fase 4**

Valores Medidos	Fase 4
RPM (1/min)	830
CO (% Vol.)	0.52
CO2 (% Vol.)	10.6
HC (ppm Vol.)	164
O2 (% Vol.)	6.52
Lambda	1.368

**Nota:** en la tabla se puede apreciar los datos obtenidos por el analizador de gases automotriz BRAIN BEE AGS-688.

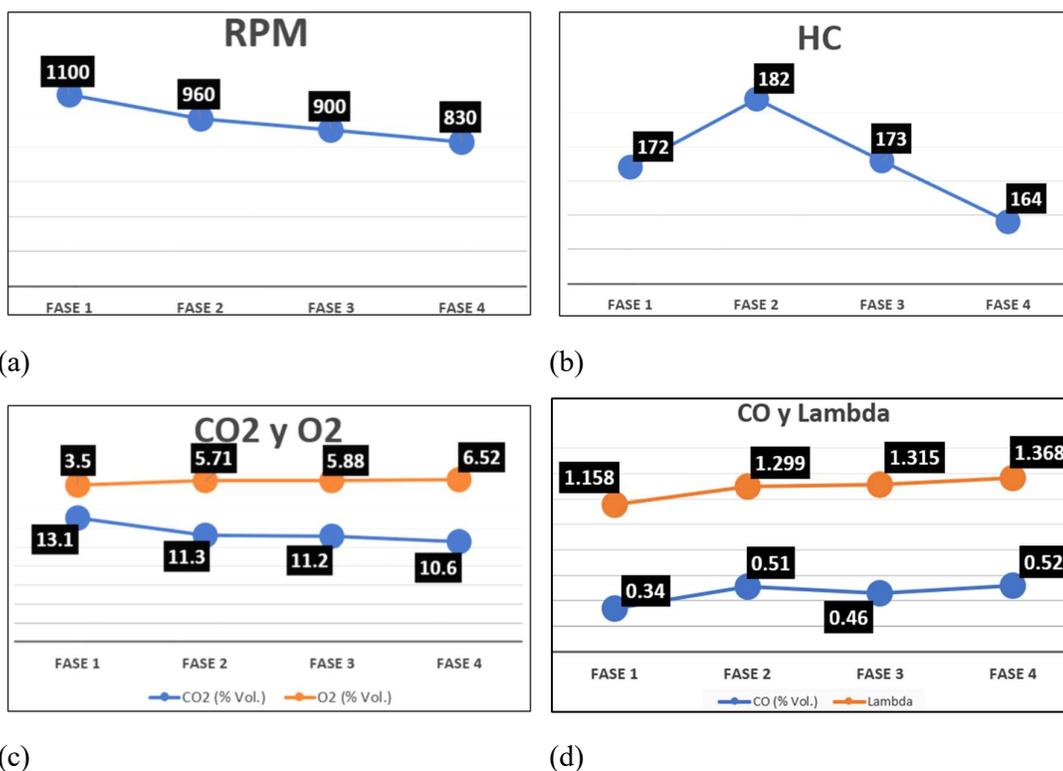
### 3.3.5 COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LAS FASES EN VEHÍCULO KIA PICANTO LX 2005

**Tabla 3. 15 Tabla de resultados vehículo KIA PICANTO LX 2005**

Valores Medidos	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
RPM (1/min)	1100	960	900	830
CO (% Vol.)	0.34	0.51	0.46	0.52
CO2 (% Vol.)	13.1	11.3	11.2	10.6
HC (ppm Vol.)	172	182	173	164
O2 (% Vol.)	3.5	5.71	5.88	6.52
Lambda	1.158	1.299	1.315	1.368

**Nota:** en la tabla se puede observar los resultados obtenidos en las diferentes fases de análisis del vehículo KIA PICANTO Lx 2005.

**Figura 3. 30 Gráficas de análisis de KIA PICANTO Lx 2005**



**Figura 3.30:** (a) Análisis de Revoluciones por Minuto; (b): Análisis de Hidrocarburos quemados; (c): Análisis de Dióxido de carbono y Oxígeno; (d): Análisis de Monóxido de carbono y señal Lambda.

**Nota:** en la imagen se puede observar los resultados obtenidos en las diferentes fases de análisis del vehículo KIA PICANTO Lx 2005.

En el análisis de la **Figura 3.30** se puede apreciar que en el vehículo KIA PICANTO Lx 2005 hasta alcanzar la temperatura óptima de funcionamiento existe un aumento en los gases de monóxido de carbono que va desde lo 0.34 % Vol. a 0.52 % Vol. Mientras que el dióxido de carbono se reduce de 13.1% Vol. a 10.6% Vol. En el caso de los Hidrocarburos no combustionados (HC) inicialmente van de 172 ppm Vol. Aumentando a 182 ppm Vol. y posteriormente se reducen hasta 164 ppm Vol. La presencia de oxígeno muestra un aumento progresivo que va desde 3.5 % Vol. a 6.52% Vol. Y la sonda lambda registra valores que aumentan progresivamente desde 1.158 hasta 1.368.

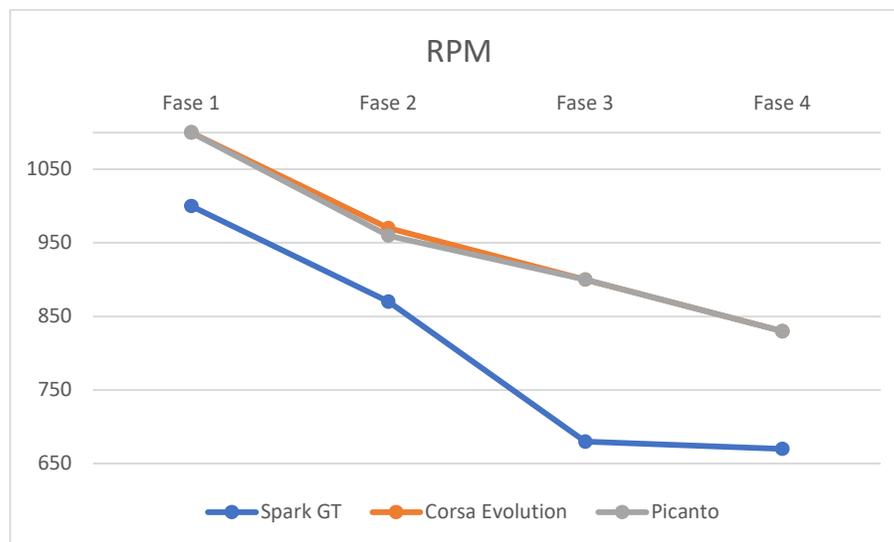
### 3.4 COMPARATIVA ENTRE LOS VEHÍCULOS EN LAS DIFERENTES FASES.

**Tabla 3. 16 Comparación de RPM en las 4 fases de los 3 vehículos.**

Valores Medidos RPM (1/min)	Spark GT	Corsa Evolution	Picanto
Fase 1	1000	1100	1100
Fase 2	870	970	960
Fase 3	680	900	900
Fase 4	670	830	830

*Nota:* en la tabla se puede observar los resultados obtenidos en la medición de RPM por cada vehículo en las 4 fases.z

**Figura 3. 31 Comparación de RPM en las 4 fases de los 3 vehículos**



*Nota:* En la figura se aprecia la comparación en los 3 vehículos Análisis de Revoluciones por Minuto.

En la **Figura 3.31** se aprecian las curvas de Revoluciones Por Minuto (RPM) donde la tendencia de la curva es descendente, debido a que, los vehículos que cuentan con un sistema de inyección electrónica, al darse el primer arranque del motor inicia con revoluciones superiores o igual a las 1000 RPM, debido a que se busca elevar la temperatura hasta el punto

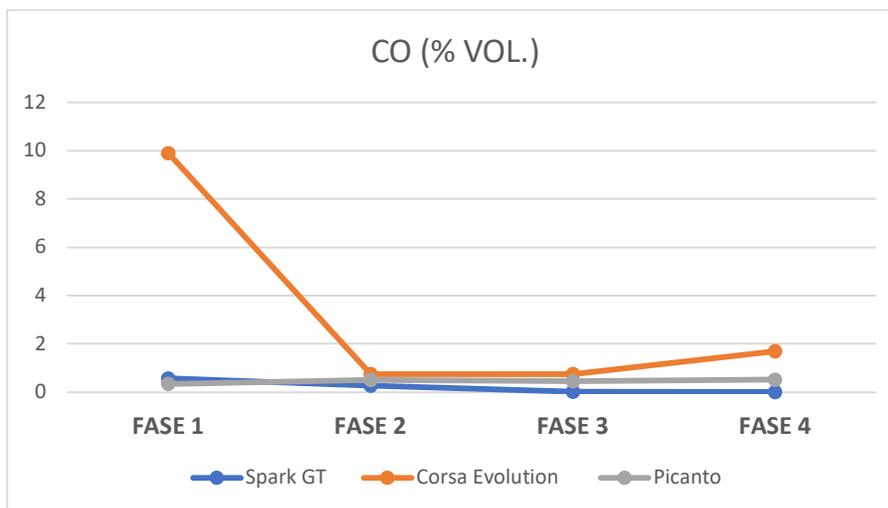
óptimo de funcionamiento; A su vez, permitiendo que circule rápidamente el aceite lubricante por todas las partes internas del motor.

**Tabla 3. 17 Comparación de Monóxido de carbono en las 4 fases de los 3 vehículos.**

Valores Medidos CO (% Vol.)	Spark GT	Corsa Evolution	Picanto
Fase 1	0.57	9.9	0.34
Fase 2	0.27	0.75	0.51
Fase 3	0.02	0.75	0.46
Fase 4	0.01	1.7	0.52

*Nota:* en la tabla se puede observar los resultados obtenidos en la medición de **Monóxido de carbono** por cada vehículo en las 4 fases.

**Figura 3. 32 Comparación de Monóxido de carbono en las 4 fases de los 3 vehículos**



*Nota:* Los 3 vehículos de pruebas poseen un sistema de Inyección Electrónica (EFI) de tipo Multipunto Secuencial (MPI), comandado por la unidad de control central (ECU) y en conjunto con sus sistemas de catalizador, permiten controlar los niveles de monóxido de carbono (CO) en las emisiones; Los vehículos Corsa Evolution y Kia Picanto poseen una

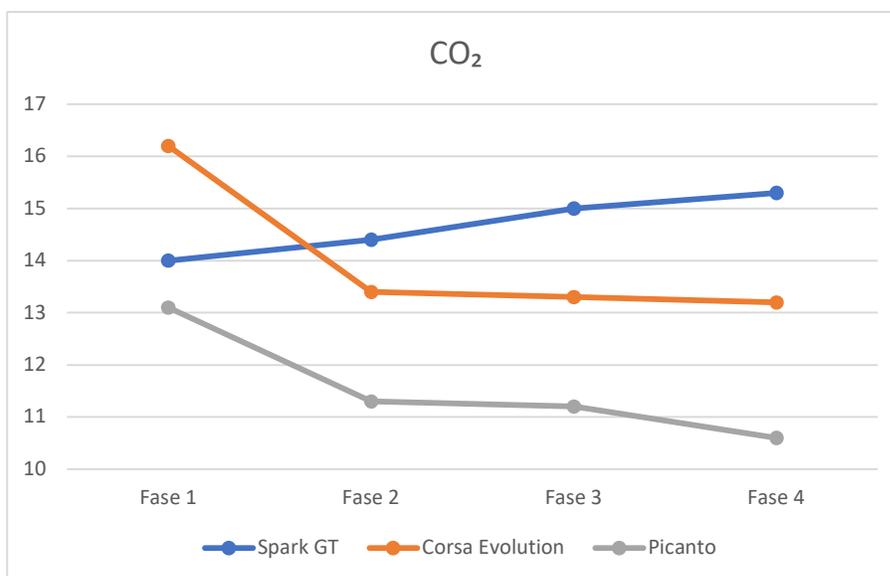
arquitectura de la ECU reducida en la precisión de funcionamiento de los sensores, debido al año de su fabricación. En contraparte, el Spark GT cuenta con una arquitectura de la ECU más compleja y precisa, logrando evitar que, en el momento de encendido del motor, los valores de CO no superen el 1% Vol.

**Tabla 3. 18 Comparación de Dióxido de carbono en las 4 fases de los 3 vehículos.**

Valores Medidos CO2 (% Vol.)	Spark GT	Corsa Evolution	Picanto
Fase 1	14	16.2	13.1
Fase 2	14.4	13.4	11.3
Fase 3	15	13.3	11.2
Fase 4	15.3	13.2	10.6

*Nota:* en la tabla se puede observar los resultados obtenidos en la medición de Dióxido de carbono por cada vehículo en las 4 fases.

**Figura 3. 33 Comparación de Dióxido de carbono en las 4 fases de los 3 vehículos**



**Nota:** Tanto los vehículos Corsa Evolution como Kía Picanto generan una mezcla rica al momento del primer arranque, con el propósito de generar mayor energía calórica por medio de la combustión en sus cilindros, llegando en menor cantidad de tiempo a la temperatura óptima de funcionamiento. Por tal motivo las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en los dos casos, se presenta con un comportamiento descendente. Una vez alcanzada la temperatura óptima de funcionamiento, la unidad de control central (ECU) tiende a inyectar una mezcla aproximada a una mezcla estequiométrica.

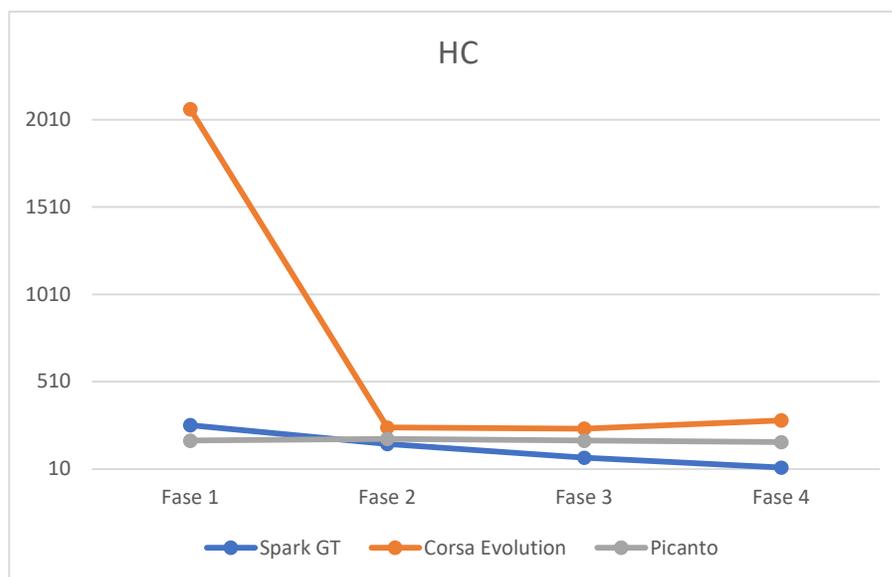
El vehículo Spark GT muestra una curva ascendente, esto puede deberse a una posible acumulación del primer aceite utilizado en el vehículo; Ya que los motores cuando son nuevos, deben pasar por un proceso de asentamiento, el cual se trata de un desgaste interno que produce limalla, la misma que se transporta a través del lubricante y puede acumularse en ciertas zonas del motor; Esto puede deberse a que este vehículo no ha recibido correctos mantenimientos iniciales ya que recientemente alcanza los 50.000km de recorrido al momento de realizarse las pruebas. (Rojas Reinoso et al., 2020)

**Tabla 3. 19 Comparación de Hidrocarburos en las 4 fases de los 3 vehículos.**

<b>Valores Medidos HC (ppm Vol.)</b>	<b>Spark GT</b>	<b>Corsa Evolution</b>	<b>Picanto</b>
<b>Fase 1</b>	261	2070	172
<b>Fase 2</b>	153	248	182
<b>Fase 3</b>	74	240	173
<b>Fase 4</b>	18	288	164

**Nota:** en la tabla se puede observar los resultados obtenidos en la medición de **Hidrocarburos** por cada vehículo en las 4 fases.

**Figura 3. 34 Comparación de Hidrocarburos en las 4 fases de los 3 vehículos**



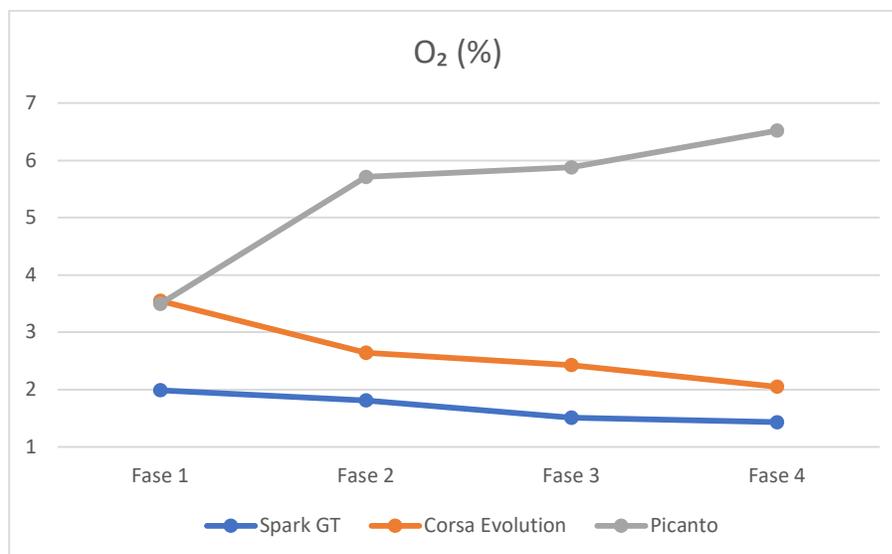
**Nota:** Los resultados obtenidos sugieren que el vehículo Corsa Evolution no combustiona de manera correcta el combustible ingresado a la cámara al momento del primer arranque, puesto que, puede deberse a un fallo de estanqueidad en los inyectores, así como también, la unidad de control central (ECU) acciona el vehículo con una mezcla rica, para compensar faltas de potencia. Esto genera un aumento en los niveles de Hidrocarburos no combustionados (HC) dentro de las primeras emisiones de escape; En función del aumento de temperatura, los valores de Hidrocarburos (HC) bajan hasta mantenerse estables en valores permisivos. (Rocha-Hoyos et al., 2018)

**Tabla 3. 20 Comparación de Oxígeno en las 4 fases de los 3 vehículos**

Valores Medidos O <sub>2</sub> (% Vol.)	Spark GT	Corsa Evolution	Picanto
Fase 1	1.99	3.55	3.5
Fase 2	1.81	2.64	5.71
Fase 3	1.51	2.43	5.88
Fase 4	1.43	2.05	6.52

**Nota:** en la tabla se puede observar los resultados obtenidos en la medición de Oxígeno por cada vehículo en las 4 fases.

**Figura 3. 35 Comparación de Oxígeno en las 4 fases de los 3 vehículos**



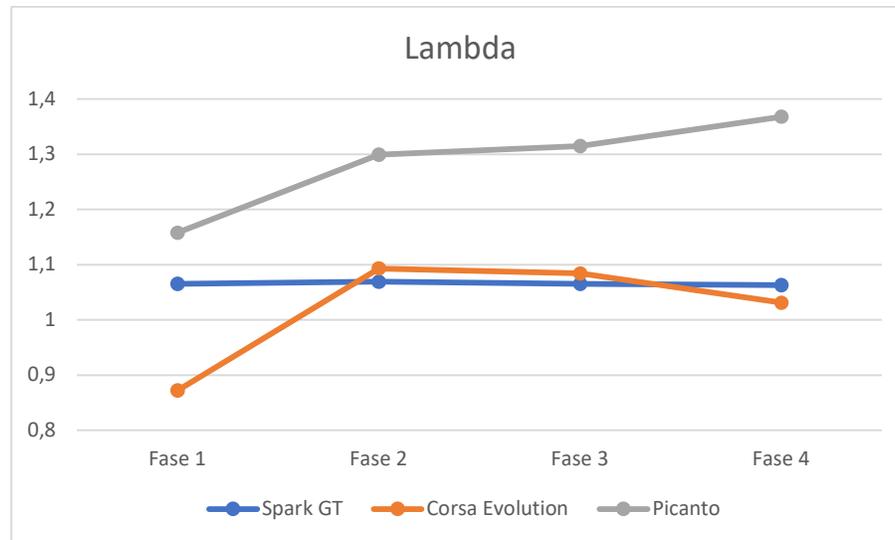
**Nota:** Los valores de Oxígeno (O<sub>2</sub>) presentes en las emisiones del Kia Picanto presentan una tendencia creciente debido a que es el motor que mayor RPM presenta desde el primer encendido del motor, además de que al no poseer un sensor de Oxígeno Post-Catalizador, así como una limitada presencia de controladores actualizados en la ECU, estas condiciones sugieren ser las causas por las cuales se tiene presencia de valores superiores de O<sub>2</sub> a comparación de los otros vehículos de pruebas; Así también el valor de O<sub>2</sub> posterior a la Fase 4 teóricamente debe descender a valores estequiométricos.

**Tabla 3. 21 Comparación de Señal Lambda en las 4 fases de los 3 vehículos**

Valores Medidos Lambda	Spark GT	Corsa Evolution	Picanto
Fase 1	1.065	0.872	1.158
Fase 2	1.069	1.093	1.299
Fase 3	1.065	1.084	1.315
Fase 4	1.063	1.031	1.368

**Nota:** en la tabla se puede observar los resultados obtenidos en la medición de Señal Lambda por cada vehículo en las 4 fases.

**Figura 3. 36 Comparación de Señal Lambda en las 4 fases de los 3 vehículos**



**Nota:** Lambda es una medida sobre la proporción de aire y combustible en la combustión. El vehículo Spark GT en vista de ser el de un año más reciente, es el que más se aproxima a 1, teóricamente es lo óptimo dentro de la medida, mientras que el vehículo Corsa si bien comienza con una medida menor a 1, lo que significa que tiene una mezcla pobre (menor cantidad de combustible que aire), posteriormente tiende a estabilizarse cercano a 1. El vehículo Picanto tiene una mezcla rica (más combustible que aire) desde el primer arranque, se da a comprender que posee un alto consumo de combustible en ralentí. Las razones posibles son una menor eficiencia en la combustión debido a una mezcla de aire-combustible deficiente, pérdidas por fricción de las partes móviles del motor, accesorios del vehículo en funcionamiento como pueden ser el aire acondicionado, la radio, luces, entre otros y por último un tiempo prolongado en ralentí. Tomando en cuenta las condiciones de las pruebas realizadas, la razón más probable es la de una menor eficiencia en la mezcla de aire-combustible.

### 3.5 CRONOMETRADO DE TIEMPO DE ESTADO TRANSITORIO PARA CADA FASE HASTA QUE EL SISTEMA ALCANCE SU TEMPERATURA ÓPTIMA DE TRABAJO.

(Llanes-Cedeño & Guardia (2019), mencionan que el tiempo que un motor tarda en alcanzar su temperatura óptima de funcionamiento depende de varios factores, como el tamaño del motor, el tipo de combustible utilizado, la carga del motor y las condiciones ambientales. En general, se estima que un motor tarda entre 10 y 20 minutos en alcanzar su temperatura óptima.

Es importante tener en cuenta que el funcionamiento de un motor a una temperatura óptima es fundamental para garantizar su eficiencia, durabilidad y seguridad. Una temperatura demasiado baja puede resultar en un funcionamiento ineficiente y aumentar la probabilidad de fallas, mientras que una temperatura demasiado alta puede provocar daños graves en el motor y reducir su vida útil.

Por lo tanto, es importante monitorear la temperatura del motor y asegurarse de que se alcance la temperatura óptima de funcionamiento antes de iniciar cualquier actividad de conducción intensa o prolongada. Además, es recomendable realizar un mantenimiento regular para garantizar el buen funcionamiento del motor y prolongar su vida útil. A continuación, se encuentra el detalle en las tablas del tiempo que se demora en alcanzar su temperatura óptima de trabajo en cada vehículo.

**Tabla 3. 22 Cronometrado de tiempo para temperatura óptima de trabajo del motor del vehículo Chevrolet Spark GT 2019.**

CHEVROLET SPARK GT 2019	
<b>Tiempo Total = 12 min: 23 seg. --&gt; 743 seg.</b>	
<b>F1 = 0 --&gt; 10 seg.</b>	<b>F1 = 0 --&gt; 10 seg.</b>
<b>F2 = 540 --&gt; 260 seg.</b>	<b>F2 = 4:10 min --&gt; 4:20 min</b>
<b>F3 = 500 --&gt; 510 seg</b>	<b>F3 = 8:20 min --&gt; 8:30 min</b>
<b>F4 = 743 --&gt; 753 seg</b>	<b>F4 = 12:23 min --&gt; 12:33 min</b>

**Nota:** en la tabla se puede apreciar el cronometrado del tiempo requerido para alcanzar las diferentes fases y hasta que el motor alcance la temperatura optima de trabajo según los datos de las pruebas del vehículo 1

**Tabla 3. 23 Cronometrado de tiempo para temperatura optima de trabajo del motor del vehículo Chevrolet Corsa Evolution 2019.**

CHEVROLET CORSA EVOLUTION 2007	
<b>Tiempo Total = 10 min: 49 seg. --&gt; 649 seg.</b>	
<b>F1 = 0 --&gt; 10 seg.</b>	<b>F1 = 0 --&gt; 10 seg.</b>
<b>F2 = 210 --&gt; 220 seg.</b>	<b>F2 = 3:30 min --&gt; 3:40 min</b>
<b>F3 = 430 --&gt; 440 seg</b>	<b>F3 = 7:10 min --&gt; 7:20 min</b>
<b>F4 = 649 --&gt; 659 seg</b>	<b>F4 = 10:49 min --&gt; 10:59 min</b>

**Nota:** en la tabla se puede apreciar el cronometrado del tiempo requerido para alcanzar las diferentes fases y hasta que el motor alcance la temperatura optima de trabajo según los datos de las pruebas del vehículo 2.

**Tabla 3. 24 Cronometrado de tiempo para temperatura optima de trabajo del motor del vehículo KIA Picanto LX 2005.**

KIA PICANTO Lx 2005	
<b>Tiempo Total = 13 min: 38 seg. --&gt; 818 seg.</b>	
<b>F1 = 0 --&gt; 10 seg.</b>	<b>F1 = 0 --&gt; 10 seg.</b>
<b>F2 = 290 --&gt; 300 seg.</b>	<b>F2 = 4:50 min --&gt; 5:00 min</b>
<b>F3 = 550 --&gt; 560 seg</b>	<b>F3 = 9:10 min --&gt; 9:20 min</b>
<b>F4 = 818 --&gt; 828 seg</b>	<b>F4 = 13:38 min --&gt; 13.48 min</b>

**Nota:** en la tabla se puede apreciar el cronometrado del tiempo requerido para alcanzar las diferentes fases y hasta que el motor alcance la temperatura optima de trabajo según los datos de las pruebas del vehículo 3.

El tiempo que toma un motor para alcanzar su temperatura óptima de trabajo varía dependiendo de muchos factores, como la ubicación del vehículo, la climatología, la velocidad, el tipo de motor y su estado de mantenimiento. En promedio, puede tomar entre 10 y 20 minutos de manejo suave para que un motor alcance su temperatura óptima. Sin embargo, es importante tener en cuenta que un motor frío necesita más tiempo para calentarse en climas fríos, mientras que en climas cálidos puede tomar menos tiempo. Realizando una comparativa sobre los tiempos necesarios para alcanzar la temperatura óptima de funcionamiento de los motores se encuentra que, mientras menor es el cilindraje del vehículo el tiempo requerido es mayor hasta que alcance la temperatura óptima de funcionamiento.

## CAPITULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones.

- Se realizó una caracterización acerca de los parámetros que influyen de manera significativa en el arranque en frío de los vehículos en la ciudad de Ibarra, para esto se monitoreó sensores como: IAC, TPS, IAT, MAP; Así también, el Inyector 1, la temperatura del refrigerante, sistema de emisiones de gases y la temperatura ambiente al momento de las pruebas.
- Se determinó que los factores más influyentes en el proceso de arranque en frío de vehículos por encendido provocado son: La temperatura del motor, la temperatura ambiente, el tiempo de estabilización del sistema, las emisiones, la humedad y la presión atmosférica. Estos factores tienen incidencia sobre la viscosidad del aceite, el estado mecánico del motor y la cilindrada del mismo. Estos deben ser considerados como factores determinantes y necesarios al momento de evaluar el funcionamiento de un vehículo bajo condiciones de arranque en frío.
- Los resultados obtenidos en la fase de experimentación sugieren que el estado transitorio, es decir, el tiempo que se tarda el vehículo en alcanzar la temperatura óptima de funcionamiento, depende sobre todo del cilindraje del motor, obteniendo así un cronometrado de los diferentes vehículos de prueba entre los 11 y 14 minutos.
- El motor de un vehículo emite diversos gases contaminantes como son: Monóxido de carbono (CO), que es un gas tóxico que puede ser perjudicial para la salud humana, el Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que es un gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático, los Hidrocarburos no Combustionados (HC), que son los gases residuales tóxicos que pueden irritar los ojos, piel y pulmones. Por este motivo es importante destacar que la cantidad y tipo de gases emitidos por un motor dependen de factores tal como la tecnología del motor, el estado mecánico del mismo

y sus diversos componentes, el combustible utilizado y la manera en que se conduce el vehículo.

### **Recomendaciones.**

- En estudios futuros se sugiere considerar una muestra mayor de vehículos, para poder generar comparativas entre vehículos de la misma marca y modelo, pero con variación de años para determinar la correlación entre el desgaste de los componentes con el arranque en frío de los vehículos.
- Sería interesante generar una caracterización para determinar cuáles son los gases que tienen mayor emisión en el parque automotor de Ibarra para generar guías de mantenimiento apropiadas para los diferentes sistemas de los vehículos.
- Para futuros estudios es importante destacar que la cantidad y tipo de gases emitidos por un motor dependen de diversos factores, incluyendo la tecnología del motor, el combustible utilizado y la manera en que se conduce el vehículo (para pruebas de ruta), por lo que el rigor en la toma de datos debe ser lo más preciso y real posible.

## Referencias Bibliográficas

- Albarracin, P. (2007). TRIBOLOGÍA Y LUBRICACIÓN. In “*Tribología Y Lubricación.*”
- Andramunio, L., ... S. P.-P., & 2022, undefined. (2022). Comportamiento del rendimiento y el nivel de contaminación entre la gasolina Súper y Ecopaís. *Polodelconocimiento.Com*, 70(9), 2254–2269. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>
- Angulo Bolívar Alejandro, C., & Tamayo Enrique, T. (2022). *Evaluación experimental de refrigerante sustituto al R134a en sistemas de climatización automotriz. 1.* <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/7294>
- Autelonline.com. (2023). *MaxiCOM MK808S/MK808Z*. [https://www.autelonline.com/products/maxicom-mk808s-mk808z?gclid=CjwKCAiA85efBhBbEiwAD7oLQMZ-PXFRx4Y2RSRDXM9HRZTlhm4nQq9aQZyt3SbRApjjJwMjhw3JshoCvKcQAvD\\_BwE](https://www.autelonline.com/products/maxicom-mk808s-mk808z?gclid=CjwKCAiA85efBhBbEiwAD7oLQMZ-PXFRx4Y2RSRDXM9HRZTlhm4nQq9aQZyt3SbRApjjJwMjhw3JshoCvKcQAvD_BwE)
- auto-data. (2023). *2000 Nissan Sentra (B15)*. <https://www.auto-data.net/es/nissan-sentra-b15-1.8-i-16v-xe-127hp-902>
- Barahona-Alvear, N., ... H. T.-T.-C. e, & 2018, undefined. (2018). Optimización de la Destilación del crudo ecuatoriano Oriente utilizando Aspen Plus®. *Redalyc.Org*. <https://www.redalyc.org/journal/5075/507557607004/507557607004.pdf>
- BRAIN BEE. (2022). *BRAIN BEE — AGS-688*. <https://www.brainbee.mahle.com/brainbee/es/product-lines/emission/ags-688/>
- CALDERON GOMEZ, R. R. (2014). *REHABILITACION DE LA TORRE ESTABILIZADORA DA-101B PARA LA REDUCCION DE LA PVR (PRESION DE VAPOR REID) DE LA GASOLINA INESTABILIZADA*. <http://repositorio.digital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/2858>
- Castillo, J. B. (2013). ¿Qué es Octanaje? *Cultura Científica*, 0.
- Chevrolet. (2019a). *Corsa 1.4 (1994-2002)*. <https://www.monkeymotor.net/2019/06/ficha-tecnica-chevrolet-corsa-1994.html>

- Chevrolet. (2019b). *Spark GT*. <https://www.chevrolet.com.ec/content/dam/chevrolet/south-america/ecuador/espanol/index/cars/spark-gt/03-pdfs/spark-gt-ficha-tecnica.pdf>
- Consejo Nacional de Planificación. (2017). Plan Nacional del Buen vivir 2017-2021. *Educational Research, 1*, 150.
- Daquinta-Gradaille, A., & Agrícola, C. P.-O. (2018). Metodología de Análisis de criticidad integral de las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH. *Rcta.Unah.Edu.Cu*. <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/download/938/1315>
- Darquea, E. P., & Gustavo, D. (2018). Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales. *INNOVA Research Journal, 3*(3), 23–34. <https://doi.org/10.33890/INNOVA.V3.N3.2018.635>
- de Ingeniería, C., Automotriz, M., Alberto, F., Coronel, C., Mauricio, E., Guncay, T., Jonatan, M. I., & Palacios Cuenca-Ecuador, P. (2016). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN DE UN VEHÍCULO FORMULA SAE ELÉCTRICO.” Autores.*
- DISIPACIÓN DE CALOR*. (n.d.). Retrieved October 17, 2022, from <http://oew.uma.es>
- Escudero, S., & Rivas, J. L. (2011). *Motores*.
- Faria, M. V., Varella, R. A., Duarte, G. O., Farias, T. L., & Baptista, P. C. (2018). Engine cold start analysis using naturalistic driving data: City level impacts on local pollutants emissions and energy consumption. *Science of the Total Environment, 630*, 544–559. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.232>
- Flores, J. C., & Patiño, G. (2019). Estudio de la biodegradación de residuos de aceite lubricante retenidos en bentonita usando el consorcio bacteriano Oil Eating Microbes (Rodhococus. *Scielo.Org.Pe*. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2019000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2019000200005&script=sci_arttext)
- ForcatPeru SAC. (2023). *OTC3840F Osciloscopio + Base de Datos*. <https://www.forcatperu.com/productos/otc3840f-osciloscopio-base-de-datos>
- Mineira, F. F., & Solórzano, J. (2019). Paradigmas, enfoques y métodos de investigación: análisis teórico. *Atlantic.Edu.Ec*. <https://www.atlantic.edu.ec/ojs/index.php/mundor/article/view/38>

- Guamán, I. H., & León, V. V. (2021). *Propuesta de estudio para el modelado térmico en motores de combustión interna alternativos*.  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20543>
- Guzmán Y Valle, E., Mater, A., Magisterio, D., Facultad, N., & Tecnología, D. E. (2018). *Sistema de inyección electrónica a gasolina multipunto*.  
<https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/7140>
- Hernández-Sampieri, R., & Collado, C. F. (2018). *Metodología de la investigación*.  
<https://dspace.scz.ucb.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/21401/1/11699.pdf>
- Herrera, W., Desarrollo, O. C.-Á. de I. y, SL, undefined, & 2019, undefined. (2019). Principios de tribología aplicados en la ingeniería mecánica. *3ciencias.Com*.  
<https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/12/PRINCIPIOS-DE-TRIBOLOG%C3%8DA-APLICADOS-EN-LA-INGENIER%C3%8DA-MEC%C3%81NICA.pdf>
- INEC. (2019). *2019\_Anet\_Ppt*.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. (2018). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 935:2010 Séptima Revisión Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria*.
- Guanuche-Larco Javier, D. I., Gorky Reyes-Campaña, G. I., Luis Yanouch-Recalde III, J., & José Cedeño-Arévalo, R. I. (2021). Análisis de aditivos e inhibidores de corrosión en anticongelantes dentro del DMQ. *Dialnet.Unirioja.Es*, 6(9), 1471–1494.  
<https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3123>
- Liu, D., Li, Y., Yang, S., & Agarwal, R. K. (2021). CO2 sequestration with enhanced shale gas recovery. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 43(24), 3227–3237. <https://doi.org/10.1080/15567036.2019.1587069>
- Llanes-Cedeño, E., & Guardia-Puebla, E. (2019). Detección de fallas en motores de combustión mediante indicadores de temperatura y presión de inyección. *Scielo.Senescyt.Gob.Ec*. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-860X2019000200038&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-860X2019000200038&script=sci_arttext)

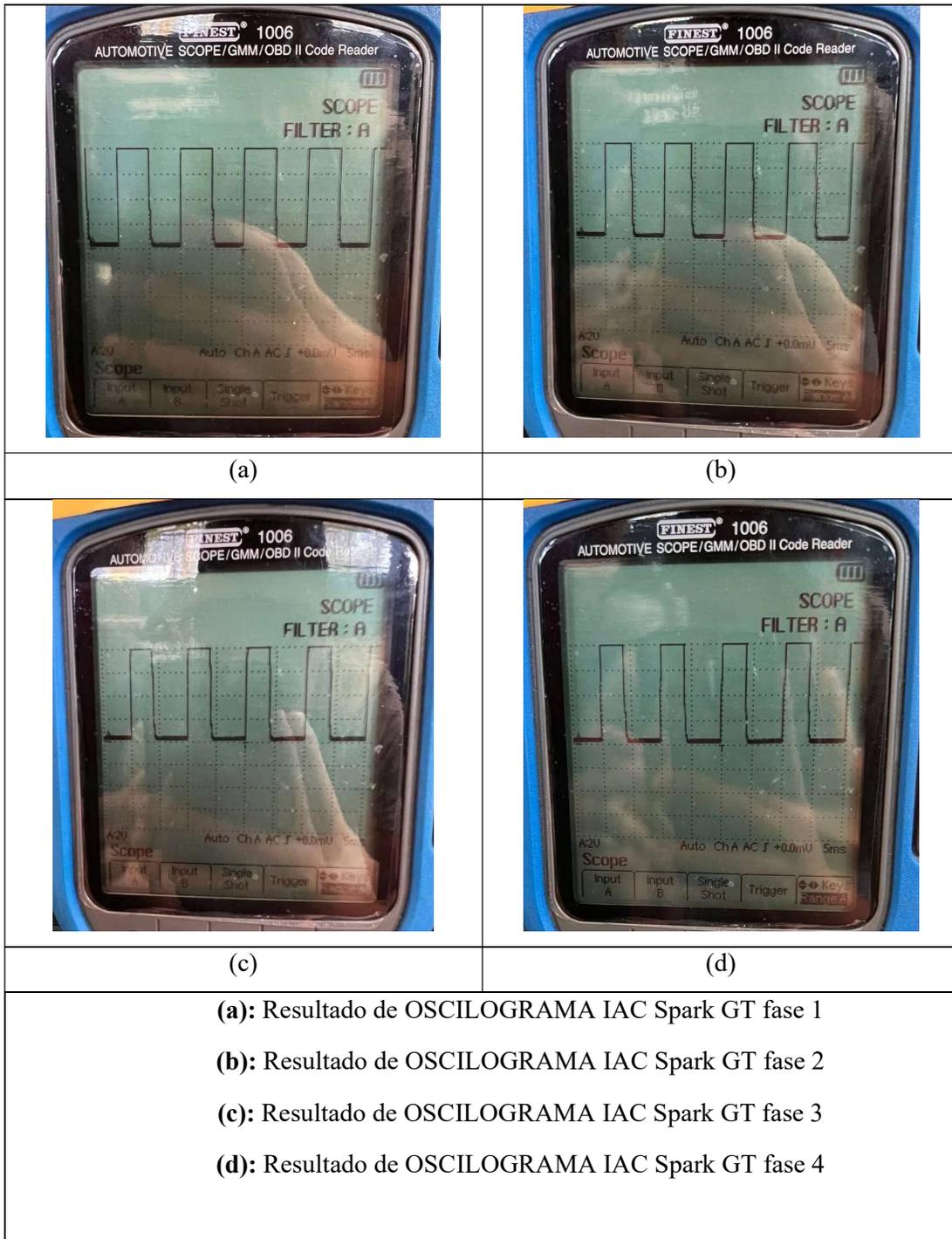
- López, J. J. (2019). *Estudi i optimització d'un model d'assaig per la vàlvula EGR*.  
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/176763>
- Lucendo, J. (2019). *Las Edades del Automóvil: Historia del Automóvil*.  
[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=4ianDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=automovil&ots=pk5WfTso2H&sig=PUXO\\_pVUDeKSMuOFvC18Y1KGS5Y](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=4ianDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=automovil&ots=pk5WfTso2H&sig=PUXO_pVUDeKSMuOFvC18Y1KGS5Y)
- Micsig. (2021). *Tablet Oscilloscope | Micsig*. <https://www.micsig.com/>
- Molina Patiño, B. A. (2020). *Análisis De Un Motor De Ciclo Otto Ante Diferentes Factores Atmosféricos Mediante Un Estudio Comparativo De Parámetros De Identificación Para Obtener El Rendimiento Energético*.
- Núñez Pérez, C. S. (2019). *Estudio de emisiones de gases en vehículos a gasolina en la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi*.  
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/29538>
- Olivares Torres, M. Á., López Velázquez, A., Aldana Franco, R., Sánchez, E., Aldana Franco, F., Rivera Peña, Y., & Leyva Retureta, J. (2021). *Estudio comparativo de la composición y propiedades fisicoquímicas de aceites lubricantes automotrices comercializados en Riobamba*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16017>
- OMS. (2013). Guías de calidad del aire - actualización mundial 2005. *Who*, 18–20.
- Pedro, ", Gallo, R., Concha, B., Freddy, C., Asesor, A., Franklin, I. W., Centeno, V., De, Y. M., De, T., & De, A. (2018). *Diseño, Fabricación y Montaje de Tanque de Almacenamiento de Diesel de 200, 000 Galones de capacidad, basado en la Norma Api 650, para la Unidad Minera*.  
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/2112>
- Popov, V., Martín-Martínez, J., & Flores, S. M. (2020). *Principios y aplicaciones de la mecánica de contacto en tribología, fricción y adherencia*.  
<https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/108392>
- Morales, R. M., & Guzmán Hernández, A. (2017). *Tipos de combustible de aviación*. 417, 1–85.

- Roberts, A., Brooks, R., & Shipway, P. (2014). Internal combustion engine cold-start efficiency: A review of the problem, causes and potential solutions. *Energy Conversion and Management*, 82, 327–350. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.03.002>
- Rocha-Hoyos, J. C., Zambrano, D., Portilla, Á., Erazo, G., Torres, G., & Llanes-Cedeño, E. (2018). Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas. //Analysis of Gases of the Engine of a Vehicle through Static and Dynamic Tests. *CIENCIA UNEMI*, 11(28), 97–108. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol11iss28.2018pp97-108p>
- Rojas Reinoso, E. V., Romero Hidalgo, V. J., & Pancha Ramos, J. M. (2020). Analysis of behavior of CO<sub>2</sub> emissions, CO and the lambda factor of a vehicle with a conventional injection system with catalyst and without catalyst. *Ingenius*, 2020(23), 23–29. <https://doi.org/10.17163/ING.S.N23.2020.02>
- Romek, D., Selech, J., Ulbrich, D., Felusiak, A., Tribologia, P. K.-, & 2020, undefined. (2020). The impact of padding weld shape of agricultural machinery tools on their abrasive wear. *Yadda.Icm.Edu.Pl.* <https://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-d48e962a-5d12-4a06-a00f-0e1cfa60e920>
- TECNOTALLERES. (2023). *OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ DIGITAL 2 CANALES* . [https://tecnotalleres.com/product-OSCILOSCOPIO\\_AUTOMOTRIZ\\_DIGITAL\\_2\\_CANALES](https://tecnotalleres.com/product-OSCILOSCOPIO_AUTOMOTRIZ_DIGITAL_2_CANALES)
- Unda, L. L. (2018). *Evaluación del funcionamiento de la válvula de purga del canister de un MEP mediante CFD y pruebas de emisiones en ruta con el uso de técnicas de manejo*. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3147>

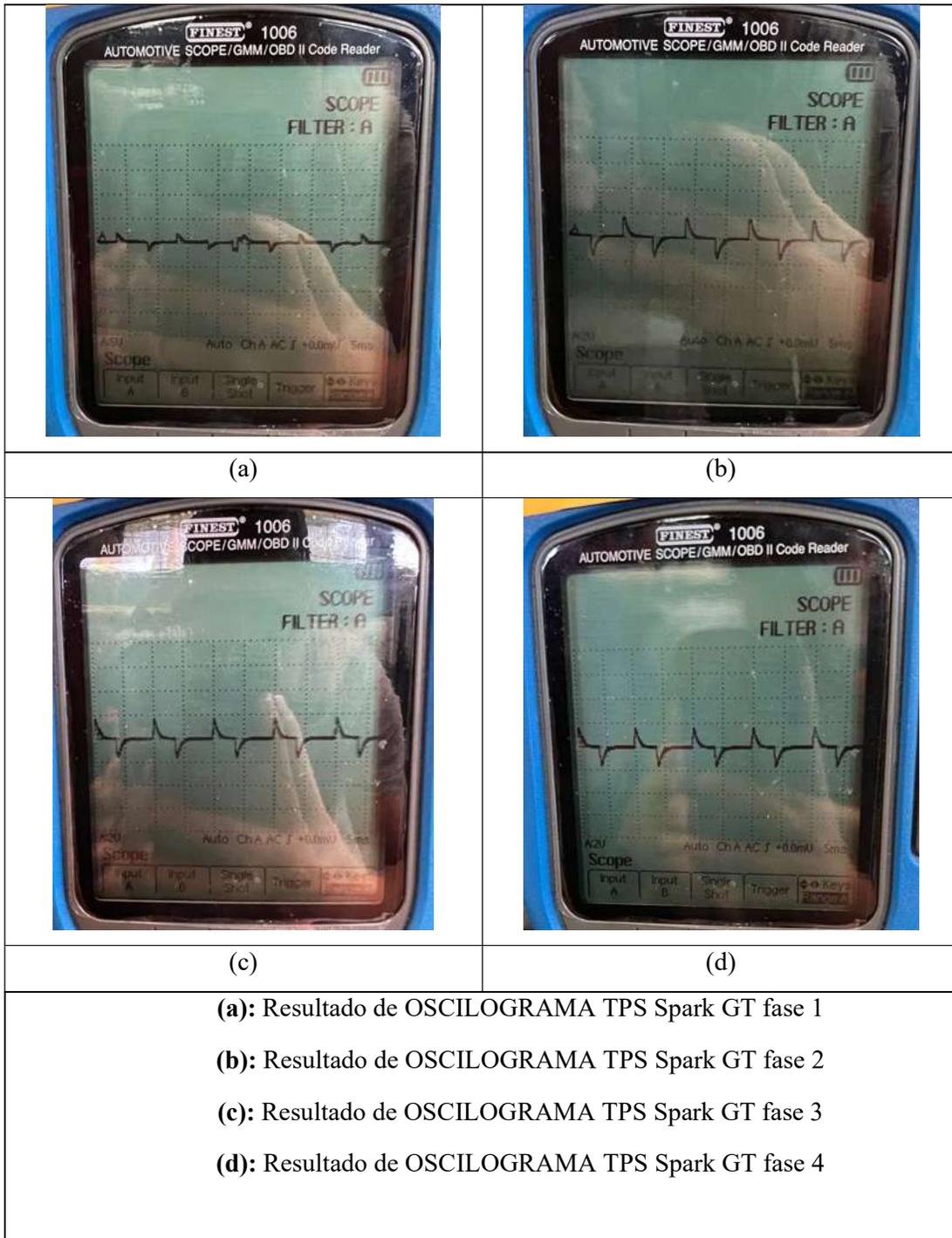
## ANEXOS

### Anexo I Datos sensores Spark GT 2019 (1.2L)

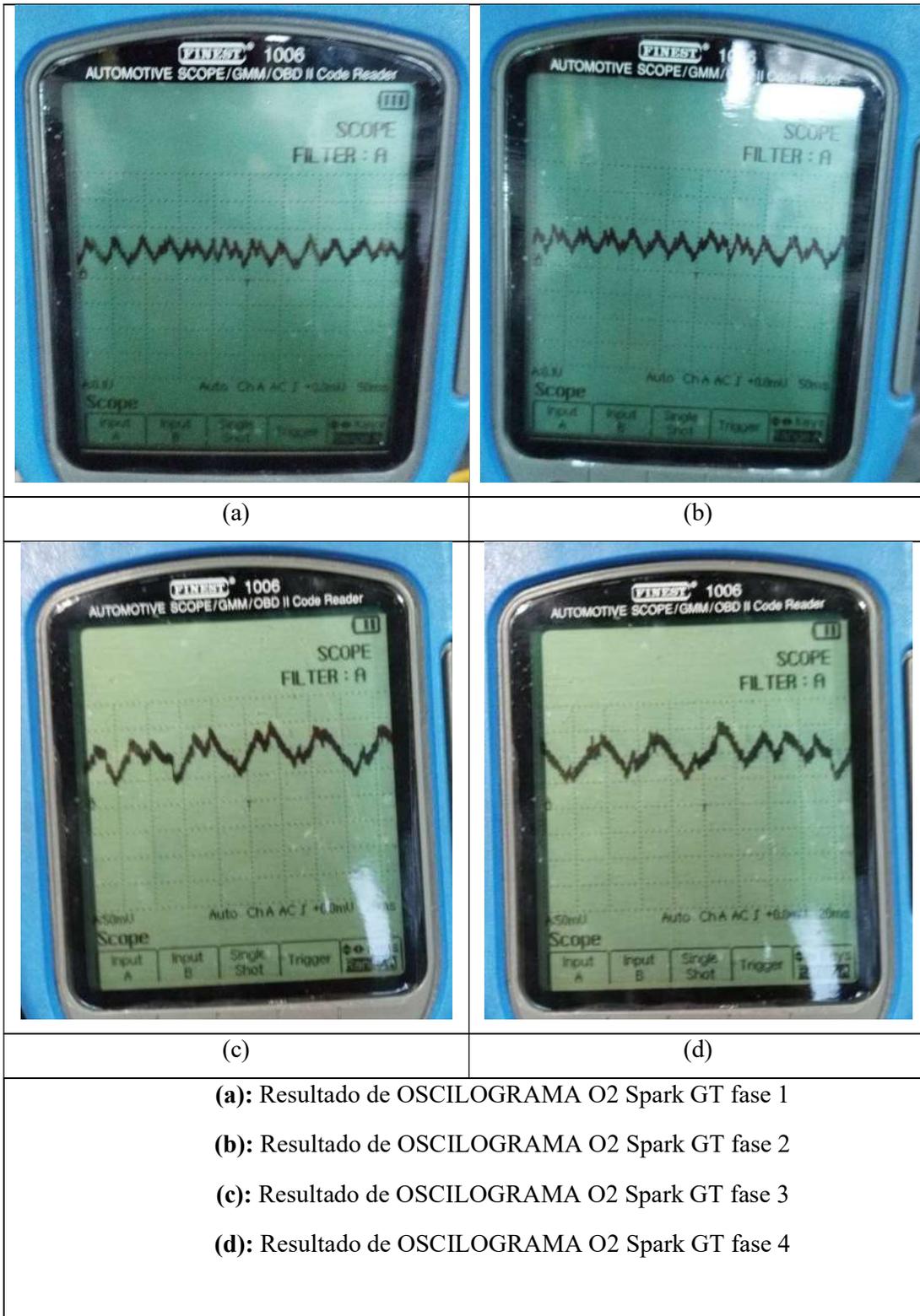
#### Oscilogramas IAC



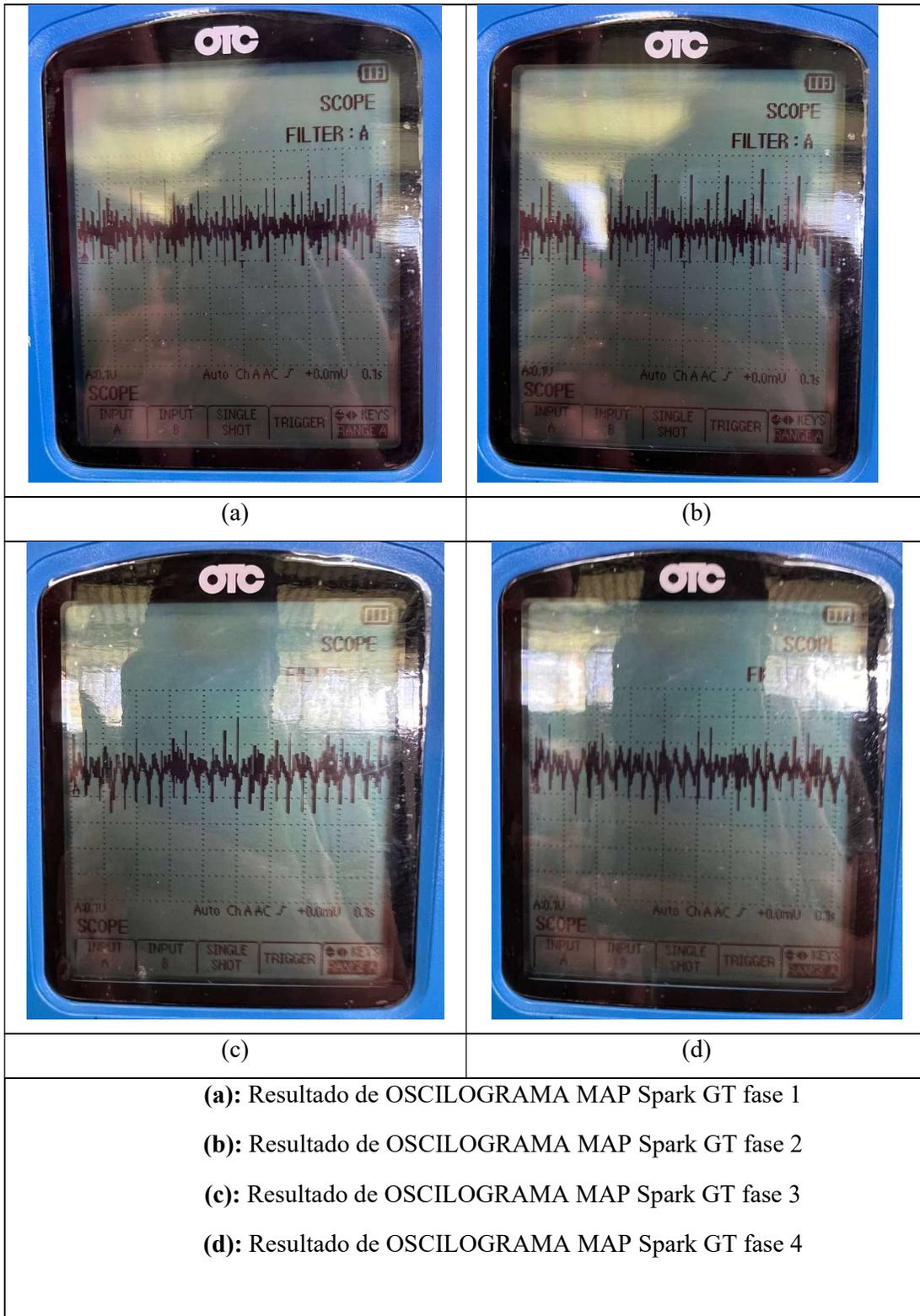
## Oscilogramas TPS



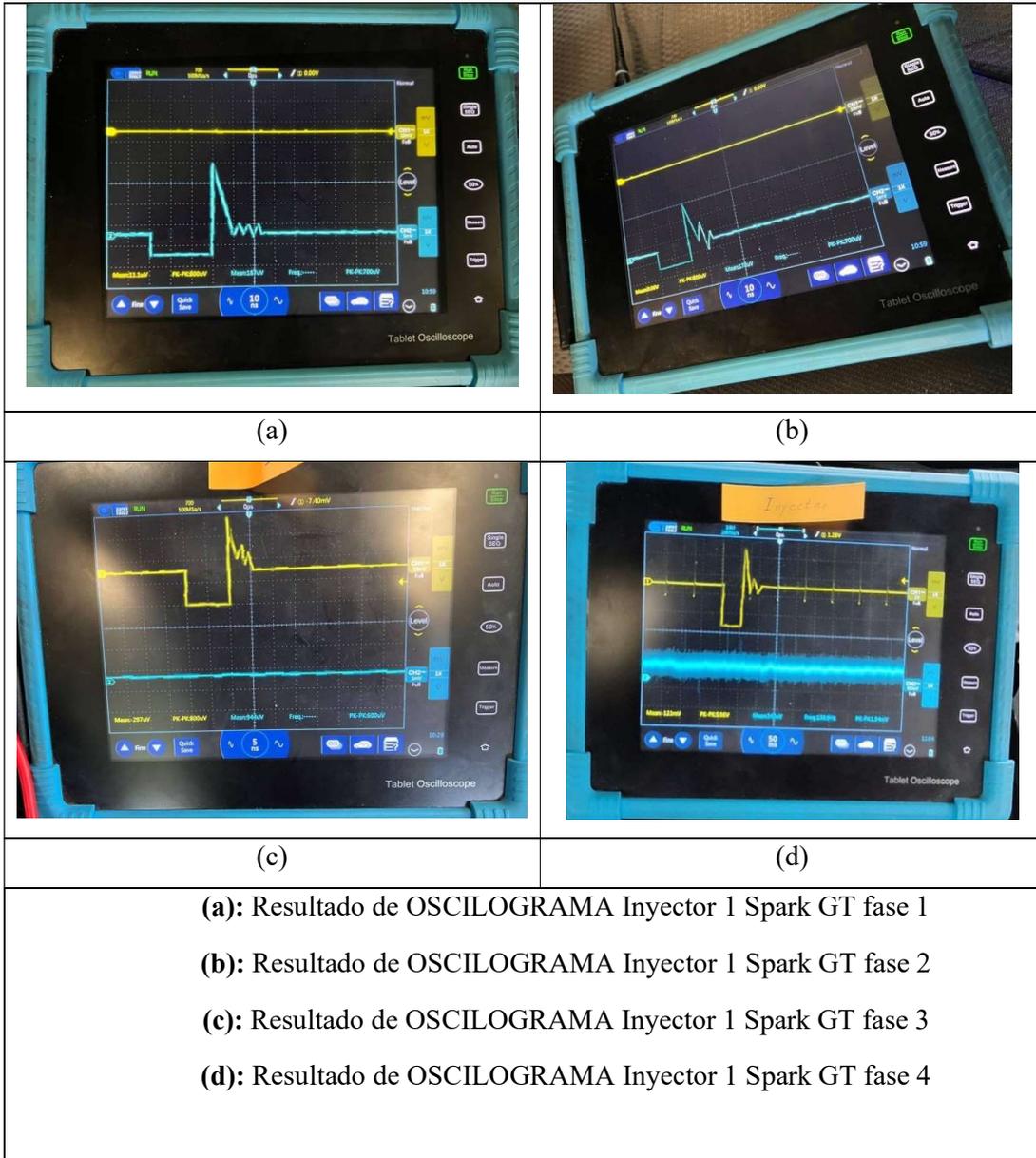
## Oscilogramas O2



## Oscilogramas MAP

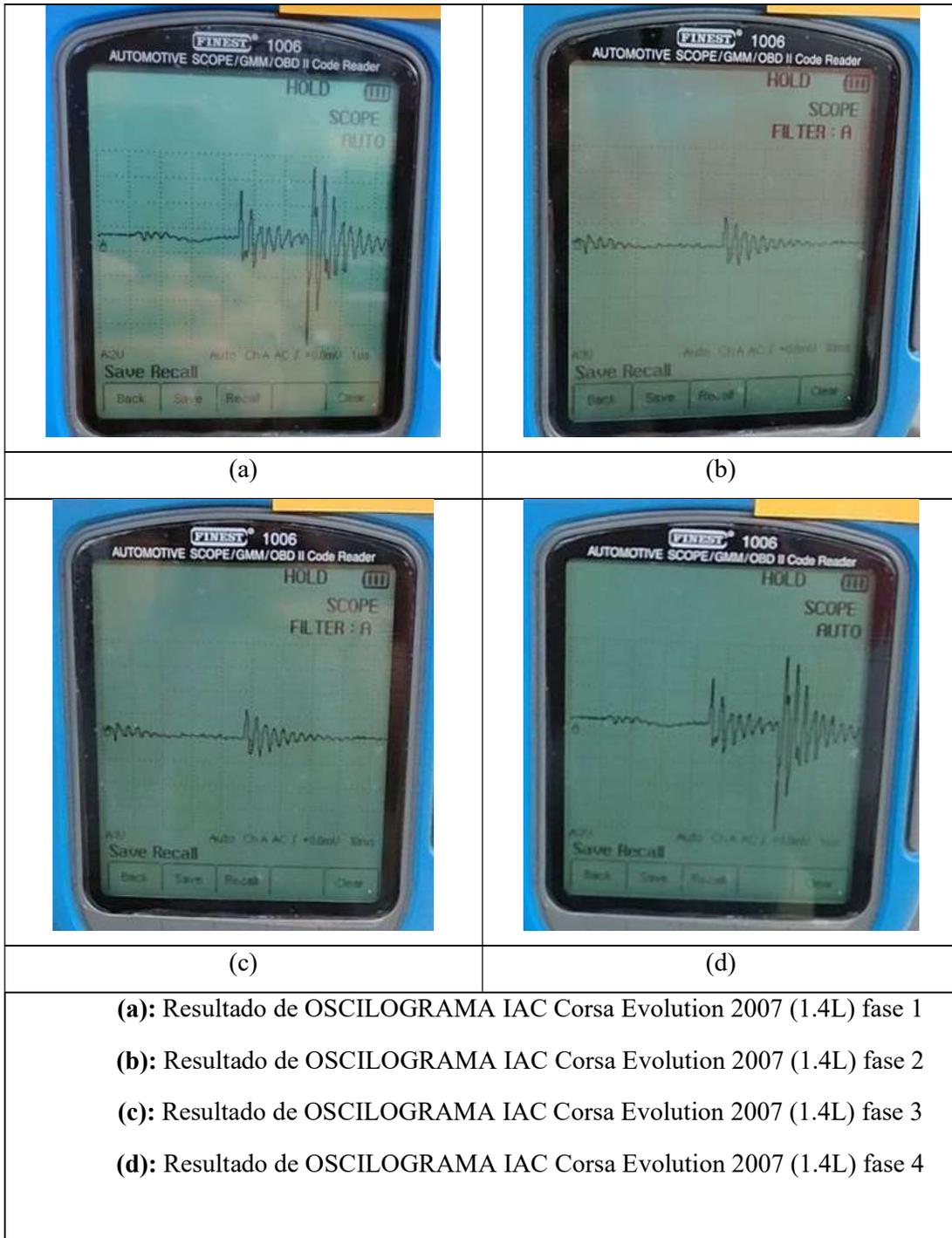


## Oscilogramas INYECTOR 1

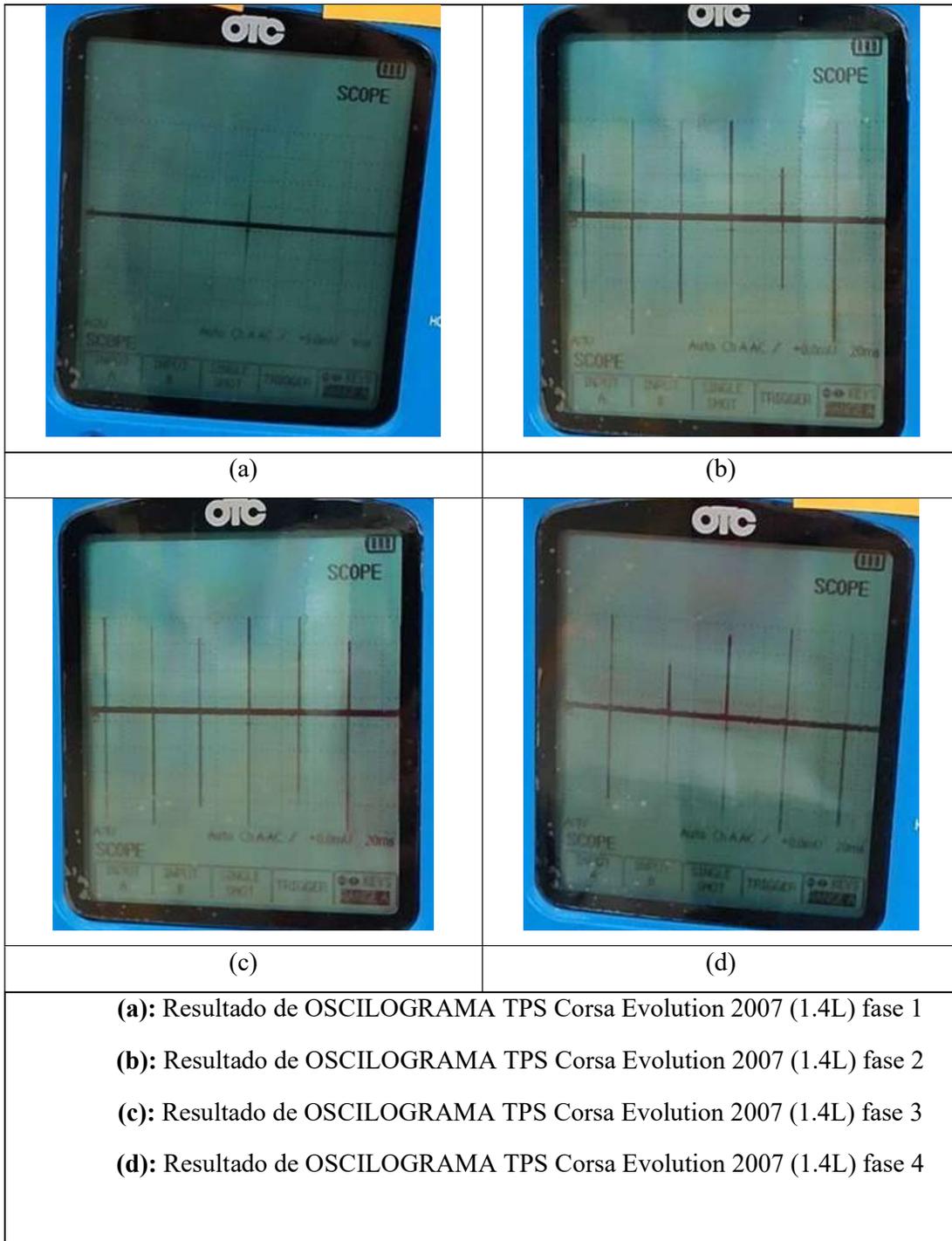


## Anexo II Datos Sensores Chevrolet Corsa Evolution 2007 (1.4L)

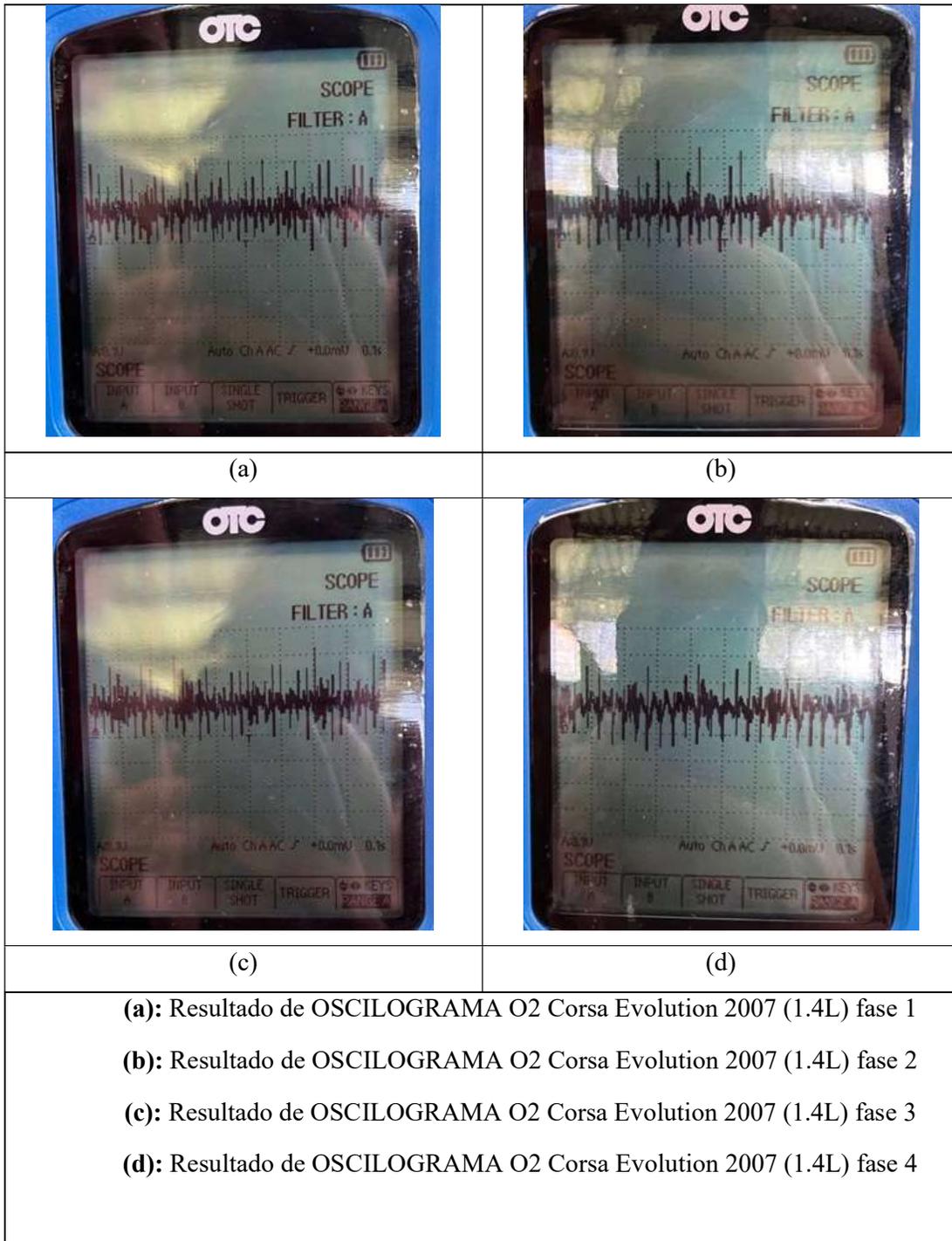
### Oscilograma IAC



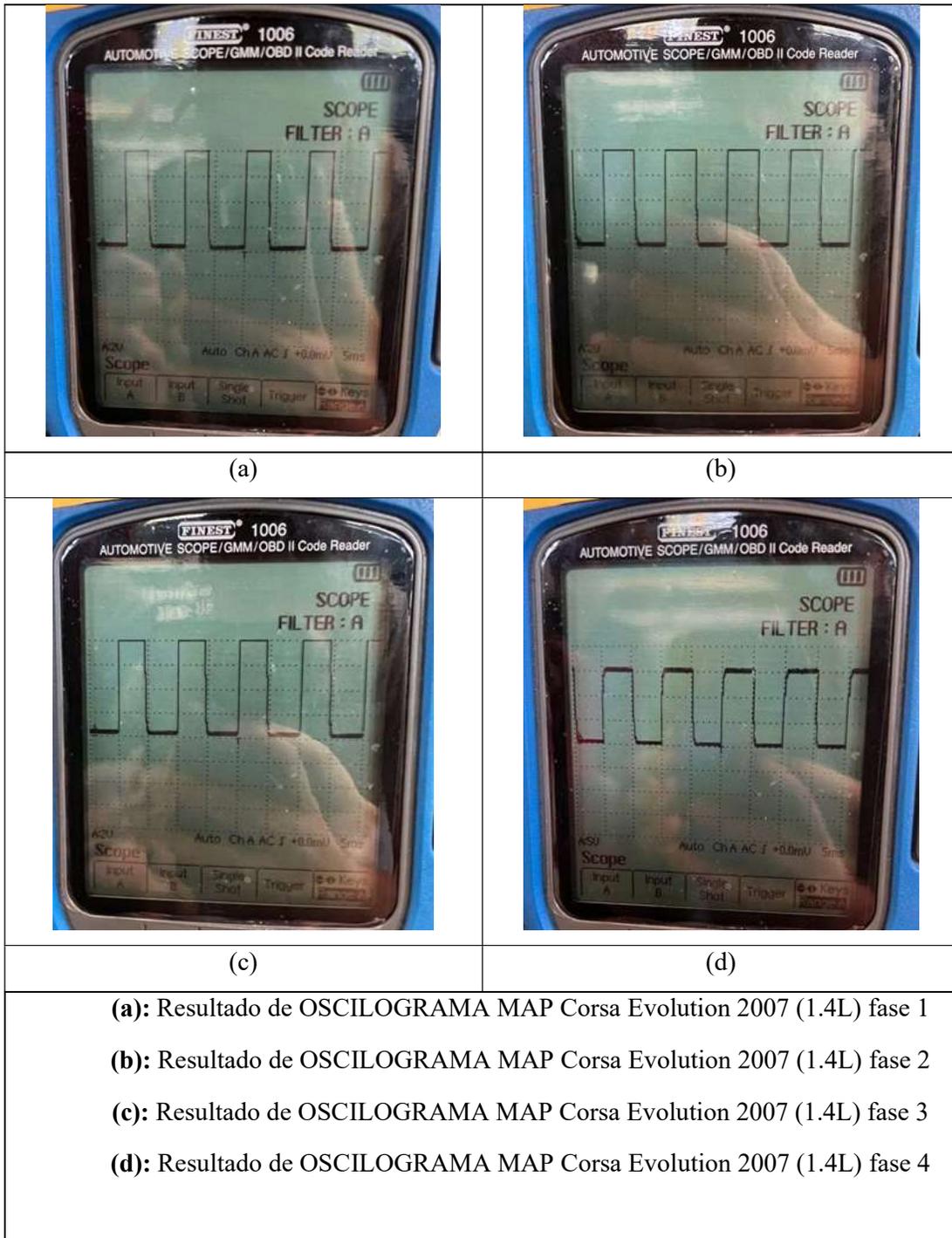
## Oscilogramas TPS



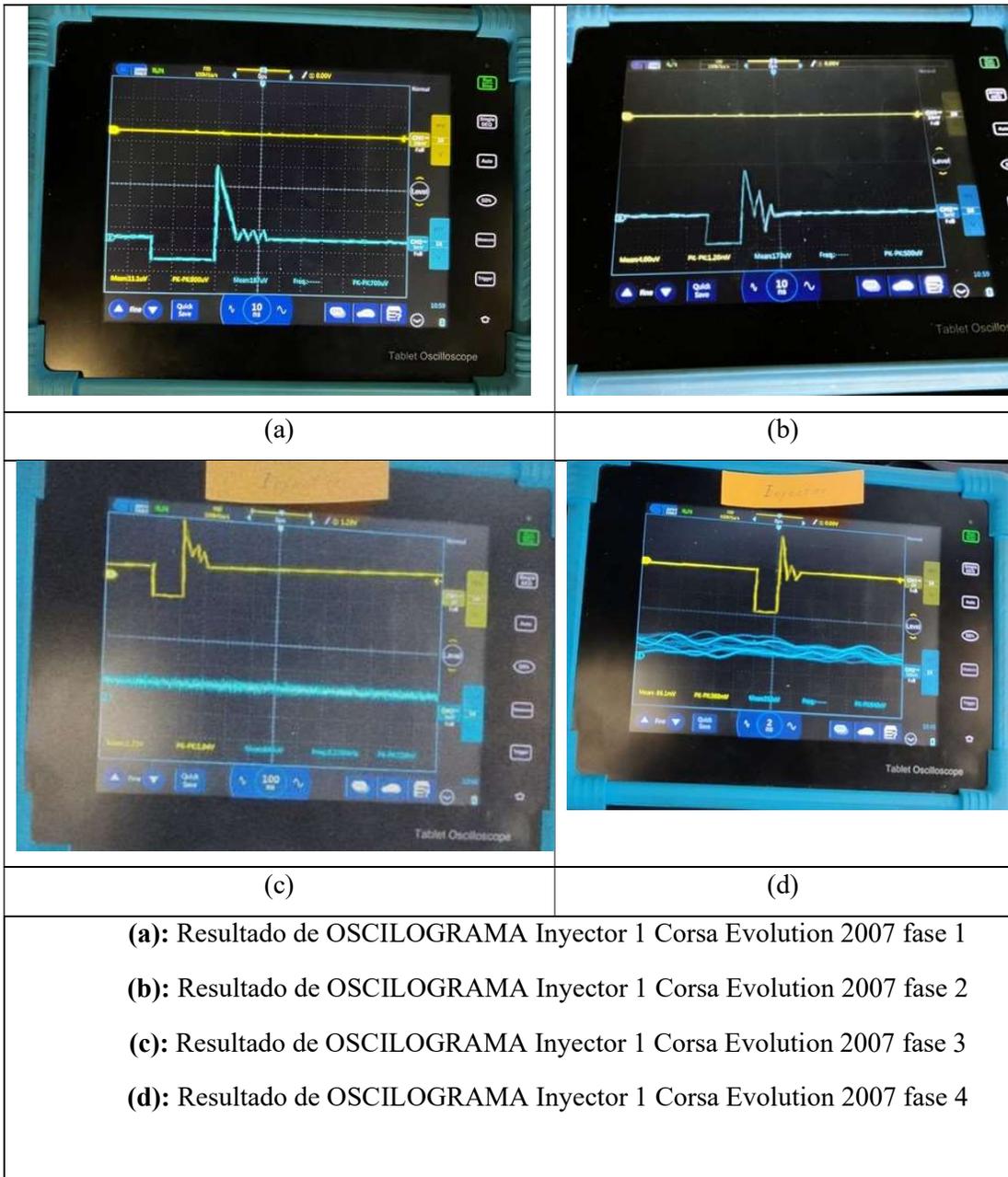
## Oscilogramas O2



## Oscilograma MAP

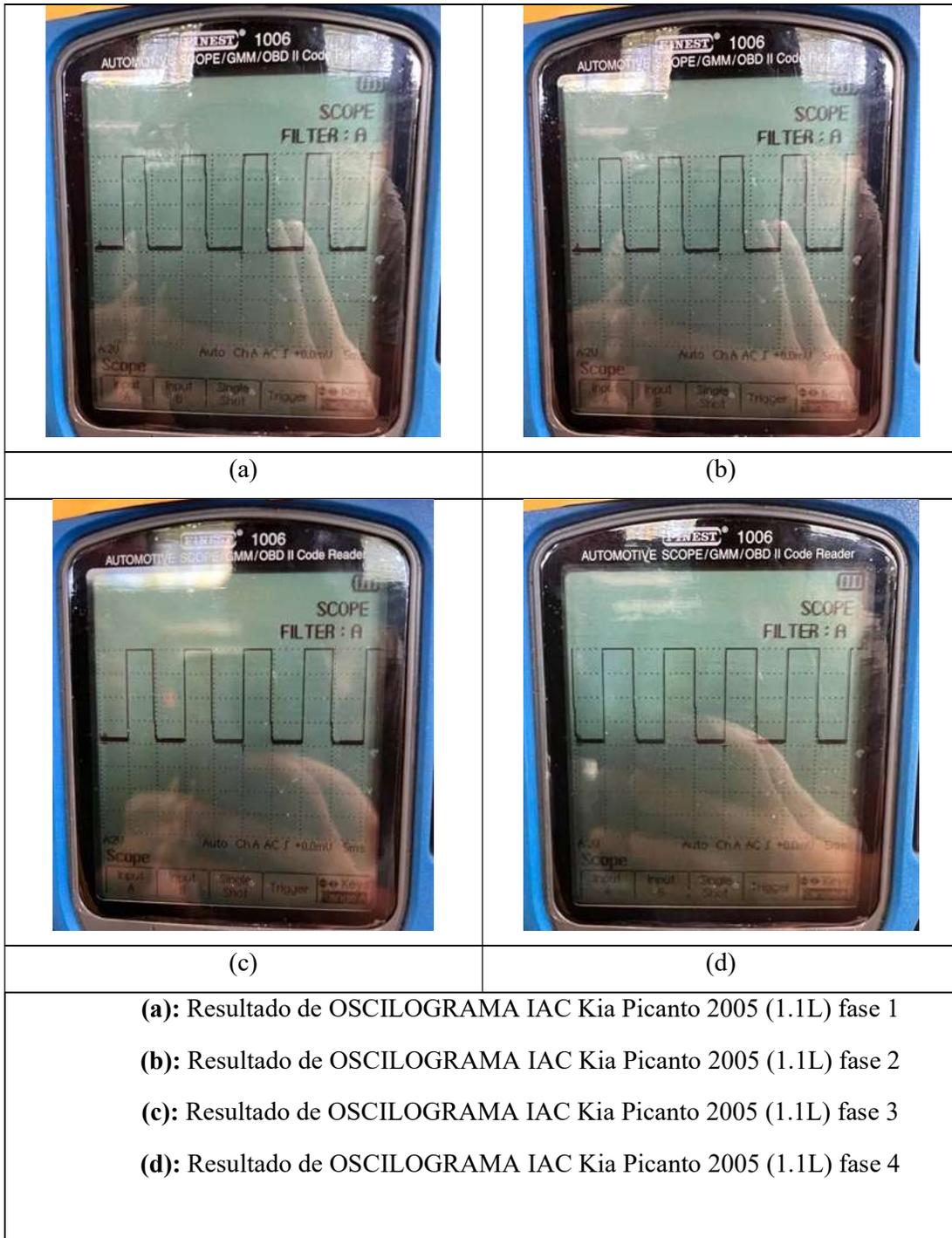


## Oscilogramas INYECTOR 1

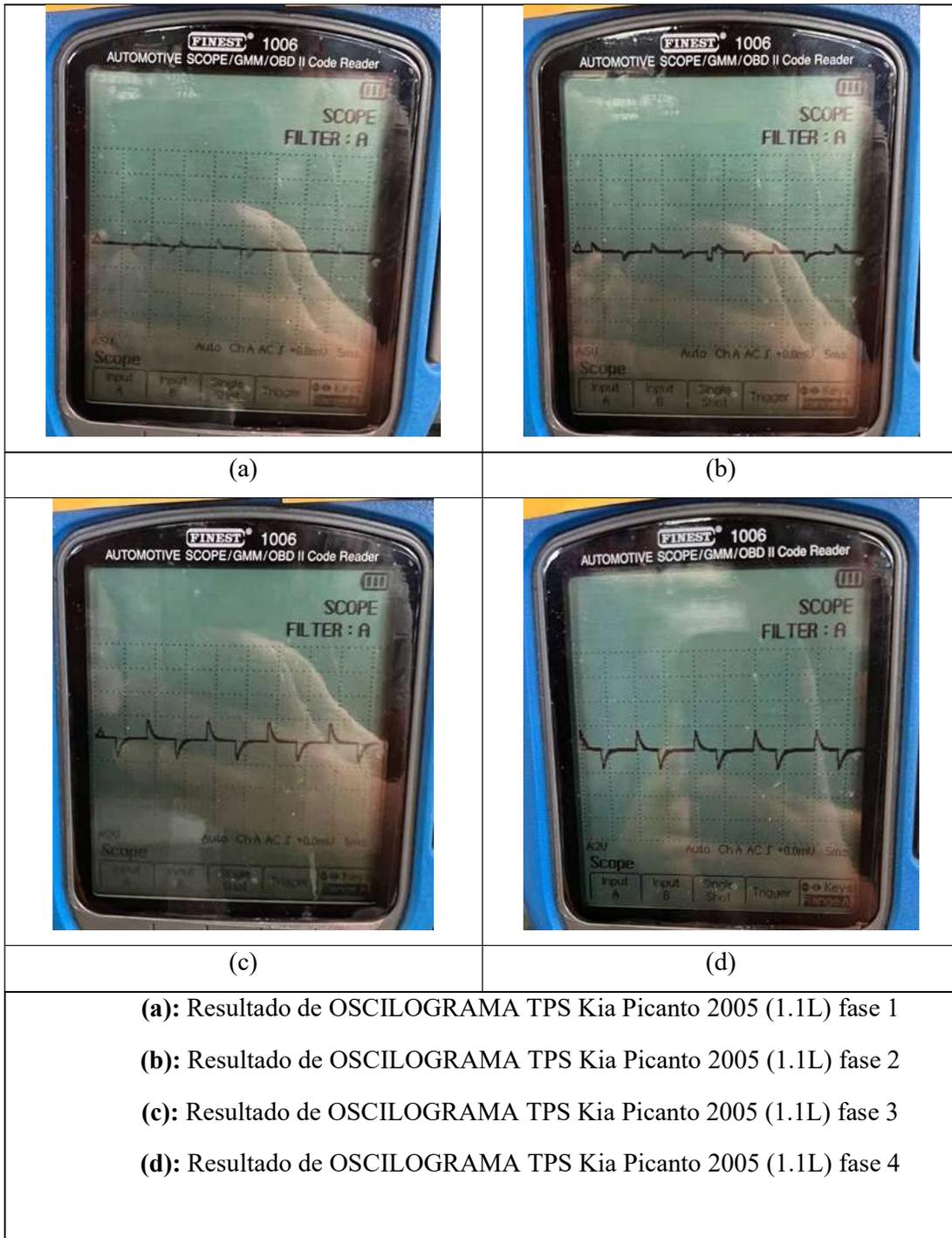


### Anexo III Datos Sensores Kia Picanto 2005 (1.1L)

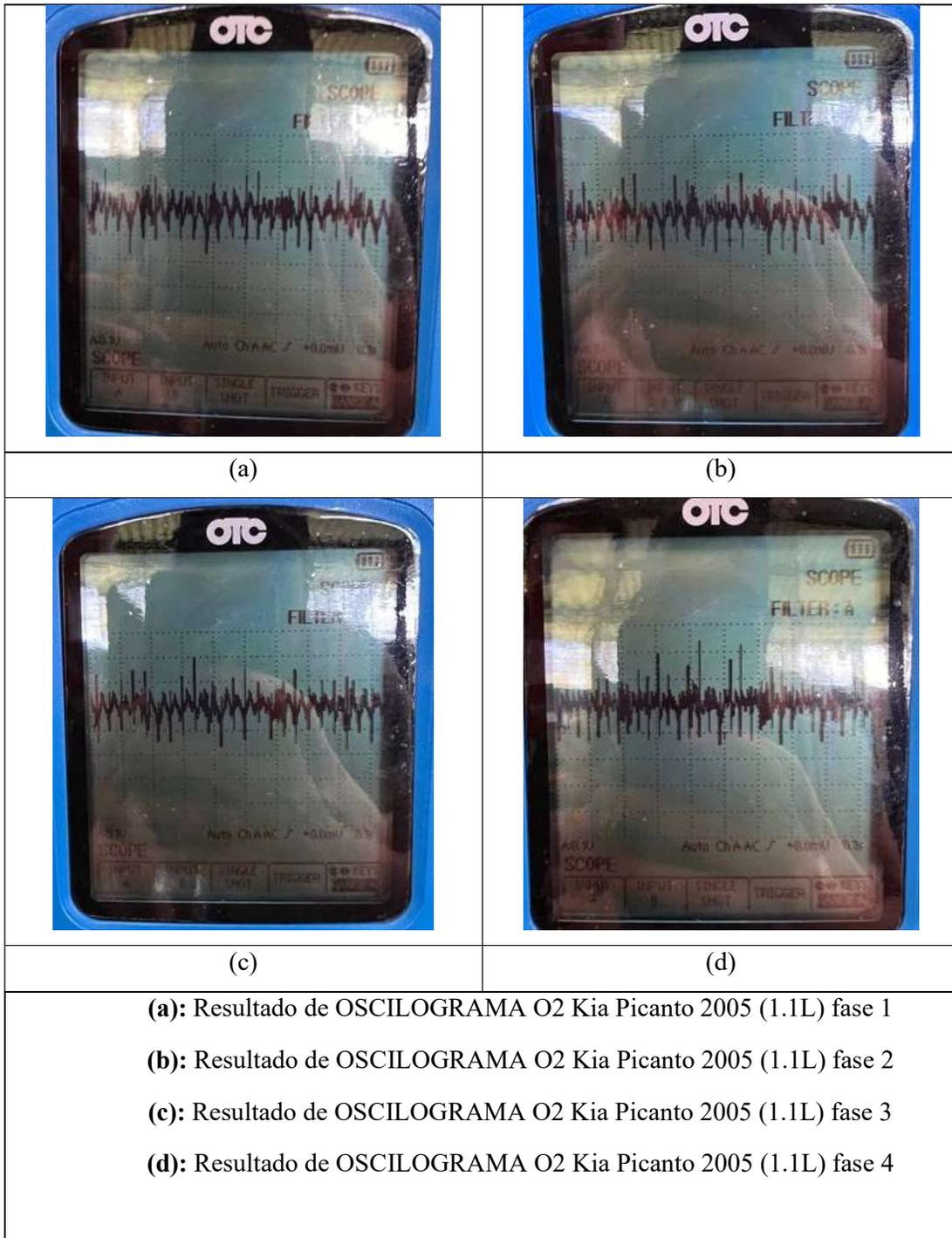
#### Oscilograma IAC



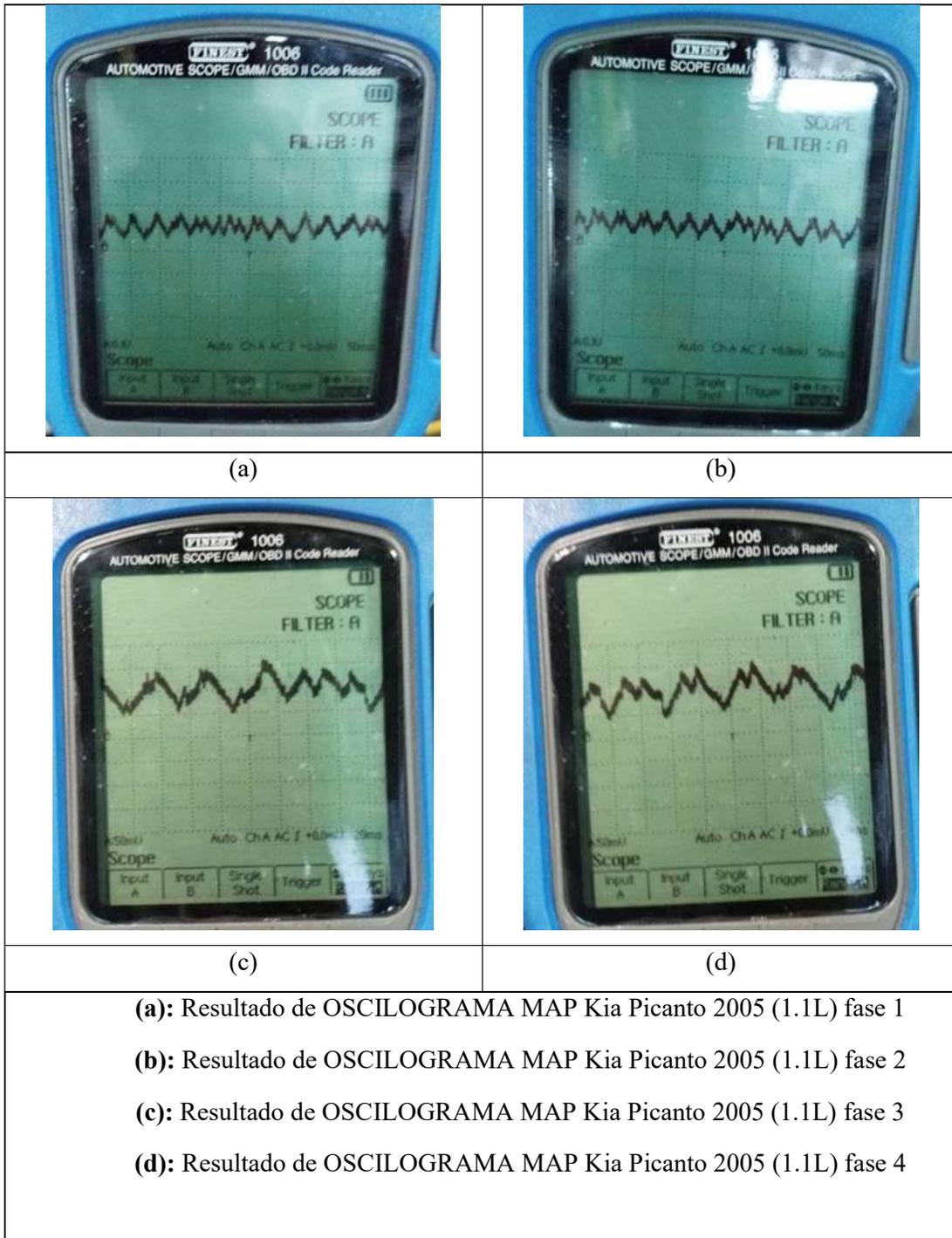
## Oscilogramas TPS



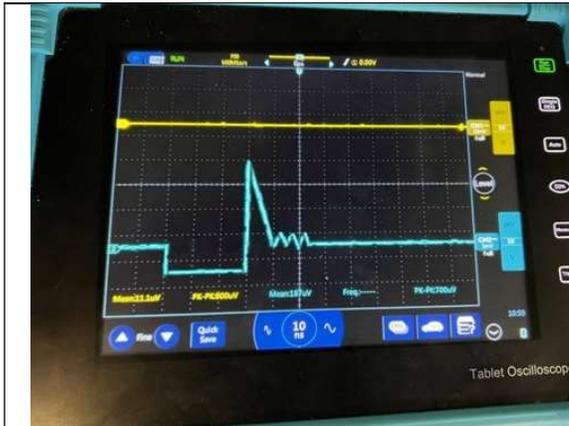
## Oscilogramas O2



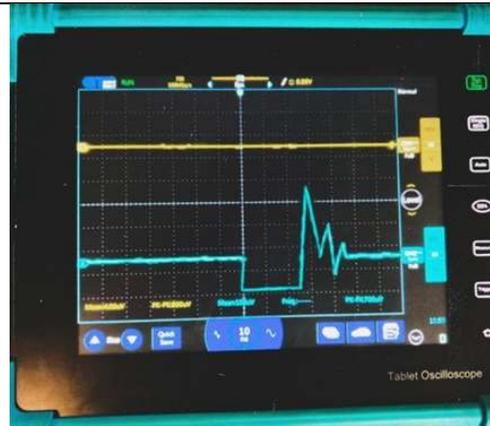
### Oscilograma MAP



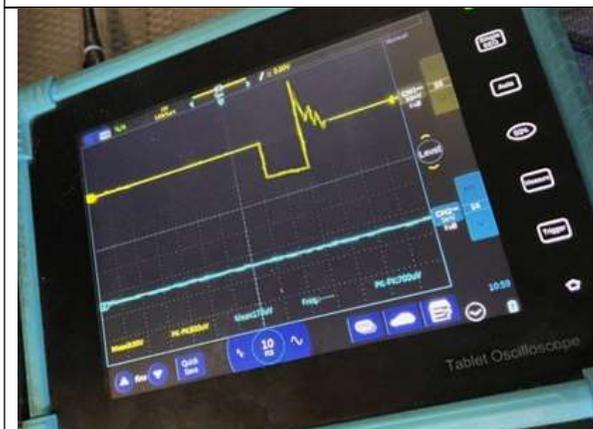
## Oscilogramas INYECTOR 1



(a)



(b)



(c)



(d)

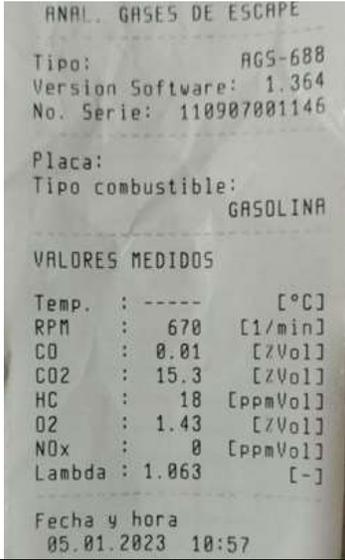
**(a):** Resultado de OSCILOGRAMA MAP Kia Picanto 2005 (1.1L) fase 1

**(b):** Resultado de OSCILOGRAMA MAP Kia Picanto 2005 (1.1L) fase 2

**(c):** Resultado de OSCILOGRAMA MAP Kia Picanto 2005 (1.1L) fase 3

**(d):** Resultado de OSCILOGRAMA MAP Kia Picanto 2005 (1.1L) fase 4

### Anexo IV Fotografías de resultado de análisis de gases Spark GT 2019 (1.2L)

	
(a)	(b)
	
(c)	(d)
<p>(a): Resultado de análisis de gases Spark GT fase 1</p> <p>(b): Resultado de análisis de gases Spark GT fase 2</p> <p>(c): Resultado de análisis de gases Spark GT fase 3</p> <p>(d): Resultado de análisis de gases Spark GT fase 4</p> <p>Fotografías de resultado de análisis de gases Spark GT 2019</p>	

### Anexo V Fotografías de resultado de análisis de gases Corsa Evolution 2007 (1.4L)

	
(a)	(b)
	
(c)	(d)
<p>(a): Resultado de análisis de gases Corsa Evolution 2007 (1.4L) fase 1</p> <p>(b): Resultado de análisis de gases Corsa Evolution 2007 (1.4L) fase 2</p> <p>(c): Resultado de análisis de gases Corsa Evolution 2007 (1.4L) fase 3</p> <p>(d): Resultado de análisis de gases Corsa Evolution 2007 (1.4L) fase 4</p> <p>Fotografías de resultado de análisis de gases Corsa Evolution 2007 (1.4L)</p>	

### Anexo VI Fotografías de resultado de análisis de gases KIA Picanto Lx 2005

 <p>ANAL. GASES DE ESCAPE</p> <p>Tipo: AGS-688 Version Software: 1.364 No. Serie: 110907001146</p> <p>Placa: Tipo combustible: GASOLINA</p> <p>VALORES MEDIDOS</p> <p>Temp. : ----- [°C] RPM : 1000 [1/min] CO : 0.57 [%Vol] CO2 : 14.0 [%Vol] HC : 261 [ppmVol] O2 : 1.99 [%Vol] NOx : 0 [ppmVol] Lambda : 1.065 [-]</p> <p>Fecha y hora 05.01.2023 10:27</p>	 <p>ANAL. GASES DE ESCAPE</p> <p>Tipo: AGS-688 Version Software: 1.364 No. Serie: 110907001146</p> <p>Placa: Tipo combustible: GASOLINA</p> <p>VALORES MEDIDOS</p> <p>Temp. : ----- [°C] RPM : 870 [1/min] CO : 0.27 [%Vol] CO2 : 14.4 [%Vol] HC : 153 [ppmVol] O2 : 1.81 [%Vol] NOx : 0 [ppmVol] Lambda : 1.069 [-]</p> <p>Fecha y hora 05.01.2023 10:31</p>
(a)	(b)
 <p>ANAL. GASES DE ESCAPE</p> <p>Tipo: AGS-688 Version Software: 1.364 No. Serie: 110907001146</p> <p>Placa: Tipo combustible: GASOLINA</p> <p>VALORES MEDIDOS</p> <p>Temp. : ----- [°C] RPM : 900 [1/min] CO : 0.75 [%Vol] CO2 : 13.3 [%Vol] HC : 240 [ppmVol] O2 : 2.43 [%Vol] NOx : 0 [ppmVol] Lambda : 1.084 [-]</p> <p>Fecha y hora 12.01.2023 11:13</p>	 <p>ANAL. GASES DE ESCAPE</p> <p>Tipo: AGS-688 Version Software: 1.364 No. Serie: 110907001146</p> <p>Placa: Tipo combustible: GASOLINA</p> <p>VALORES MEDIDOS</p> <p>Temp. : ----- [°C] RPM : 670 [1/min] CO : 0.01 [%Vol] CO2 : 15.3 [%Vol] HC : 18 [ppmVol] O2 : 1.43 [%Vol] NOx : 0 [ppmVol] Lambda : 1.063 [-]</p> <p>Fecha y hora 05.01.2023 10:57</p>
(c)	(d)
<p><b>(a):</b> Resultado de análisis de gases KIA Picanto Lx 2005 fase 1</p> <p><b>(b):</b> Resultado de análisis de gases KIA Picanto Lx 2005 fase 2</p> <p><b>(c):</b> Resultado de análisis de gases KIA Picanto Lx 2005 fase 3</p> <p><b>(d):</b> Resultado de análisis de gases KIA Picanto Lx 2005 fase 4</p> <p>Fotografías de resultado de análisis de gases KIA Picanto Lx 2005</p>	

