



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

## **FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

### **CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA**

Proyecto de Investigación previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Mecánico.

#### **Título del Proyecto de Investigación**

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN Y SUS EMISIONES EN UN  
MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO A PARTIR DE LA MEZCLA DE ETANOL-  
GASOLINA Y SU COMPARATIVA FRENTE A COMBUSTIBLES TRADICIONALES**

#### **Autores:**

**José Manuel Giraldo Cagua.**

**Anderson Stuart Peralta Olivo.**

#### **Director del proyecto de investigación**

**Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracín, Msc.**

**Quevedo – Los Ríos – Ecuador**

**2022**

Evaluación del proceso de combustión y sus emisiones en un motor de encendido provocado a partir de la mezcla de etanol-gasolina y su comparativa frente a combustibles tradicionales

2022

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **José Manuel Giraldo Cagua**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



f. \_\_\_\_\_

José Manuel Giraldo Cagua

C.C. # 1206748228

# DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Anderson Stuart Peralta Olivo**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



f. \_\_\_\_\_

Anderson Stuart Peralta Olivo

C.C. # 1311210957

# CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Cristian Samuel Laverde Albarracín**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que los estudiantes **José Manuel Giraldo Cagua** y **Anderson Stuart Peralta Olivo**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Evaluación del proceso de combustión y sus emisiones en un motor de encendido provocado a partir de la mezcla de etanol-gasolina y su comparativa frente a combustibles tradicionales**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Mecánico**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

0502662455  
CRISTIAN  
SAMUEL LAVERDE  
ALBARRACIN

Firmado digitalmente por  
0502662455 CRISTIAN  
SAMUEL LAVERDE  
ALBARRACIN  
Fecha: 2022.10.11  
16:35:51 -05'00'

.....

Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracín, MSC.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



## CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Por medio del presente permito certificar, que el Sr. **José Manuel Giraldo Cagua** y el Sr. **Anderson Stuart Peralta Olivo**, egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica, una vez revisada la tesis de grado titulada **“Evaluación del proceso de combustión y sus emisiones en un motor de encendido provocado a partir de la mezcla de etanol-gasolina y su comparativa frente a combustibles tradicionales”**, tengo a bien informar que se realizó la revisión respectiva por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable del 0%, cumpliendo con el reglamento de Graduación de Estudiantes de Pregrado y la Normativa establecida por la universidad.

Se adjunta el resultado del sistema URKUND

0502662455  
CRISTIAN SAMUEL  
LAVERDE  
ALBARRACIN

Firmado digitalmente por  
0502662455 CRISTIAN  
SAMUEL LAVERDE  
ALBARRACIN  
Fecha: 2022.10.12 11:35:16  
-05'00'

.....  
**Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracín, MSC**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Document Information	
Analyzed document	Proyecto de Investigación.docx (D146163230)
Submitted	2022-10-11 22:53:00
Submitted by	Cristian Laverde
Submitter email	claverde@uteq.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	claverde.uteq@analysis.urtund.com



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Evaluación del proceso de combustión y sus emisiones en un motor de encendido provocado a partir de la mezcla de etanol-gasolina y su comparativa frente a combustibles tradicionales”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de  
Ingeniero Mecánico

Aprobado por:

PAOLA  
MARIELA  
PROANO  
MOLINA

Firmado digitalmente por  
PAOLA MARIELA  
PROANO MOLINA  
Fecha: 2022.11.28  
17:29:56 -05'00'

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Paola Proaño.



Firmado electrónicamente por:  
**RODGER  
BENJAMIN  
SALAZAR LOOR**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Rodger Salazar.



Firmado electrónicamente por:  
**ERNESTO JAVIER  
RUANO HERRERIA**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Ernesto Ruano.

**QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR**  
**2022**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a mis padres Pedro José Giraldo Bravo y Lorenza Aidee Cagua Avilés, que desde pequeño me han dejado buenas enseñanzas llenándome de virtudes y valores. Y siempre he tenido todo su apoyo y están presentes en cada una de las etapas de mi vida haciéndome sentir querido e importante. También a mis hermanos Peggy, Karla, Bryan, María y Diego, por ayudarme en mis momentos de crisis, dándome ánimos y consejos para poder retomar las actividades de la universidad.

Agradezco a mi pareja Genesis Mariam, por haberme comprendido y entendido en mis peores momentos, llenándome de cariño, muchos momentos de felicidad y cuidándome cuando no me he encontrado bien de salud, es un gran pilar en mi vida que espero se mantenga así hasta que la vida me alcance.

Agradezco al Ing. Cristian Laverde por haber brindado sus conocimientos y apoyo para que este proyecto de investigación se lleve a cabo sin dificultades, espero que algún día se pueda desarrollar junto a él nuevos temas de investigación.

Agradezco a mi compañero de proyecto de investigación Anderson Peralta, que he pasado toda la carrera apoyándonos mutuamente desde que ingresamos a la universidad. Así mismo, a mis compañeros con los que viví una de las mejores etapas de mi vida que se han ido quedando atrás pero no abandonan la esperanza de algún día ser Ingenieros.

Le agradezco al tecnólogo Vladimir Cobos, que nos abrió las puertas sin ni siquiera conocernos y brindó su total apoyo en los requerimientos que necesitábamos para el proyecto de investigación sin esperar algo a cambio.

**José Manuel Giraldo Cagua**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a mis padres por haberme apoyado siempre de alguna u otra manera, quienes me han dado sus consejos y también sus retadas cuando me las he ganado, a mi hermano por estar cuidando de mí, estas personas, mi familia la cual me ha enseñado sobre la vida, inculcando que cada día hay que ser mejor, les agradezco todo.

Doy gracias también a mi compañero de tesis José Giraldo, con quien he compartido toda esta etapa de la universidad de principio a fin, a mis grandes amigos Arlington, Josué, Ariel y Cesar por servirme de apoyo de moral desde la época de colegio, a mi querida Dani por su paciencia y por demostrarme que puedo con lo que me proponga.

Al Ing. Cristian Laverde, tutor de este proyecto de investigación, quien nos ha proporcionado herramientas y conocimientos para la realización de esta.

Al Tecnólogo Vladimir Cobo, quien sin pedir nada a cambio nos ayudó con las instalaciones y equipos, para el proyecto de investigación, con el único afán de ayudar al prójimo.

Agradezco a todas y cada una de las personas que han puesto un grano de felicidad en mi vida, que me han enseñado que no todo es color negro, y, cómo no, a aquella frase de cierto personaje dice así “sin importar cuantas veces me golpeen, siempre hay que encontrar la manera de levantarse”

**Anderson Stuart Peralta Olivo.**

## **DEDICATORIA**

El proyecto de investigación realizado se lo dedico a mis padres por siempre estar para mí y que se sientan orgullosos de que uno de sus hijos haya logrado algo importante.

A mis hermanos Peggy, Karla, Bryan, María y Diego, quienes me brindaron su apoyo en todo momento y no me dejaron solo.

A mi pareja Genesis Mariam, por siempre estar a mi lado, manteniéndome feliz y ayudarme en todo lo que he necesitado.

A mis amistades, que siempre había momentos de felicidad junto a ellos y esos recuerdos se mantendrán presentes.

A Mimida, mi gatita que me acompañó en mis madrugadas y brindándome todo su amor en el transcurso de crecimiento como futuro Ingeniero Mecánico.

**José Manuel Giraldo Cagua**

## **DEDICATORIA.**

El presente trabajo está dedicado a mi padre Pedro Peralta Campoverde, mi madre Juana Olivo Mendieta, quienes siempre me han motivado a lograr mis objetivos, a sacudirme la tierra de encima y seguir adelante, me hicieron la persona que soy hoy, y sigo aprendiendo de ellos.

A mi hermano Adrián Peralta Olivo, quien me ha enseñado a forjarme un criterio propio, a no tener miedo de cometer errores, sino aprender de ellos, con quien deposito mi confianza y risas a diario.

A mis grandes amigos por los buenos tiempos que hemos compartido.

**Anderson Stuart Peralta Olivo**

## RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

Ecuador es un país petrolero con grandes plantaciones de cacao, las cuales también tienen grandes desechos, a través de esta investigación se dará uso a parte de ese desecho. En específico el mucílago del cacao, convirtiéndolo en etanol por medio de un proceso de fermentado y destilado para mezclarlo con gasolina Extra y desarrollar un nuevo biocombustible con base de bioetanol de cacao, evaluando sus emisiones en un motor de combustión interna a través de pruebas estáticas, obteniendo mediante el análisis fisicoquímico un octanaje de 85,2. El biocombustible demuestra ser mejor en varios aspectos, en las emisiones de CO, HC, CO<sub>2</sub> y O. Todos estos valores serán detallados con la diferencia en porcentajes de cada tipo de emisión, demostrando lo importantes que son cada uno de estos para el correcto funcionamiento del vehículo, y que los valores se encuentren dentro del rango permitido por la norma INEN 2204. Este proyecto de investigación ayudará a formar las bases de futuros desarrollos de biocombustibles que ayudarán a disminuir la contaminación ambiental.

**Palabras clave:** Emisión de gases, biocombustible, mucílago de cacao, bioetanol, motor de combustión interna.

## **ABSTRACT AND KEYOWRDS**

Ecuador is an oil country with large cocoa plantations, which also produce large waste, on this research we will use part of that waste, specifically the cocoa mucilage, converting it into ethanol through a fermentation and distillation process to mix it with Extra gasoline and developing a new biofuel based on cocoa bioethanol, evaluating its emissions in an internal combustion engine through static tests, obtaining an octane number of 85 on a physicochemical analysis. The biofuel proves to be better in several aspects such as CO, HC, CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> emissions. All these values will be detailed with the difference in percentages of each type of emission, demonstrating the importance of each one for the correct operation of the vehicle and that the values comply with INEN 2204 standard. This research project will help to improve the knowledge for future biofuel developments that will help reduce environmental pollution.

**Keywords:** Gas emissions, biofuel, cocoa mucilage, bioethanol, internal combustion engine.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES .....	viii
ABSTRACT AND KEYOWRDS .....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	x
CÓDIGO DUBLÍN .....	xi
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	1
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Problema de investigación.....	2
1.1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1.2. Diagnóstico.....	2
1.1.3. Pronóstico.....	2
1.1.4. Formulación del problema.....	3
1.1.5. Sistematización del problema.....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPÍTULO II.....	2

<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Marco Conceptual.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.1. Origen de los biocombustibles.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2. Definición de biocombustibles.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.3. Generaciones de biocombustibles.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.3.1. Primera generación.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.3.2. Segunda Generación.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.3.3. Tercera Generación.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.3.4. Cuarta Generación.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.4. Producción en masa de biocombustibles.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.5. Cacao.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.5.1. Definición.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.5.2. Composición.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.5.3. Historia del Cacao.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.5.4. Producción de cacao.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.5.5. Mucílago del cacao.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.6. Motor de Diésel.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.7. Motor de combustión interna de ciclo otto.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.7.1. Funcionamiento de un motor de combustión interna.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.7.2. Catalizador automotriz.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.8. Características de los vehículos de experimentación.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.8.1. Chevrolet Optra.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.8.2. Hyundai Grand i10.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.9. Emisión de gases contaminantes en Ecuador.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.10. Emisiones de gases automotrices.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.11. Norma INEN 2204.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.12. Combustibles.....</b>	<b>22</b>

2.1.12.1. Ecopaís. ....	22
2.1.12.2. Etanol. ....	22
2.2. Marco Referencial.....	23
2.2.1. Chevrolet Vitara SZ. ....	23
2.2.1.1. Emisión de CO de Chevrolet Vitara SZ. ....	23
2.2.1.2. Emisión de HC de Chevrolet Vitara SZ. ....	24
2.2.2. Chevrolet Spark.....	25
2.2.3. Emisión de CO de Chevrolet Spark.....	25
2.2.3.1. Emisión de HC de Chevrolet Spark.....	25
2.2.4. Ford F150. ....	26
2.2.5. Emisión de CO de Ford F150. ....	26
2.2.6. Emisión de HC Ford F150. ....	26
3.1. Localización.....	28
3.1.1. Quevedo.....	28
3.1.2. Conocoto.....	28
3.2. Tipos de investigación.....	29
3.2.1. Investigación exploratoria. ....	29
3.2.2. Investigación descriptiva.....	29
3.3. Tipos de métodos de investigación. ....	30
3.3.1. Metodología experimental. ....	30
3.3.2. Metodología bibliográfica. ....	30
3.4. Fuentes de recopilación de información. ....	30
3.4.1. Fuentes primarias.....	30
3.4.2. Fuentes secundarias.....	30
3.5. Diseño de la investigación.....	31
3.5.1. Diseño Experimental. ....	31
3.6. Instrumentos de investigación. ....	31

3.6.1.	Reactor.....	31
3.6.2.	Refractómetro. ....	32
3.6.3.	Torre de destilación. ....	32
3.6.4.	Alcoholímetro.....	33
3.6.5.	Probeta.....	33
3.6.6.	Analizador de gases “Gasbox”. ....	34
3.7.	Tratamiento de los datos. ....	35
3.8.	Recursos. ....	35
3.8.1.	Recurso humano. ....	35
3.8.2.	Recurso material.....	35
CAPÍTULO IV.....		28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		28
4.1.	RESULTADOS. ....	36
4.1.1.	Diagrama del proceso de extracción del Bioetanol.....	36
4.1.2.	Proceso de fermentación. ....	36
4.1.3.	Proceso de Destilación. ....	38
4.1.4.	Proceso de obtención de datos experimentales. ....	41
4.1.5.	Resultados de emisiones de gases en vehículo Hyundai i10 Sedán versión 2019. ....	42
4.1.5.1.	Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	43
4.1.5.2.	Análisis de emisiones de HC ppm a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	44
4.1.5.3.	Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	45
4.1.5.4.	Análisis de emisiones CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	46

<b>4.1.5.5. Análisis de emisión de HC a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.</b>	<b>48</b>
<b>4.1.5.6. Análisis de relación lambda a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.</b>	<b>49</b>
<b>4.1.5.7. Análisis de emisiones CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....</b>	<b>50</b>
<b>4.1.5.8. Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.</b>	<b>51</b>
<b>4.1.5.9. Análisis de emisión de HC ppm a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1.5.10. Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.</b>	<b>53</b>
<b>4.1.5.11. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....</b>	<b>54</b>
<b>4.1.5.12. Análisis de emisión de CO a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.</b>	<b>55</b>
<b>4.1.5.13. Análisis de emisión de HC ppm a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.</b>	<b>56</b>
<b>4.1.5.14. Análisis de relación lambda a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.</b>	<b>57</b>
<b>4.1.5.15. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1.5.16. Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.....</b>	<b>59</b>
<b>4.1.5.17. Análisis de emisión de HC ppm a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.</b>	<b>60</b>
<b>4.1.5.18. Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.</b>	<b>61</b>
<b>4.1.5.19. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....</b>	<b>62</b>

4.1.5.20.	Análisis de emisión de CO a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.	63
4.1.5.21.	Análisis de emisión de HC ppm a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.	64
4.1.5.22.	Análisis de relación lambda a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.	65
4.1.5.23.	Análisis de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.	66
4.1.6.	Promedio General de emisiones respecto al tiempo de todos los combustibles con el Hyundai i10 Sedán 2019.	67
4.1.6.1.	Emisión de CO a 2500 RPM con Hyundai i10 Sedán.	67
4.1.6.2.	Emisión de CO a 700 RPM con Hyundai i10 Sedán.	68
4.1.6.3.	Emisión de HC a 2500 RPM con Hyundai i10 Sedán.	69
4.1.6.4.	Emisión de HC a 700 RPM con Hyundai i10 Sedán con Hyundai i10 Sedán.	69
4.1.6.5.	Relación Lambda a 2500 RPM con Hyundai i10 Sedán.	70
4.1.6.6.	Relación Lambda a 700 RPM con Hyundai i10 Sedán.	71
4.1.6.7.	Emisión de CO <sub>2</sub> a 2500 RPM con Hyundai i10 Sedán.	71
4.1.6.8.	Emisión de CO <sub>2</sub> a 700 RPM con Hyundai i10 Sedán.	72
4.1.6.9.	Emisión de O <sub>2</sub> a 2500 RPM con Hyundai i10 Sedán.	73
4.1.6.10.	Emisión de O <sub>2</sub> a 700 RPM con Hyundai i10 Sedán.	73
4.1.7.	Promedio General del Hyundai i10 Sedán 2019.	74
4.1.7.1.	Promedio General de emisiones a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.	74
4.1.7.2.	Promedio de emisiones de CO a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.	75
4.1.7.3.	Promedio de emisiones de HC a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.	75

4.1.7.4.	Promedio de emisiones de relación Lambda a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.....	76
4.1.7.5.	Promedio de emisiones de CO <sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.	77
4.1.7.6.	Promedio de emisiones de O <sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.	77
4.1.7.7.	Promedio General de emisiones a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.	79
4.1.7.8.	Promedio de emisiones de CO a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.	79
4.1.7.9.	Promedio de emisiones de HC a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.	80
4.1.7.10.	Promedio de emisiones de relación Lambda a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.....	80
4.1.7.11.	Promedio de emisiones de CO <sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.	81
4.1.7.12.	Promedio de emisiones de O <sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.	82
4.1.8.	Resultados de emisiones de gases en vehículo Chevrolet Optra LT 2006.	83
4.1.8.1.	Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.	83
4.1.8.2.	Análisis de emisiones de HC ppm a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.....	84
4.1.8.3.	Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.	85
4.1.8.4.	Análisis de emisiones CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.....	86
4.1.8.5.	Análisis de emisión de CO a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.	87

<b>4.1.8.6.</b>	<b>Análisis de emisión de HC a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.</b>	<b>88</b>
<b>4.1.8.7.</b>	<b>Análisis de relación lambda a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.</b>	<b>89</b>
<b>4.1.8.8.</b>	<b>Análisis de emisiones CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.</b>	<b>90</b>
<b>4.1.8.9.</b>	<b>Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.</b>	<b>91</b>
<b>4.1.8.10.</b>	<b>Análisis de emisión de HC ppm a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.</b>	<b>91</b>
<b>4.1.8.11.</b>	<b>Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.</b>	<b>92</b>
<b>4.1.8.12.</b>	<b>Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.</b>	<b>93</b>
<b>4.1.8.13.</b>	<b>Análisis de emisión de CO a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.</b>	<b>94</b>
<b>4.1.8.14.</b>	<b>Análisis de emisión de HC ppm a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.</b>	<b>95</b>
<b>4.1.8.15.</b>	<b>Análisis de relación lambda a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.</b>	<b>96</b>
<b>4.1.8.16.</b>	<b>Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.</b>	<b>96</b>
<b>4.1.8.17.</b>	<b>Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.</b>	<b>97</b>
<b>4.1.8.18.</b>	<b>Análisis de emisión de HC ppm a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.</b>	<b>98</b>
<b>4.1.8.19.</b>	<b>Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.</b>	<b>99</b>
<b>4.1.8.20.</b>	<b>Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.</b>	<b>100</b>

4.1.8.21. Análisis de emisión de CO a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.....	101
4.1.8.22. Análisis de emisión de HC ppm a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.....	101
4.1.8.23. Análisis de relación lambda a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.....	102
4.1.8.24. Análisis de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.....	103
4.1.9. Promedio General de emisiones respecto al tiempo de todos los combustibles con el Chevrolet Optra 2006. ....	104
4.1.9.1. Emisión de CO a 2500 RPM con Chevrolet Optra. ....	104
4.1.9.2. Emisión de CO a 700 RPM con Chevrolet Optra. ....	105
4.1.9.3. Emisión de HC a 2500 RPM con Chevrolet Optra. ....	106
4.1.9.4. Emisión de HC a 700 RPM con Chevrolet Optra. ....	106
4.1.9.5. Relación Lambda a 2500 RPM con Chevrolet Optra. ....	107
4.1.9.6. Relación Lambda a 700 RPM con Chevrolet Optra. ....	108
4.1.9.7. Emisión de CO <sub>2</sub> a 2500 RPM con Chevrolet Optra. ....	108
4.1.9.8. Emisión de CO <sub>2</sub> a 700 RPM con Chevrolet Optra. ....	109
4.1.9.9. Emisión de O <sub>2</sub> a 2500 RPM con Chevrolet Optra. ....	110
4.1.9.10. Emisión de O <sub>2</sub> a 700 RPM con Chevrolet Optra. ....	110
4.1.10. Promedio General del Chevrolet Optra 2006.....	111
4.1.10.1. Promedio General de emisiones a 2500 rpm con Chevrolet Optra.	111
4.1.10.2. Promedio de emisiones de CO a 2500 rpm con Chevrolet Optra.	112
4.1.10.3. Promedio de emisiones de HC a 2500 rpm con Chevrolet Optra.	112
4.1.10.4. Promedio de emisiones de relación Lambda a 2500 rpm con Chevrolet Optra. ....	113

4.1.10.5. Promedio de emisiones de CO <sub>2</sub> a 2500 rpm con Chevrolet Optra.	113
4.1.10.6. Promedio de emisiones de O <sub>2</sub> a 2500 rpm con Chevrolet Optra.	114
4.1.10.7. Promedio General de emisiones a 700 rpm con Chevrolet Optra.	115
4.1.10.8. Promedio de emisiones de CO a 700 rpm con Chevrolet Optra.	115
4.1.10.9. Promedio de emisiones de HC a 700 rpm con Chevrolet Optra.	116
4.1.10.10. Promedio de emisiones de relación Lambda a 700 rpm con Chevrolet Optra.....	117
4.1.10.11. Promedio de emisiones de CO <sub>2</sub> a 700 rpm con Chevrolet Optra.	117
4.1.10.12. Promedio de emisiones de O <sub>2</sub> a 700 rpm con Chevrolet Optra.	118
4.2. Discusión.....	119
CAPÍTULO V .....	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	36
5.1. Conclusiones.....	144
5.2. Recomendaciones.....	146
CAPÍTULO VI.....	144
BIBLIOGRAFÍA .....	144
7.1. Bibliografía.....	147

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de biocombustibles según su estado.....	6
Tabla 2. Formas de obtención del biocombustible.....	7
Tabla 3. Características de algunos biocombustibles.....	10
Tabla 4. Características Chevrolet Optra.....	16
Tabla 5. Características Hyundai Grand i10.....	17
Tabla 6. Norma INEN 2204 emisiones.....	21
Tabla 7. Norma INEN 2204 límites máximos de emisiones permitidos.....	21
Tabla 8. Tabla de datos del proceso de fermentación.....	37
Tabla 10. Tabla de datos del proceso de fermentación.....	39
Tabla 12. Composición química del mucílago del cacao.....	40
Tabla 13. Caracterización del Biocombustible (cacao) según las normas INEN 2102..	40
Tabla 14. Comparación de la caracterización de la gasolina extra y el biocombustible a base de cacao.....	41
Tabla 15. Condiciones atmosféricas.....	42
Tabla 16. Promedio General de emisiones a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.....	74
Tabla 17. Diferencia en porcentajes entre combustibles a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.....	78
Tabla 18. Promedio General de emisiones a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.....	79
Tabla 19. Diferencia en porcentajes entre combustibles a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.....	83
Tabla 20. Promedio general de emisiones a 2500 rpm Chevrolet Optra a 2500 rpm...	111
Tabla 21. Diferencia en porcentajes entre combustibles a 2500 rpm Chevrolet Optra.	115
Tabla 22. Promedio General de emisiones a 700 rpm Chevrolet Optra.....	115
Tabla 23. Promedio General de emisiones a 700 rpm del Chevrolet Optra.....	118
Tabla 24. Diferencia de porcentajes en ralentí.....	120

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Primer motor a Diésel.....	5
Ilustración 2. Extracción del mucílago del cacao.....	13
Ilustración 3. Catalizador automotriz.....	15
Ilustración 4. Chevrolet Optra.....	16
Ilustración 5. Modelo Hyundai Grand i10.....	17
Ilustración 6. Combustión real.....	20
Ilustración 7. Porcentaje de CO Extra, Súper, Ecopaís.....	24
Ilustración 8. Porcentaje de HC Extra, Súper, Ecopaís.....	24
Ilustración 9. Comparación en ralentí % CO.....	25
Ilustración 10. Comparación de HC ppm en ralentí.....	25
Ilustración 11. Porcentaje de emisión CO.....	26
Ilustración 12. Porcentaje de emisión de HC.....	27
Ilustración 13. Ubicación de UTEQ campus “La María”.....	28
Ilustración 14. Ubicación de "Talleres Unidos".....	29
Ilustración 15. Reactor.....	32
Ilustración 16. Refractómetro.....	32
Ilustración 17. Torre de destilación.....	33
Ilustración 18. Alcoholímetro Gay-Lussac.....	33
Ilustración 19. Probeta graduada.....	34
Ilustración 20. Gasbox utilizado.....	34
Ilustración 21. Diagrama del proceso de extracción del Bioetanol.....	36
Ilustración 22. Cantidad de azúcar por día.....	38
Ilustración 23. Porcentaje de alcohol con respecto a temperatura.....	39
Ilustración 24. Introducción de sonda del analizador de gases.....	42
Ilustración 25. Resultados de emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	43
Ilustración 26. Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	44
Ilustración 27. Resultados de emisiones de relación lambda de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	45
Ilustración 28. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	47

Ilustración 29. Resultados de emisiones de CO de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	48
Ilustración 30. Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	49
Ilustración 31. Resultados de emisiones de lambda de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	50
Ilustración 32. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	51
Ilustración 33. Resultados de emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	52
Ilustración 34. Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	52
Ilustración 35. Resultados de la relación Lambda la primera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	53
Ilustración 36. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	55
Ilustración 37. Resultados de emisiones de CO en la primera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	56
Ilustración 38. Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	57
Ilustración 39. Resultados de la relación Lambda de la primera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	58
Ilustración 40. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	59
Ilustración 41. Resultados de emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	60
Ilustración 42. Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	61
Ilustración 43. Resultados de la relación Lambda de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	62
Ilustración 44. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	63
Ilustración 45. Resultados de emisiones de CO de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	64

Ilustración 46. Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	65
Ilustración 47. Resultados de emisiones de relación Lambda de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	66
Ilustración 48. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	67
Ilustración 49. Resultados promedio de emisiones CO a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	68
Ilustración 50. Resultados promedio de emisiones CO a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	68
Ilustración 51. Resultados promedio de emisiones HC a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	69
Ilustración 52. Resultados promedio de emisiones HC a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	70
Ilustración 53. Resultados promedio de relación lambda a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	70
Ilustración 54. Resultados promedio de relación lambda a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	71
Ilustración 55. Resultados promedio de emisiones CO <sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	72
Ilustración 56. Resultados promedio de emisiones CO <sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	72
Ilustración 57. Resultados promedio de emisiones O <sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	73
Ilustración 58. Resultados promedio de emisiones O <sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	74
Ilustración 59. Promedio General de emisiones de CO a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	75
Ilustración 60. Promedio General de emisiones de HC a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	76
Ilustración 61. Promedio General de emisiones de relación Lambda a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	76
Ilustración 62. Promedio General de emisiones de CO <sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	77

Ilustración 63. Promedio General de emisiones de O <sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	78
Ilustración 64. Promedio general de emisiones de CO a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	79
Ilustración 65. Promedio general de emisiones de HC a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	80
Ilustración 66. Promedio general de emisiones de relación Lambda a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	81
Ilustración 67. Promedio general de emisiones de CO <sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	81
Ilustración 68. Promedio general de emisiones de O <sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	82
Ilustración 69. Emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	84
Ilustración 70. Emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	85
Ilustración 71. Emisiones de relación Lambda la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.....	86
Ilustración 72. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	87
Ilustración 73. Emisiones de CO de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	88
Ilustración 74. Emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	89
Ilustración 75. Valores de relación Lambda de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	89
Ilustración 76. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	90
Ilustración 77. Emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	91
Ilustración 78. Emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	92
Ilustración 79. Valores de relación Lambda de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.....	93

Ilustración 80. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	94
Ilustración 81. Emisiones de CO de la primera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	94
Ilustración 82. Emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	95
Ilustración 83. Valores de relación Lambda de la primera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.....	96
Ilustración 84. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	97
Ilustración 85. Emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.....	98
Ilustración 86. Emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.....	98
Ilustración 87. Valores de relación Lambda de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	99
Ilustración 88. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	100
Ilustración 89. Emisiones de CO de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	101
Ilustración 90. Emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	102
Ilustración 91. Valores de relación Lambda de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	103
Ilustración 92. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	104
Ilustración 93. Promedio de emisiones de CO con los 3 combustibles a 2500 rpm con Chevrolet Optra. ....	105
Ilustración 94. Promedio de emisiones de CO con los 3 combustibles a 700 rpm con Chevrolet Optra. ....	105
Ilustración 95. Promedio de emisiones de HC con los 3 combustibles a 2500 rpm con Chevrolet Optra. ....	106
Ilustración 96. Promedio de emisiones de HC con los 3 combustibles a 700 rpm con Chevrolet Optra. ....	107

Ilustración 97. Promedio de emisiones relación Lambda con los 3 combustibles a 2500 rpm con Chevrolet Optra. ....	107
Ilustración 98. Promedios de emisiones relación Lambda con los 3 combustibles a 700 rpm con Chevrolet Optra. ....	108
Ilustración 99. Emisiones promedias CO <sub>2</sub> con los 3 combustibles a 2500 rpm con Chevrolet Optra. ....	109
Ilustración 100. Emisiones promedias CO <sub>2</sub> con los 3 combustibles a 700 rpm con Chevrolet Optra. ....	109
Ilustración 101. Emisiones promedias O <sub>2</sub> con los 3 combustibles a 2500 rpm con Chevrolet Optra. ....	110
Ilustración 102. Emisiones promedias O <sub>2</sub> con los 3 combustibles a 700 rpm con Chevrolet Optra. ....	111
Ilustración 103. Promedio general de emisiones de CO Chevrolet Optra a 2500 rpm.	112
Ilustración 104. Promedio general de emisiones de HC Chevrolet Optra a 2500 rpm.	112
Ilustración 105. Promedio general de relación Lambda Chevrolet Optra a 2500 rpm.	113
Ilustración 106. Promedio general de emisiones de CO <sub>2</sub> Chevrolet Optra a 2500 rpm. ....	113
Ilustración 107. Promedio general de emisiones de O <sub>2</sub> Chevrolet Optra a 2500 rpm.	114
Ilustración 108. Promedio general de emisiones de CO del Chevrolet Optra a 700 rpm. ....	116
Ilustración 109. Promedio general de emisiones de HC del Chevrolet Optra a 700 rpm. ....	116
Ilustración 110. Promedio de relación Lambda del Chevrolet Optra a 700 rpm.....	117
Ilustración 111. Promedio general de emisiones de CO <sub>2</sub> del Chevrolet Optra a 700 rpm. ....	117
Ilustración 112. Promedio general de emisiones de O <sub>2</sub> del Chevrolet Optra a 700 rpm. ....	118

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores de azúcar por día.....	155
Anexo 2. Destilado de alcohol.....	156
Anexo 3. Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	157
Anexo 4. Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	158
Anexo 5. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	159
Anexo 6. Resultados de emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	160
Anexo 7. Resultados de emisiones de HC la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	160
Anexo 8. Resultados de la relación Lambda de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	161
Anexo 9. Resultados de emisiones CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> . de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	161
Anexo 10. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	162
Anexo 11. Resultados de emisiones de CO la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	163
Anexo 12. Resultados de emisiones HC de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	163
Anexo 13. Resultados de la relación Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	164
Anexo 14. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	164
Anexo 15. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	165
Anexo 16. Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	166
Anexo 17. Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	166

Anexo 18. Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	167
Anexo 19. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	167
Anexo 20. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	168
Anexo 21. Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	169
Anexo 22. Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán. ....	169
Anexo 23. Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	170
Anexo 24. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.....	170
Anexo 25. Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	171
Anexo 26. Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	172
Anexo 27. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	173
Anexo 28. Resultados de emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	174
Anexo 29. Resultados de emisiones de HC de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	174
Anexo 30. Resultados de la relación Lambda de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	175
Anexo 31. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	175
Anexo 32. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	176
Anexo 33. Resultados de emisiones de CO de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	177
Anexo 34. Resultados de emisiones de HC de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	177

Anexo 35. Resultados de la relación Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	178
Anexo 36. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> la segunda prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	178
Anexo 37. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	179
Anexo 38. Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	180
Anexo 39. Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	180
Anexo 40. Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	181
Anexo 41. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	181
Anexo 42. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	182
Anexo 43. Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	183
Anexo 44. Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	183
Anexo 45. Resultados de la relación Lamba de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán. ....	184
Anexo 46. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.....	184
Anexo 47. Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.....	185
Anexo 48. Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.....	186
Anexo 49. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.....	187
Anexo 50. Resultados de emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	188
Anexo 51. Resultados de emisiones de HC de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	188

Anexo 52. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.....	189
Anexo 53. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	189
Anexo 54. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.....	190
Anexo 55. Resultados de emisiones de CO de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	191
Anexo 56. Resultados de emisiones de HC de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	191
Anexo 57. Resultados de la relación Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	192
Anexo 58. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	192
Anexo 59. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.....	193
Anexo 60. Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	194
Anexo 61. Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	194
Anexo 62. Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	195
Anexo 63. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	195
Anexo 64. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.....	196
Anexo 65. Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	197
Anexo 66. Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	197
Anexo 67. Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	198
Anexo 68. Resultados de emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán. ....	198

Anexo 69. Resultados promedio de emisiones CO a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	199
Anexo 70. Resultados promedio de emisiones CO a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	199
Anexo 71. Resultados promedio de emisiones HC a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	200
Anexo 72. Resultados promedio de emisiones HC a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	200
Anexo 73. Resultados promedio de lambda a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	201
Anexo 74. Resultados promedio de lambda a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. ....	201
Anexo 75. Resultados promedio de emisiones CO <sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	202
Anexo 76. Resultados promedio de emisiones CO <sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	202
Anexo 77. Resultados promedio de emisiones O <sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán. .....	203
Anexo 78. Resultados promedio de emisiones O <sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.	203
Anexo 79. Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Extra, Chevrolet Optra. ....	204
Anexo 80. Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Extra, Chevrolet Optra. ....	205
Anexo 79. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra, Chevrolet Optra. ....	206
Anexo 82. Emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	207
Anexo 83. Emisiones de HC de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	207
Anexo 84. Valores de relación Lambda de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	208
Anexo 85. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	208
Anexo 86. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Extra, Chevrolet Optra. ....	209

Anexo 87. Emisiones de CO de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	210
Anexo 88. Emisiones de HC de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	210
Anexo 89. Valores de relación Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	211
Anexo 90. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	211
Anexo 91. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra, Chevrolet Optra. ....	212
Anexo 92. Emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	213
Anexo 93. Emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	213
Anexo 94. Valores de relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	214
Anexo 95. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	214
Anexo 96. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Extra, Chevrolet Optra. ....	215
Anexo 97. Emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	216
Anexo 98. Emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	216
Anexo 99. Valores de relación Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	217
Anexo 100. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra. ....	217
Anexo 101. Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Super, Chevrolet Optra. ....	218
Anexo 102. Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Super, Chevrolet Optra. ....	219
Anexo 103. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Super, Chevrolet Optra. ....	220

Anexo 104. Emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	221
Anexo 105. Emisiones de HC de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	221
Anexo 106. Valores de relación Lambda de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	222
Anexo 107. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	222
Anexo 108. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Super, Chevrolet Optra con Chevrolet Optra.....	223
Anexo 109. Emisiones de CO de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	224
Anexo 110. Emisiones de HC de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	224
Anexo 111. Valores de relación Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	225
Anexo 112. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	225
Anexo 113. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con Super, Chevrolet Optra. ....	226
Anexo 114. Emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	227
Anexo 115. Emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	227
Anexo 116. Valores de relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	228
Anexo 117. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	228
Anexo 118. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Super, Chevrolet Optra con Chevrolet Optra. ....	229
Anexo 119. Emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	230
Anexo 120. Emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	230

Anexo 121. Valores de relación Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	231
Anexo 122. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra. ....	231
Anexo 123. Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible, Chevrolet Optra. ....	232
Anexo 124. Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible, Chevrolet Optra. ....	233
Anexo 125. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible, Chevrolet Optra. ....	234
Anexo 126. Emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	235
Anexo 127. Emisiones de HC de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	235
Anexo 128. Valores de relación Lambda de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	236
Anexo 129. Emisión de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.....	236
Anexo 130. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible, Chevrolet Optra. ....	237
Anexo 131. Emisiones de CO de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	238
Anexo 132. Emisiones de HC de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	238
Anexo 133. Valores de Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	239
Anexo 134. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.....	239
Anexo 135. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible, Chevrolet Optra. ....	240
Anexo 136. Emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	241
Anexo 137. Emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	241

Anexo 138. Valores de relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	242
Anexo 139. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.....	242
Anexo 140. Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible, Chevrolet Optra. ....	243
Anexo 141. Emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	244
Anexo 142. Emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	244
Anexo 143. Valores de Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra. ....	245
Anexo 144. Emisiones de CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.....	245
Anexo 145. Resultados promedio de emisiones CO a 2500 rpm, Chevrolet Optra. ....	246
Anexo 146. Resultados promedio de emisiones CO a 700 rpm, Chevrolet Optra. ....	246
Anexo 147. Resultados promedio de emisiones HC a 2500 rpm, Chevrolet Optra. ....	247
Anexo 148. Resultados promedio de emisiones HC a 700 rpm, Chevrolet Optra. ....	247
Anexo 149. Resultados promedio de Lambda a 2500 rpm, Chevrolet Optra.....	248
Anexo 150. Resultados promedio de Lambda a 700 rpm, Chevrolet Optra.....	248
Anexo 151. Resultados promedio de CO <sub>2</sub> a 2500 rpm, Chevrolet Optra. ....	249
Anexo 152. Resultados promedio de CO <sub>2</sub> a 700 rpm, Chevrolet Optra. ....	249
Anexo 153. Resultados promedio de O <sub>2</sub> a 2500 rpm, Chevrolet Optra.....	250
Anexo 154. Resultados promedio de O <sub>2</sub> a 700 rpm, Chevrolet Optra.....	250
Anexo 155. Limpieza de tanque de combustible.....	251
Anexo 156. Prueba estática acelerado a 2500 rpm. ....	251
Anexo 157. Manejo de interfaz de GASBOX. ....	252
Anexo 158. Inserción de sonda en escape. ....	252
Anexo 159. Llenado de tanque con combustible Super. ....	253
Anexo 160. Personal de “Talleres Unidos”. ....	253
Anexo 161. Tablero del automóvil a 2500 rpm.....	254
Anexo 162. Aceleración de vehículo desde el cuerpo de aceleración.....	254
Anexo 163. Combustibles utilizados. ....	255
Anexo 164. Llenado de tanque con biocombustible.....	255

Anexo 165. Resultados de emisiones del vehículo dado por Gasbox. ....	256
---	-----

## CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Evaluación del proceso de combustión y sus emisiones en un motor de encendido provocado a partir de la mezcla de etanol-gasolina y su comparativa frente a combustibles tradicionales				
Autor:	<u>Giraldo Cagua José Manuel</u> <u>Peralta Olivo Anderson Stuart</u>				
Palabras clave:	Emisión de gases	Biocombustible	Mucílago de cacao	Bioetanol	Motor de combustión
Fecha de publicación:	dd-mm-22				
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2022.				
Resumen:	<p>Resumen. - Ecuador es un país petrolero con grandes plantaciones de cacao, las cuales también tienen grandes desechos, a través de esta investigación se dará uso a parte de ese desecho. En específico el mucílago del cacao, convirtiéndolo en etanol por medio de un proceso de fermentado y destilado para mezclarlo con gasolina Extra y desarrollar un nuevo biocombustible con base de bioetanol de cacao, evaluando sus emisiones en un motor de combustión interna a través de pruebas estáticas, obteniendo mediante el análisis fisicoquímico un octanaje de 85,2. El biocombustible demuestra ser mejor en varios aspectos, en las emisiones de CO, HC, CO<sub>2</sub> y O. Todos estos valores serán detallados con la diferencia en porcentajes de cada tipo de emisión, demostrando lo importantes que son cada uno de estos para el correcto funcionamiento del vehículo, y que los valores se encuentren dentro del rango permitido por la norma INEN 2204. Este proyecto de investigación ayudará a formar las bases de futuros desarrollos de biocombustibles que ayudarán a disminuir la contaminación ambiental.</p> <p><b>Abstract.-</b> Ecuador is an oil country with large cocoa plantations, which also produce large waste, on this research we will use part of that waste, specifically the cocoa mucilage, converting it into ethanol through a fermentation and distillation process to mix it with Extra gasoline and developing a new biofuel based on cocoa bioethanol, evaluating its emissions in an internal combustion engine through static tests, obtaining an octane number of 85 on a physicochemical analysis. The biofuel proves to be better in several aspects such as CO, HC, CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> emissions. All these values will be detailed with the difference in percentages of each type of emission, demonstrating the importance of each one for the correct operation of the vehicle and that the values comply with INEN 2204 standard. This research project will help to improve the knowledge for future biofuel developments that will help reduce environmental pollution.</p>				
Descripción:	279 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
URI:					

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

<b>Término</b>	<b>Descripción.</b>
ALVW LVW	Ajustado (promedio numérico de la tara y el PBV).
ASTM	American Society for Testing and Materials.
CO	Monóxido de carbono.
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono.
HC	Hidrocarburos no quemados.
HLDT	Camión ligero pesado (sobre 6000 lbs PBV).
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
$\lambda$	Relación Lambda
LDT	Camión ligero.
LLDT	Camión liviano ligero (debajo de 6000 lbs PBV).
LVW	Peso del vehículo cargado (tara + 300 lbs).
O <sub>2</sub>	Oxígeno.
PBV	Peso bruto vehicular.
ppm	Partes por millón.
Ralentí	Régimen mínimo de revoluciones.
rpm	Revoluciones por minuto.

# INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de nuevas tecnologías y progreso del ser humano, las necesidades saltan al campo, resaltando entre ellas el transporte, desde los primeros vehículos impulsados por fuerza animal, hasta los aviones de la actualidad, la necesidad de mover personas o materia de cualquier índole está siempre presente, que son alimentados por algún tipo de combustible, ya sea de origen natural como derivados del petróleo.

Ecuador es un país rico en petróleo, ya que actualmente existe una exportación de aproximadamente 29,59 millones de barriles de petróleo de los que van dirigidos hacia Estados Unidos, China, Chile, India, entre otros. Además, también exporta derivados del petróleo como el gas, gasolina y diésel.

Latinoamérica se distingue por su gran variedad de frutas entre otros, su clima permite tener una agronomía ideal para el crecimiento de diversas especies. Ecuador en este aspecto se distingue por tener grandes plantaciones de cacao destacando a nivel mundial con exportaciones de este. Sin embargo, el tener grandes producciones de cacao, conlleva también a tener el equivalente en desperdicio, que en su mayoría no se aprovecha, siendo la cáscara y el mucílago (baba de cacao) en gran parte desechados sin darle algún tipo de utilidad, es aquí donde se va a intervenir para transformar este desperdicio en un biocombustible.

En la actualidad se encuentran 4 tipos de combustibles en el Ecuador, y son el diésel, súper, extra y Ecopaís. Este último está compuesto por un bioetanol, lo que significa que el combustible Ecopaís está conformado por un alcohol vegetal con una mezcla de combustible. El porcentaje de alcohol que conlleva el Ecopaís es de 5% alcohol y 95% gasolina. Los biocombustibles se pueden obtener a través de la transformación de desechos de frutas, ayudando a reducir la huella del impacto ambiental, debido a que estos reducen las emisiones de gases que expulsan los motores de combustión interna, y en algunos casos logran mejorar el rendimiento de este.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación.**

### **1.1.1. Planteamiento del problema.**

Las cantidades de emisiones generadas por los combustibles fósiles han provocado un impacto en el medio ambiente (calentamiento global), ya sea por industrias, vehículos y entre otros elementos que requieren de este recurso. Este es el punto de partida donde inicia la carrera energética, la cual tiene como objetivo no depender de los combustibles fósiles.

En la actualidad existen varios recursos energéticos renovables. Uno de ellos es el biocombustible, el cual produce emisiones que se toman como un valor neto de 0, debido a que se contrarrestan por el CO<sub>2</sub>. A pesar de estar en pleno desarrollo el panorama actual revela que los biocombustibles es una alternativa para mitigar el aumento y la inestabilidad en cuanto a todas las causas del petróleo, ya sea económicas o ambientales.

Con el imparable aumento de población también crece a la par la necesidad de utilizar un combustible o vector energético, para la movilización en masa o de uso industrial. El bioetanol obtenido a partir del mucílago del cacao puede ser una alternativa a la reducción de combustibles fósiles, en donde no solo se busca reducir las emisiones y/o dependencia pura de la gasolina, sino un aprovechamiento de lo que muchos llaman desechos.

### **1.1.2. Diagnóstico.**

La falta de conocimiento en la transformación y aprovechamiento de los residuos de cacao se debe en parte a la falta de innovación, capacitación, zonas de recolección de la sustancia, entre otros. Además, se suma la poca información y conocimientos de los agricultores sobre los biocombustibles.

### **1.1.3. Pronóstico.**

El desaprovechamiento del desecho del mucílago del cacao evitaría producir el biocombustible que se usaría en un motor de combustión interna. Ocasionando que las emisiones de CO<sub>2</sub> no se reduzcan por el uso del bioetanol y el motor no tenga una mejora en el rendimiento.

#### **1.1.4. Formulación del problema.**

¿Cómo afecta la cantidad de emisiones al realizar la mezcla de etanol-gasolina a partir del mucílago de cacao en un motor de combustión interna?

#### **1.1.5. Sistematización del problema.**

- ¿Qué factores intervienen en la mezcla de etanol-gasolina a partir del mucílago del cacao?
- ¿Cuál es el proceso que se lleva a cabo para obtener etanol-gasolina a partir del mucílago del cacao?
- ¿Qué mejoras en las emisiones ofrece la mezcla de etanol-gasolina al compararla frente a los combustibles comunes?

### **1.2. Objetivos.**

#### **1.2.1. Objetivo General.**

Evaluar el proceso de combustión y sus emisiones de un motor de combustión interna de encendido provocado a partir de la mezcla de etanol-gasolina y su comparativa frente a combustibles tradicionales por medio de escáneres o sensores.

#### **1.2.2. Objetivos Específicos.**

- Obtener bioetanol a 90 grados de alcohol a partir del mucílago del cacao para el correcto funcionamiento del biocombustible.
- Aplicar el biocombustible con el 5% de bioetanol en un motor de combustión interna para realizar mediciones de gases (CO, CO<sub>2</sub>, HC,  $\lambda$ , O<sub>2</sub>).
- Comparar las emisiones (CO, CO<sub>2</sub>, HC,  $\lambda$ , O<sub>2</sub>) en un motor de combustión interna utilizando el biocombustible y los combustibles convencionales nacionales (Eco, Extra y Super).
- Detallar los valores de CO (Monóxido de carbono) y HC (Hidrocarburos no quemados) de las pruebas realizadas acorde a la norma INEN 2204.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El bioetanol es una alternativa a tomar para la disminución de gases emitidos al medio ambiente. En este caso, dicho combustible es elaborado a partir de la destilación del mucílago de cacao, obteniéndose alcohol. Este recurso sirve para dar una solución al problema actual de la reducción de los combustibles, además, de reducir las emisiones que contaminan el medioambiente.

El mucílago del cacao, como muchas otras frutas, no se han aprovechado como debe ser. Aunque en efecto, este se ha usado para la fermentación de las almendras. Pero su uso no se limita solo a esto, sino en otros varios aspectos en el que se destaca el biocombustible.

El biocombustible puede tener un gran impacto en la sociedad, por los controles en la emisión de gases de los vehículos. Esto debido a que el medioambiente se encuentra en estado de alarma por el calentamiento global, y el compartir esta información servirá de gran ayuda no solo en Ecuador, sino en países extranjeros, siendo los beneficiarios del personal que tiene vehículos o empresas que requieran del uso de un combustible alternativo y eficiente. Además, que comparte su desarrollo con el avance científico debido a que impulsará el mercado de los biocombustibles.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

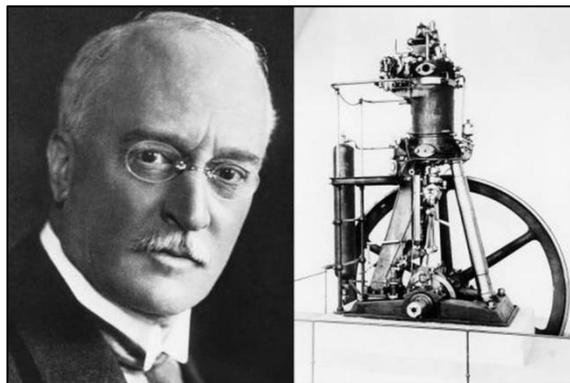
## **2.1. Marco Conceptual.**

### **2.1.1. Origen de los biocombustibles.**

Una idea en algún momento controversial, de procesar algún tipo de aceite para que sea utilizado como combustible para la propulsión de motores de combustión interna. Gran parte de este plan surge en 1885, concretamente con Rudolph Diésel, cuando fabricó el primer prototipo de motor diésel [1].

Tal ha sido el uso de los biocombustibles que, durante el gobierno Nazi, en la antigua Alemania, se usaron estas mezclas de combustibles para el movimiento de barcos y vehículos. Otro dato para destacar, parte de la crisis del petróleo en 1970, en donde la gasolina aumentó un 100% su costo, ya que por entonces los motores que se construían eran de bloque grande, con un consumo exagerado. Finalizando la década de los 70 se probaron mezclas de gasolina con etanol, como respuesta al precio de la gasolina [1].

**Ilustración 1.** Primer motor a Diésel.



**FUENTE: PRIMER MOTOR A DIESEL [2].**

### **2.1.2. Definición de biocombustibles.**

Etimológicamente se describe como los combustibles provenientes del medio biológico, obtenidos de un modo renovable a partir de desechos orgánicos, esta biomasa es procesada por distintos medios a tal grado, que funciona como un combustible convencional [3].

Los biocombustibles obtenidos a partir de compuestos orgánicos de celulosa (biomasa) extraídos de plantas silvestres o cultivadas, obtenidos a partir de alcoholes, éteres, ésteres y otros productos químicos, pueden ser utilizados como fuente de energía en el transporte o generación de energía. Actualmente, los componentes se toman generalmente de azúcar, trigo, maíz o grasa. Cuando se utilizan biocombustibles, se proporciona la disminución de gases de efecto invernadero, influyen y aceleran el cambio climático al calentar la superficie de la tierra [4].

**Tabla 1.** Tipos de biocombustibles según su estado.

<b>Sólidos.</b>	<b>Líquidos.</b>	<b>Gaseosos.</b>
Paja	Alcoholes	Gasógeno
Leña	Bio hidrocarburos	Biogás
Astillas	Esteres derivados de aceites vegetales	Hidrógeno
Briquetas y pellets	Aceites vegetales	
Carbón vegetal	Aceites de pirólisis	

**FUENTE: TIPOS DE BIOCMBUSTIBLES [4].**

Los biocombustibles se pueden tomar de varias formas, dependiendo de la naturaleza de la biomasa, el uso de energía y los biocombustibles estimados. Como se describe en detalle a continuación (Tabla 2):

**Tabla 2.** Formas de obtención del biocombustible.

<b>Procesos</b>	<b>Técnica</b>	<b>Producto</b>	<b>Uso</b>
Mecánicos	Astillado	Leña	Calefacción
	Trituración	Astillas	Electricidad
	Compactación	Briquetas	
Termoquímico	Pirólisis	Carbón	Calefacción
	Gasificación	Aceites	Electricidad
		Gasógeno	Transporte
			Ind. Química
Biotecnológicos	Fermentación	Etanol	Transporte
	Digestión anaeróbica	Biogás	Ind. Química
			Calefacción
Extractivos	Extracción físico-químico	Aceites	Electricidad
		Ésteres	Transporte
		Hidrocarburos	Ind. Química

**FUENTE: FORMAS DE OBTENCIÓN DEL BIOCOMBUSTIBLE [4].**

La utilización de biocombustibles de distintas mezclas, tienen un comportamiento distinto en los motores de combustión interna, reduciendo la opacidad como la absorción de luz, lo que disminuye significativamente el porcentaje de contaminación proveniente de los vehículos [5].

### **2.1.3. Generaciones de biocombustibles.**

Los biocombustibles han tenido una evolución con el pasar del tiempo y la mejora de la tecnología de obtención de estos, proviniendo de materia como plantas, desechos animales entre otros, materias que aporten el incremento de organismos para la producción de los distintos biocombustibles [6].

#### **2.1.3.1. Primera generación.**

**Bioalcoholes:** Son alcoholes de origen biológico. Los hay de dos tipos, etanol y metanol. Se espera que el etanol sea más alto en términos de uso, antes conocido como bio-alcohol o bioalcohol. El etanol se produce de la misma manera que la cerveza. Los ingredientes varían por semilla, tubérculo, celulosa y sacarosa.

Estos compuestos energéticos se convierten en azúcares a través de la fermentación alcohólica y luego en etanol. Se combina con gasolina convencional y se reemplaza por una parte más o menos importante del combustible. No es un sustituto ideal de la gasolina, ya que asegura la estabilidad de la mezcla, reduce la volatilidad y facilita el uso diario, el almacenamiento y el transporte. Las mezclas con alto contenido de etanol tendrán que cambiar el diseño del vehículo.

**Bioaceites:** Se obtienen a partir de semillas oleaginosas y aceites vegetales quemados (aceites de cocina). Las pruebas tradicionales de arranque de motores con aceite de supermercado se han llevado a cabo con éxito. Lo que reduce los costos de combustible, prolonga la vida útil del vehículo y reduce las emisiones de monóxido de carbono, azufre, compuestos aromáticos y partículas.

**Biodiesel:** Se ha obtenido combustible líquido, pero en este caso, la proporción de motores diésel se reemplaza con muchos aceites vegetales diferentes, como la soja, las palmeras, el sésamo, el girasol y las semillas. Aunque estas verduras se usan más en la producción, se puede tomar de más de 300 especies de plantas, dependiendo de la especie, en la que un determinado país es más común [7].

### **2.1.3.2. Segunda Generación.**

Se diferencian de la primera generación en dos aspectos. Proviene de vegetales que no tienen función comestible y se produce gracias a las innovaciones tecnológicas para crecer más orgánicos que en la actualidad.

Debido a que proviene de fuentes no alimentarias, puede crecer en áreas remotas que no se utilizan para la producción de alimentos. En este sentido, pueden lograr una mayor diversificación con nuevos materiales, nuevas tecnologías, nuevos productos terminados y promover el desarrollo de la agricultura [8].

Los biocombustibles de segunda generación se enfrentan actualmente a las barreras del mercado. Técnicamente, los biocombustibles de biomasa pueden mezclarse fácilmente con otros biocombustibles y ayudar a reducir las concentraciones de dióxido de carbono en poco tiempo. El alto costo de producción significa que aún no se puede producir en masa, pero la primera ventaja es que puede reducir el dióxido de carbono, reducir el efecto invernadero y retrasar el desarrollo del potencial de calentamiento global.

### **2.1.3.3. Tercera Generación.**

Estos materiales se denominan "plantas energéticas" ya que son vegetales que no son destinados al campo alimenticio, además que cuenta con un acelerado desarrollo, una alta proporción de energía almacenada en su composición química, siendo estos vegetales; pastos perennes, árboles y pastos, algas verdes de rápido crecimiento y cianobacterias. La elaboración de biocombustibles está en progreso, aunque el biodiesel y el etanol se pueden promover a medida de planta piloto [9].

### **2.1.3.4. Cuarta Generación.**

Los biocombustibles son producidos por bacterias genéticamente modificadas que usan dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) u otras fuentes de carbono para producir biocombustibles. A diferencia de las generaciones anteriores de bacterias u OGM que pueden usarse como alimento para animales o como parte de un proceso, las bacterias de cuarta generación realizan todo el proceso de producción de combustible. Actualmente, esta generación de biocombustibles se encuentra en la etapa teórica y solo existe un método posible para sintetizar etanol a partir de dióxido de carbono, pero está completamente basado en la información genética de bacterias creadas por el hombre y tiene características termodinámicas únicas y limitadas [7].

**Tabla 3.** Características de algunos biocombustibles.

	Composición típica	Viscosidad cSt 50 °C	Índice Cetano	Índice Octano	Poder calorífica mezcla MJ m <sup>-3</sup>	Poder calorífico	Calor de combustión MJ m <sup>-1</sup>
Biogás	60% CH <sub>4</sub> 40% CO <sub>2</sub>			>120	3,21		
Metano	CH <sub>4</sub>			115	3,41		
LPG	90% C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 10% C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>			112	3,68		
Etanol	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH			106	3,87	26,9	
Metanol	CH <sub>2</sub> OH			105	3,9	21,3	
Diésel	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	2,6	>45		3,97	42,7	38,4
Gasolina	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>			>90	3,77	4,37	
Aceite maravilla		34,9					36,5
Biodiésel maravilla		4,22	33				35,3
Aceite colza		24,7	44-51				37,2
Biodiésel colza		3,8	52-56				35

FUENTE: CARACTERÍSTICAS DE BIBLIOGRAFÍAS [7].

#### 2.1.4. Producción en masa de biocombustibles.

La creación de una producción en masa de estos biocombustibles a base de alcohol no pone en riesgo a los alimentos primarios de una nación, ya que los costos de la materia usada son relativamente altos, además del uso de tierras para un sembrado de un tipo de cultivo, con lo cual la parte agrícola no haría más que tomar fuerza. También se debe tener en cuenta ciertos aspectos para la producción en masa de biocombustibles, elegir un terreno adecuado para tener un correcto uso del recurso hídrico, pues entre menos agua se necesite para la producción equivale a una menor contaminación de este [10].

Ecuador posee investigaciones de distintos tipos de biocombustibles, lo que da un impulso a la economía verde, decretos y normativas ejecutivas para la distribución, a pesar de esto, la implementación de biorrefinerías se vería limitada por falta de una buena legislación respecto a biocombustibles [11].

Un punto importante que afecta al establecimiento de una industria masiva de biocombustibles es la aceptación por parte de la población, ya que continúa el estigma o temor de no usar algo nuevo en sus vehículos ni tampoco una ley que obligue a su uso de manera prolongada [11].

## **2.1.5. Cacao.**

### **2.1.5.1. Definición.**

El cacao es un árbol procedente de las Américas, su fruto, del mismo nombre, puede ser utilizado como ingrediente en la elaboración de alimentos, en los que destaca el chocolate. Su uso se remonta a la época de los mayas, aztecas e incas, y desde entonces se ha utilizado tanto con fines nutricionales como medicinales [12].

### **2.1.5.2. Composición.**

El cacao tiene una alta tasa de grasa (especialmente saturada, y también a un nivel inferior, monoinsaturadas y poliinsaturadas), carbohidratos y proteínas, pero también contiene magnesio, fósforo, potasio, cafeína, química antioxidantes y agua. También demuestra la apariencia de las altas contribuciones de energía, por lo que a menudo se indica a aquellos que ocupan eventos o ejercicios deportivos de una manera intensa.

### **2.1.5.3. Historia del Cacao.**

Hace más de 2500 años, las tribus maya, azteca e inca utilizaban principalmente el cacao como medicina o moneda. En 1528, el conquistador español Hernán Cortés llevó el cacao a Europa, donde se convirtió en una bebida popular. En el siglo XIX, el chocolate se convirtió en una golosina popular en Estados Unidos. En el siglo XX, el chocolate se convirtió en una alternativa saludable para el desayuno y la merienda.

Aunque las recetas de bebidas de chocolate introducidas más tarde que existían en ese momento no eran agradables para la mayoría de las personas que pensaban que tenían un sabor amargo. Su consumo no se generalizó hasta el siglo XIX debido a la llegada de la industria del chocolate en este siglo, la primera industria que añadía azúcar y otros ingredientes para hacer del chocolate un sabor más apetecible [12].

#### **2.1.5.4. Producción de cacao.**

La producción de cacao está presente en el 67 % de las provincias del Ecuador (16 provincias), con alrededor de 590.579 hectáreas de plantación. Los trabajadores/productores de cacao de todo el país se reunieron en asociaciones en diferentes provincias siendo Esmeraldas la provincia con mayor porcentaje de estas [13].

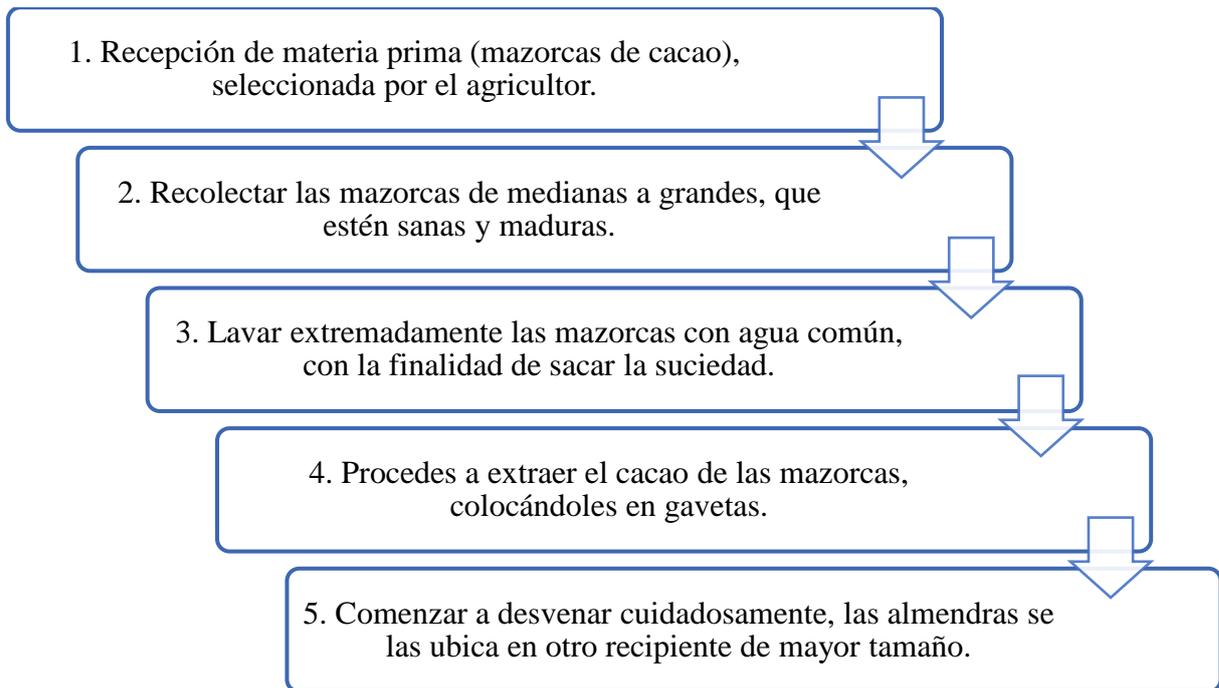
Las fincas de menores dimensiones tienen plantaciones cacao nacional, trinitario y la más popular CCN 51, los productores considerados como medianos o grandes son un grupo reducido en lo que respecta a los pequeños. Las provincias con mayor porcentaje de plantaciones son: Manabí, Guayas, y Los Ríos, con más del 61% de plantaciones a nivel nacional [13].

#### **2.1.5.5. Mucílago del cacao.**

Se conoce como mucílago a la mazorca de cacao, la pulpa blanca de textura algodonosa y pegajosa que recubre las semillas de este fruto y que también es comestible. Este es un alimento difícil de extraer, que se exprime hasta eliminar la mayor cantidad de agua posible para que el procesamiento no degrade el sabor [14].

Los pasos para seguir para su extracción se muestran en el siguiente diagrama:

## **Ilustración 2.** Extracción del mucílago del cacao.



**FUENTE: EXTRACCIÓN DEL MUCÍLAGO DEL CACAO.**

**ELABORADO: AUTORES.**

### **2.1.6. Motor de Diésel.**

Rudolf Diésel diseñó el primero de una larga cadena de motores que trabajan con este combustible, ya que en febrero de 1892 obtuvo la primera patente del motor, con el funcionamiento de que no necesitaba chispa para empezar la combustión, sino que por principios termodinámicos podía usar una mezcla de aire y combustible para hacerlo estallar si existía una compresión suficiente.

El motor a diésel tenía un diseño particular, el cual hacía que funcionara con varios combustibles, pero el gasoil era el correcto para su uso, ya que, al ser un líquido pesado, es casi imposible vaporizar, pero para esto se debía introducir en un cilindro muy pulverizado y así empezó a desarrollar los sistemas de inyección.

A mediados de los 70 el motor diésel tuvo su momento con la demostración del VW golf GTD, el cual contenía el primero de esta serie considerado como de alta velocidad en la clase compacta, por medio de bombas de inyección distribuidora y turbocompresor, de este modelo se guiaron los principales fabricantes para producirlo a grandes escalas.

La mayor revolución en el mercado automovilístico se dio a finales de los 90, que fue impulsado por el desarrollo de nuevas técnicas de alta presión de inyección al combustible, esto dio un crecimiento exponencial al motor diésel.

En el año 2003 la marca Bosch utiliza la tercera generación de inyección common-rail, con inyectores piezoeléctricos en línea, logrando minimizar el ruido, el consumo de combustible, y las emisiones de escape de sus motores diésel [1].

### **2.1.7. Motor de combustión interna de ciclo otto.**

El motor de combustión interna es el encargado de convertir el calor proporcionado por el combustible en energía mecánica. Estos motores se denominan motores de combustión interna porque funcionan en una cámara cerrada para proporcionar calor a partir de la combustión del combustible.

En este caso, se mueve la presión de escape y el calor generado en el interior del mecanismo, que se utilizará como fuente de energía [15].

Un motor de combustión interna es una máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química generada por el combustible que se quema en la cámara de combustión, que se considera la parte principal del motor. Se utilizan cuatro tipos de motores de combustión interna: motores de ciclo Otto, motores diésel, motores rotativos y turbinas de gas.

El motor de ciclo Otto, llamado así por el técnico alemán Nikolaus August Otto, es un motor de gasolina tradicional utilizado en la industria automotriz. Los motores diésel, llamados así por el ingeniero alemán Rudolf Diesel, funcionan de manera diferente y, funcionan con combustible diésel [16].

#### **2.1.7.1. Funcionamiento de un motor de combustión interna.**

La gran mayoría de motores de combustión interna cuentan con cuatro etapas o tiempos, durante su funcionamiento:

- **La admisión:** Las válvulas de admisión introducen la mezcla de combustible gracias al vacío generado por los pistones, durante su recorrido mientras bajan.

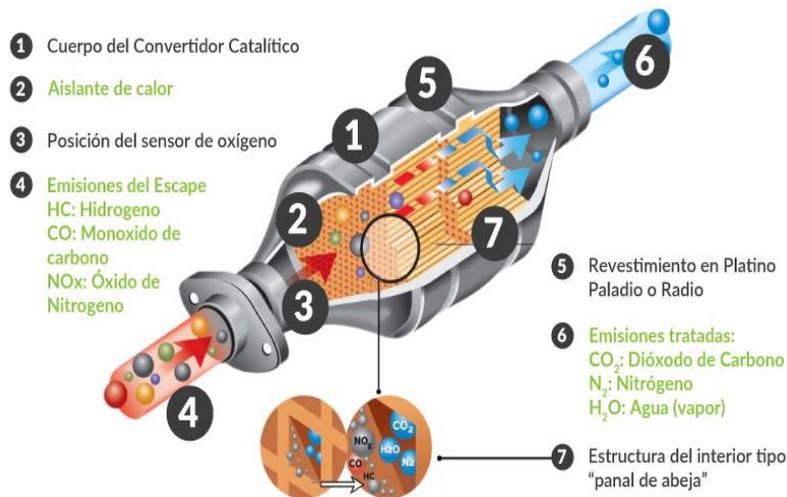
- **La compresión:** Las válvulas se cierran y el pistón vuelve a subir, comprimiendo la mezcla de aire y de combustible.
- **La explosión:** Etapa que se produce gracias a la chispa de la bujía, en motores gasolina, o por auto detonación, en los diésels, provocando la detonación.
- **El escape:** Última etapa en la que las válvulas de escape se abren y se expulsan los gases producidos tras la detonación [17].

### 2.1.7.2. Catalizador automotriz.

Los convertidores catalíticos están diseñados para controlar y reducir emisiones de contaminantes cuya función principal es convertir gases peligrosos en otros productos menos nocivos para el medio ambiente y menos nocivos para la salud.

El dispositivo ha estado en uso desde 1975 y ha sufrido cambios significativos a lo largo de los años, reduciendo los niveles de emisión de contaminantes los cuales se mantienen dentro del rango de reducción de emisiones, haciendo que el dispositivo sea indispensable pues llega a reducir los gases nocivos hasta en un 90%.

**Ilustración 3.** Catalizador automotriz.



**FUENTE: CATALIZADOR Y SUS PARTES [18].**

## 2.1.8. Características de los vehículos de experimentación.

### 2.1.8.1. Chevrolet Optra.

Automóvil ligero distribuido por General Motors desde el año 2000 hasta el 2008, con dimensiones de 4550 mm de longitud, 1730 mm de ancho y 1450 mm de alto, con caja de transmisión manual y un consumo promedio de 11,8 litros por cada 100 km, con un confort que no deja nada que envidiar a los automóviles actuales [19].

**Tabla 4.** Características Chevrolet Optra.

Especificación	Datos
Año de fabricación	2006
Cilindraje	1799 cc
Potencia máxima	119 hp
Torque máximo	165 N·m
Masa del vehículo	1211 kg
Masa del vehículo con carga máxima	1660 kg
Velocidad máxima	187 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$

**FUENTE: ESPECIFICACIONES OPTRA [19].**

**Ilustración 4.** Chevrolet Optra.



**FUENTE: AUTORES.**

### 2.1.8.2. Hyundai Grand i10.

Automóvil de ensamble surcoreano, con dos generaciones de producción, con la primera que va desde el 2007 al 2014, y su segunda generación que inicia desde el 2014 y se mantiene hasta el presente, este vehículo en su versión sedán tiene 3995 mm de largo, 1680 mm de ancho y 1510 de alto, además de un bajo consumo de 20,80 km por litro de combustible.

**Tabla 5.** Características Hyundai Grand i10.

<b>Especificación</b>	<b>Datos</b>
Año de fabricación	2020
Cilindraje	1197 cc
Potencia máxima	82 hp
Torque máximo	114 N·m
Masa del vehículo	1400 kg
Masa del vehículo con carga máxima	1750 kg
Velocidad máxima	166 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$

**FUENTE: HYUNDAI [20].**

**Ilustración 5.** Modelo Hyundai Grand i10.



**FUENTE: HYUNDAI [21].**

### **2.1.9. Emisión de gases contaminantes en Ecuador.**

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador emite 1,9 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> por habitante. Lo que representa un 0,1% de emisiones a nivel mundial.

A pesar de ser un país con emisiones que representan menos del 0,5% de CO<sub>2</sub> en el mundo, el gobierno trabaja para enriquecer las acciones de mitigación y adaptación del cambio climático, con el fin de mejorar la calidad de vida, en términos de bienestar ambiental y social.

En 2006 se reportan 410,01 Mton de CO<sub>2</sub> emitidas por todos los sectores de Ecuador incluyendo energía, procesos industriales, agricultura, cambio de uso del suelo, desechos (Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2011).

Entre el año 1990 y el 2006, el país ha experimentado un incremento del 78.7% de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte [22].

Hace un par de años el Ecuador ha tenido un incremento abrumador de su parque automotor, esto quiere decir que son inconvenientes que se derivan de la emisión de gases de los automóviles, por ello se busca innovar en el mundo de desarrollo, para tener un ambiente sustentable.

Se debe tener en cuenta que, aunque la tecnología progrese eventualmente siempre existirá un pequeño porcentaje de contaminación ambiental por parte de algunos vehículos, esto no solo sucede por la emisión de gases de estos, sino también por los desechos que a su vez provocan su devaluación.

### **2.1.10. Emisiones de gases automotrices.**

Una realidad que se vive es que los automóviles actuales se rigen por normas de emisiones y estos hacen que sus emisiones no generen un problema tan grave en el medioambiente, pero el problema es que al aumentar el número de estos provoca que sea mayor la producción de CO<sub>2</sub> [23].

La mayoría de las personas cree que el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) son las únicas emisiones que salen por el vehículo, la verdad es que hay más y se encuentran el monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), hidrocarburos no quemados ( $\text{HC}$ ), los compuestos de plomo, anhídrido sulfuroso y partículas sólidas.

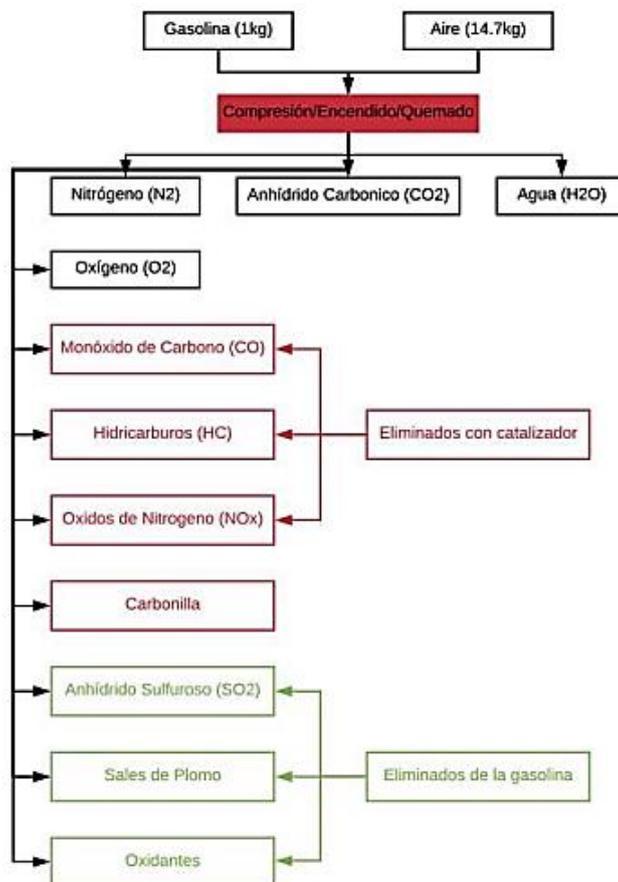
Al usar combustibles se generan el  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{HC}$  y compuestos de plomo, por otro lado, el gasoil produce partículas sólidas de hollín, esto provoca que las emisiones sean de un denso humo negro,  $\text{HC}$ ,  $\text{NO}_x$ , anhídrido sulfuroso que es proveniente del azufre que contiene el combustible.

Cuando la combustión en el motor no es la adecuada, ya sea por un aumento de combustible o porque no entra suficiente oxígeno en la mezcla se genera el monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), el cual es un gas muy tóxico que puede generar problemas para respirar e incluso puede provocar la muerte. Mientras que el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) se encuentra en la atmósfera de manera natural y es necesaria para la vida en el planeta, pero si se excede su concentración puede provocar el efecto invernadero, haciendo que la temperatura del planeta se eleve y exista un gran problema en el ciclo natural.

A la salida de los vehículos se encuentra el tubo de escape por donde pasarán los hidrocarburos no quemados ( $\text{HC}$ ), estos son tóxicos y provocan irritación en los ojos, piel y pulmones. El óxido de azufre se genera en el proceso de combustión ya que el combustible contiene impurezas de azufre.

El óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) se produce en los motores diésel, aunque también son frecuentes en motores a gasolina de inyección directa, debido a que el trabajo es con relación de compresiones altas y mezclas no estequiométricas con el fin de aumentar el rendimiento y tener una reducción en el consumo de combustible [24].

## Ilustración 6. Combustión real.



FUENTE: EMISIÓN DE GASES [16].

### 2.1.11. Norma INEN 2204.

Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de combustión interna a gasolina (Prueba estática).

Siempre que un motor de combustión interna a gasolina esté encendido, ya sea por marcha mínima, en ralentí y a temperatura normal no debe emitir monóxido de carbono en cantidades mayores a las que se encuentra en la siguiente tabla:

**Tabla 6.** Norma INEN 2204 emisiones.

Año modelo	% CO <sup>a</sup>		ppm HC <sup>a</sup>	
	0- 1500 <sup>b</sup>	1500-3000 <sup>b</sup>	0-1500 <sup>b</sup>	1500-3000 <sup>b</sup>
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

**FUENTE: NORMA INEN 2204 [25].**

Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de combustión interna a gasolina Ciclos FTP-75 (prueba dinámica) (ciclos americanos FTP-75,  $\frac{g}{mi}$ ).

**Tabla 7.** Norma INEN 2204 límites máximos de emisiones permitidos.

Categoría	<u>50,000 millas</u> 5años				<u>100,000 millas</u> 10 años <sup>a</sup>			
	CO	THC	NMHC	NO <sub>x</sub>	CO	THC	NMHC	NO <sub>x</sub>
	$\frac{g}{mi}$	$\frac{g}{mi}$	$\frac{g}{mi}$	$\frac{g}{mi}$	$\frac{g}{mi}$	$\frac{g}{mi}$	$\frac{g}{mi}$	$\frac{g}{mi}$
Vehículo de pasajeros	3,4	0,41	0,25	0,4	4,2	n/a	0,31	0,6
LLDT, LVW < 3750 lbs	3,4	n/a	0,25	0,4	4,2	0,80	0,31	0,6
LLDT, LVW > 3750 lbs	4,4	n/a	0,32	0,7	5,5	0,80	0,40	0,97
HLDT, ALVW < 5750 lbs	4,4,	0,32	n/a	0,7	6,4	0,80	0,46	0,98
HLDT, ALVW > 5750 lbs	5,0	0,39	n/a	1,1	7,3	0,80	0,56	1,53

**FUENTE: LÍMITE MÁXIMO DE EMISIONES PERMITIDOS EN VEHÍCULOS [25].**

## **2.1.12. Combustibles.**

### **2.1.12.1. Ecopaís.**

Es un biocombustible conformado por 5% de bioetanol que se extrae de la caña de azúcar, combinado con 95% de gasolina base. Este biocombustible contiene el mismo octanaje y precio que la gasolina Extra, el cual es de 87 octanos. La diferencia con la gasolina Extra radica en que, para producir gasolina Extra con 87 octanos, se necesita el 76% de nafta de alto octano (NAO), y 24% de naftas de bajo octano (NBO), el problema del NAO es que se importan; en cambio, para producir gasolina Ecopaís con el mismo número de octanos, se necesita solo 62% de NAO, 33% de NBO y 5% de bioetanol [26].

Por el alto octanaje del bioetanol al incorporarse en la producción de Ecopaís, logra reducir en 14% la producción de NAO, por lo que también disminuye las importaciones de aquel derivado.

El Ecopaís que proviene de la caña de azúcar cumple con las normas de calidad INEN, las cuales indican los rangos de octanaje entre 85 y 87, valores similares a la gasolina Extra [27].

### **2.1.12.2. Etanol.**

El etanol es un biocombustible creado a partir de plantas vegetales. En países como Estados Unidos es común que el etanol se realice a base de maíz por la gran cantidad de producción que contiene, pero en países como Ecuador se recurre a la caña de azúcar como alternativa a los combustibles tradicionales.

La producción de bioetanol se basa en un proceso llamado fermentación alcohólica. En todos los casos, el punto de partida es almidón o celulosa (dependiendo del material de partida).

Una vez hidrolizado para producir glucosa, se somete a fermentación para producir etanol. El uso de levaduras es el método más común para la fermentación pues dado su capacidad de resistencia a las condiciones de los medios necesarios, donde se necesita alcanzar temperaturas de 35 °C o superiores [28].

El etanol contiene un octanaje de 113 y al tener oxígeno en su composición, ofrece una mejor combustión lo que ayuda a reducir las emisiones de hidrocarburos sin quemar y de monóxido de carbono. Al tener una menor densidad que la gasolina, logra obtener menor calor al quemar una gota de etanol que una de gasolina. Además, si se mezcla un 15% de etanol se puede ahorrar entre 3 y 5% menos para alcanzar un 98,5% de la energía si se compara con una mezcla del 10%.

El etanol al ser más barato se puede producir y combinar con gasolinas económicas de bajo octanaje, al final la mezcla obtiene el octanaje necesario para que el motor trabaje adecuadamente.

Hay varias mezclas de combustibles, por ejemplo, E10, E15 e incluso E85, el significado de los números indica el porcentaje de etanol que incluye la gasolina. Pero no todos los vehículos pueden soportar tanto etanol, es por ello por lo que en componentes mecánicos de autos a partir del 2001 solo pueden soportar hasta un 15% de etanol, y en los vehículos Flex Fuel pueden soportar hasta un 85% de Etanol [29].

## **2.2. Marco Referencial.**

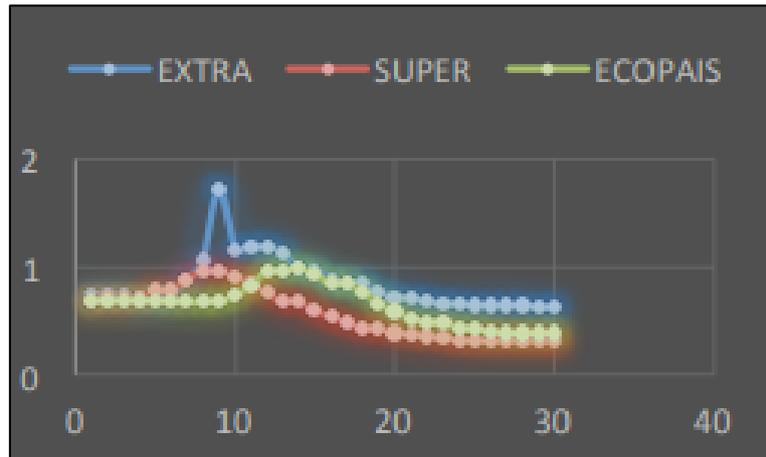
### **2.2.1. Chevrolet Vitara SZ.**

#### **2.2.1.1. Emisión de CO de Chevrolet Vitara SZ.**

La norma INEN 2204 mencionada anteriormente establece que las emisiones de gases contaminantes para vehículos con motor a gasolina no deben exceder los 0,60 en % de CO [25].

En base a investigaciones se conoce que la emisión de gases en un motor de combustión interna usando gasolina extra da como resultado un aumento de emisiones de CO hasta 1,72% para luego mantenerse en 0,56%. Además, se observa que hasta los 6 segundos aproximadamente los niveles de CO se mantienen en 0,7% hasta los 9 segundos, para luego tener el pico máximo de 1,72%. Repentinamente se reduce hasta los 1,17% a los 10 segundos, para finalizar a los 30 segundos con un valor de 0,62%, que se considera dentro de los niveles en la norma INEN 2204.

**Ilustración 7.** Porcentaje de CO Extra, Súper, Ecopaís.



**FUENTE: ESTUDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES UTILIZANDO COMBUSTIBLES LOCALES [30].**

### 2.2.1.2. Emisión de HC de Chevrolet Vitara SZ.

Las emisiones de HC son determinadas de acuerdo con la norma INEN 2204 de 0-1500 rpm. Se puede observar en la gráfica que los niveles de HC son altos para el combustible Extra, ya que, el rango establecido por norma es de 200 ppm, este inicia con 175 ppm desde los 8 segundos hasta los 11 segundos donde alcanza 198 ppm. Luego de este punto se incrementan hasta llegar a los 235 ppm a los 30 segundos. En cambio, el Super inicia con 100 ppm y termina en 150 ppm, y el Ecopaís inicia con 160 ppm y termina en 200 ppm.

**Ilustración 8.** Porcentaje de HC Extra, Súper, Ecopaís.



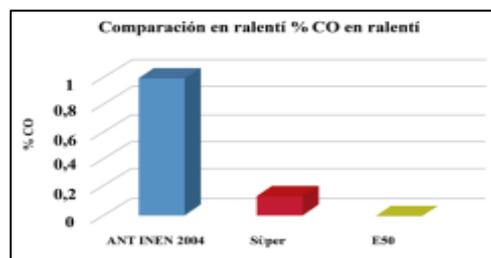
**FUENTE: ESTUDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES UTILIZANDO COMBUSTIBLES LOCALES [30].**

## 2.2.2. Chevrolet Spark.

### 2.2.3. Emisión de CO de Chevrolet Spark.

En emisiones estáticas se encontró que el porcentaje de CO en un tiempo de 4 minutos a 2500 rpm refleja 0,15%, en cambio, el con el combustible E50 las emisiones de CO del vehículo muestra valores de 0%. Ambos valores están permitidos dentro de la norma INEN 2204 (Ilustración 5).

**Ilustración 9.** Comparación en ralentí % CO.

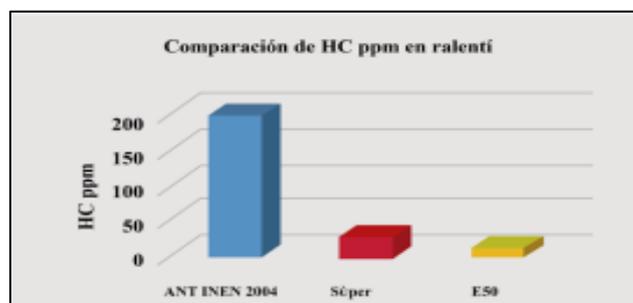


**FUENTE: COMPORTAMIENTO DE LAS EMISIONES EN MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO A BASE DE ETANOL A 2850 MSNM [31].**

#### 2.2.3.1. Emisión de HC de Chevrolet Spark.

Se demostró que un vehículo al usar combustible Súper demuestra un valor de 21,6 ppm (partículas por millón) a una velocidad de 750 rpm y los 16 ppm a 2500 rpm, cuando se usa el combustible E50 los valores disminuyen siendo 10,33 ppm a 750 rpm y 9,33 para los 2500 rpm, lo que significa una reducción en la emisión de HC al utilizar el etanol.

**Ilustración 10.** Comparación de HC ppm en ralentí.



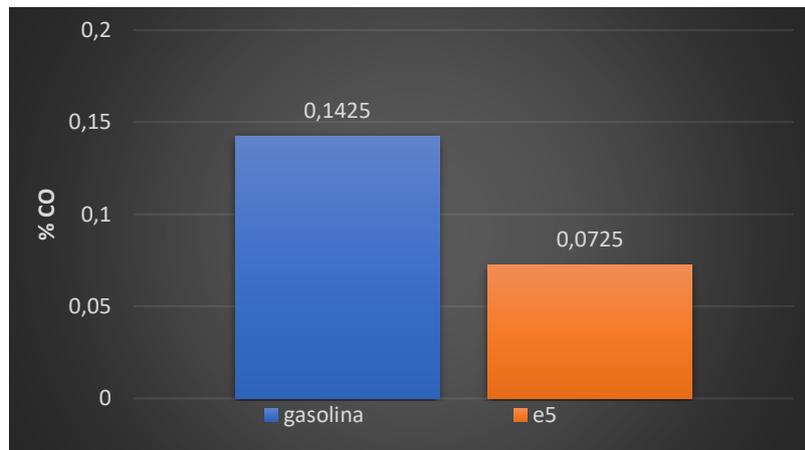
**FUENTE: COMPORTAMIENTO DE LAS EMISIONES EN MOTOR DE ENCENDIDO PROVOCADO A BASE DE ETANOL A 2850 MSNM [31].**

#### 2.2.4. Ford F150.

#### 2.2.5. Emisión de CO de Ford F150.

En otros experimentos al realizar una mezcla de 5% de etanol y 95% de gasolina extra dieron resultado en promedio valores de 0,07 de emisión de CO, además las variaciones de las emisiones son estables en comparación con la gasolina extra, que obtuvo un valor de 0,39 de emisión de CO.

**Ilustración 11.** Porcentaje de emisión CO.

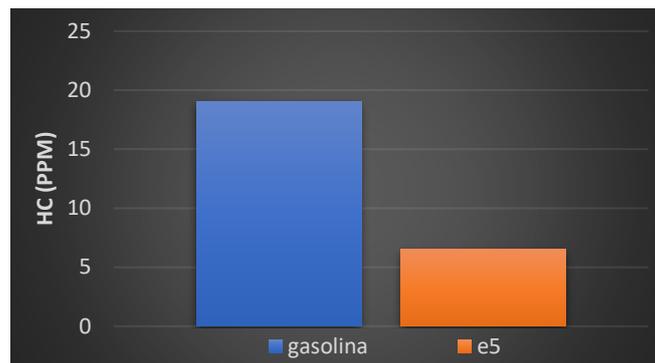


**FUENTE: ESTUDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES PRODUCIDAS POR UN MOTOR OTTO CON EL USO DE GASOLINA Y UN COMBUSTIBLE A BASE DE 95% DE GASOLINA Y 5% DE ETANOL [32].**

#### 2.2.6. Emisión de HC Ford F150.

El combustible E5 da un valor de 10,25 ppm en emisión de HC, y para la gasolina extra se obtiene valores de 34,5 ppm, dando como resultado una reducción del 70,29% en el combustible E5.

**Ilustración 12.** Porcentaje de emisión de HC.



**FUENTE: ESTUDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES PRODUCIDAS POR UN MOTOR OTTO CON EL USO DE GASOLINA Y UN COMBUSTIBLE A BASE DE 95% DE GASOLINA Y 5% DE ETANOL [32].**

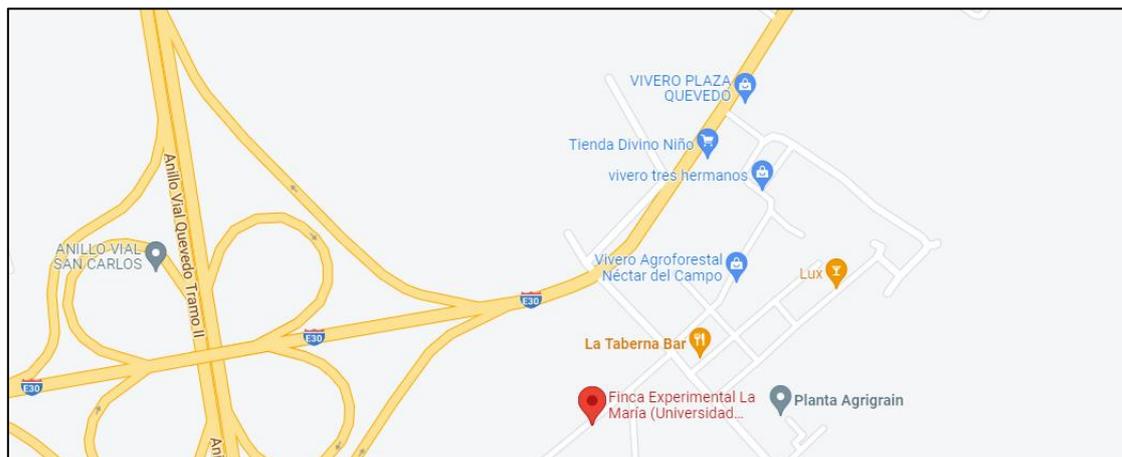
**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización.

#### 3.1.1. Quevedo.

Como primer punto de ubicación se tiene a la extensión de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo llamado campus “La María”, ubicado Vía a El Empalme a la entrada del cantón Mocache. En el sitio se encuentran las máquinas dentro del departamento de operaciones unitarias, donde se realiza la conversión del mucílago del cacao a etanol.

**Ilustración 13.** Ubicación de UTEQ campus “La María”.



**FUENTE: GOOGLE MAPS.**

**ELABORADO: AUTORES.**

#### 3.1.2. Conocoto.

Las pruebas estáticas se realizaron dentro de la provincia de Pichincha, específicamente Conocoto, dentro de las instalaciones del taller automotriz “Talleres Unidos” ubicado en la avenida Lola Quintana y diagonal a la calle Oriente.

**Ilustración 14.** Ubicación de "Talleres Unidos".



**FUENTE: GOOGLE MAPS.**

**ELABORADO: AUTORES.**

### **3.2. Tipos de investigación.**

#### **3.2.1. Investigación exploratoria.**

Sucede por el hecho de que el uso del mucílago del cacao en un motor de combustión interna es un problema de investigación poco estudiado y que puede tener un efecto positivo en el Ecuador, resolviendo varias dudas que se han quedado en proyectos parecidos.

#### **3.2.2. Investigación descriptiva.**

Una vez obtenido los datos, se realiza un análisis preliminar de los mismos, para interpretar la información que proporciona y que serán necesarios para realizar los cálculos posteriores sobre las emisiones que emite el motor de combustión interna.

### **3.3. Tipos de métodos de investigación.**

#### **3.3.1. Metodología experimental.**

Debido a los procesos para la obtención del biocombustible, se tomarán muestras y se la usará en el vehículo. En donde las pruebas se realizarán en un analizador de gases para conocer las emisiones que se desecha con este biocombustible. Para lo cual se tendrá el apoyo de personal privado (Taller Unidos) ubicado en el Conocoto.

#### **3.3.2. Metodología bibliográfica.**

El proyecto se realizó en varios documentos como son sitios web, libros, informes, artículos científicos, revistas, entre otros. Para poder tener información sobre el mucílago del cacao y conocer los beneficios que se pueden obtener del mismo. Junto a la investigación sobre un motor de combustión interna y las emisiones que posee al ser tratado con combustible.

### **3.4. Fuentes de recopilación de información.**

#### **3.4.1. Fuentes primarias.**

La obtención de datos de las emisiones de gases vehiculares del proyecto de investigación estará dada por equipo analizador de gases en las pruebas estáticas con un vehículo. La recolección de estos valores permitirá calcular los promedios de las diferentes emisiones de gases que ocasiona el biocombustible en el motor de combustión interna.

#### **3.4.2. Fuentes secundarias.**

La información recolectada de acuerdo con las emisiones vehiculares se obtendrá por medio de revistas, sitios web, libros, artículos científicos, ponencias e informes.

### **3.5. Diseño de la investigación.**

#### **3.5.1. Diseño Experimental.**

Al recolectar el mucílago de cacao en botellones, se procede a vaciarlos en el reactor, el cual estará calentado a una temperatura de 45 °C para después agregar 5 gramos de levadura. Luego se vuelve a recolectar en botellones el mucílago, para evitar que al líquido le ingrese partículas no deseadas se le añade un globo con perforaciones para que los gases del interior del botellón puedan salir sin afectar el reservorio, el tiempo de almacenamiento del mucílago de cacao fermentado será de 21 días, debido a que con el refractómetro muestra los niveles de azúcar entre 12 a 15 grados Brix que contienen los botellones.

Para el proceso de destilado se vierte el mucílago fermentado cernido para evitar que ingresen impurezas al depósito, se calienta el equipo a una temperatura de 90 °C, mientras que se controla el flujo de vapor por medio de una válvula para evitar que la presión se acumule. Con el pasar del tiempo se observa que empieza a fluir el etanol con aproximadamente 40% a 70% v/v, es por ello por lo que, al volver a destilar, se obtendrá 90% v/v de etanol.

Para el análisis de emisiones se utilizarán varios combustibles que se comercializan en Ecuador, como son el Extra, Super y el biocombustible a partir del mucílago de cacao el cual será E5, es decir, 95% combustible y 5% etanol. Las pruebas de emisiones se las realizará en un taller ubicado en la parroquia Conocoto en la provincia de Pichincha, se recolectarán los datos con el software ETS IDC5.

### **3.6. Instrumentos de investigación.**

#### **3.6.1. Reactor.**

El reactor es un depósito que está conectado a un caldero, en el que se puede controlar la temperatura para la mezcla de fluidos, para el caso del mucílago de cacao se lo realiza a una temperatura de entre 25-50 °C.

**Ilustración 15. Reactor.**



**FUENTE: AUTORES.**

### **3.6.2. Refractómetro.**

**Ilustración 16. Refractómetro.**



**FUENTE: REFRACTÓMETRO DE LABORATORIO [33].**

### **3.6.3. Torre de destilación.**

La torre de destilación se encarga de separar la mezcla con diferencia de composición, es decir, separa elementos de un líquido y su vapor. Aquí intervienen variables como la presión, el caudal, la composición interna, temperatura de entrada, calor añadido, entre otros, los cuales hay que mantener presentes para evitar cualquier problema en la destilación.

**Ilustración 17.** Torre de destilación.



**FUENTE: AUTORES.**

#### **3.6.4. Alcoholímetro.**

El alcoholímetro Gay-Lussac es un aparato de laboratorio, el objetivo es determinar el grado de alcohol por medio de una muestra, ya sea líquida o gaseosa [34].

**Ilustración 18.** Alcoholímetro Gay-Lussac.

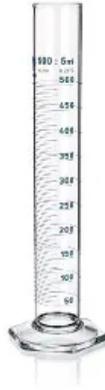


**FUENTE: ALCOHOLÍMETRO GAY-LUSSAC [35].**

#### **3.6.5. Probeta.**

Es un instrumento volumétrico, que está conformado por un cilindro con ciertas medidas de graduación, normalmente se encuentra este tipo de probeta en materiales como el vidrio, ya que resisten a reacciones químicas de ciertos elementos, es útil para realizar las mediciones de volúmenes apropiadamente.

**Ilustración 19.** Probeta graduada.



**FUENTE: PROBETA DE VIDRIO GRADUADA [36].**

### **3.6.6. Analizador de gases “Gasbox”.**

Dispositivo fabricado en Italia por Texa, diseñado para trabajo ser duradero y confiable en las labores diarias de un taller automotriz, este dispositivo es capaz de analizar las emisiones de motores bajo el combustible de gasolina, GLP, GNV, además de fácil conexión bluetooth revisar las emisiones mediante el software de la marca, capaz de medir emisiones tales como; HC, O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> y la relación de la sonda Lambda bajo la normativa EURO 6 [37].

**Ilustración 20.** Gasbox utilizado.



**FUENTE: AUTORES.**

### **3.7. Tratamiento de los datos.**

Los valores de las emisiones de gases se realizan con el software ETS o IDC5, al finalizar las pruebas se recolectan los datos en una tabla de Excel para obtener resultados de promedio en las emisiones y gráficos de demostración.

- ETS o IDC5.
- Excel.
- Word.

### **3.8. Recursos.**

#### **3.8.1. Recurso humano.**

- Ing. Cristian Laverde (Tutor de tesis).
- Ing. Amado Coello (Encargado del laboratorio de operaciones unitarias de la finca experimental “La María” UTEQ).
- Ing. José Villaroel (Encargado de guiar en el proceso de obtención del bioetanol a partir del mucílago de cacao).
- Tecnólogo Vladimir Cobo.

#### **3.8.2. Recurso material.**

- Equipo de computación.
- Equipos de medición de emisiones.
- Calculadora.
- Información estadística.
- Páginas web.
- Libros.

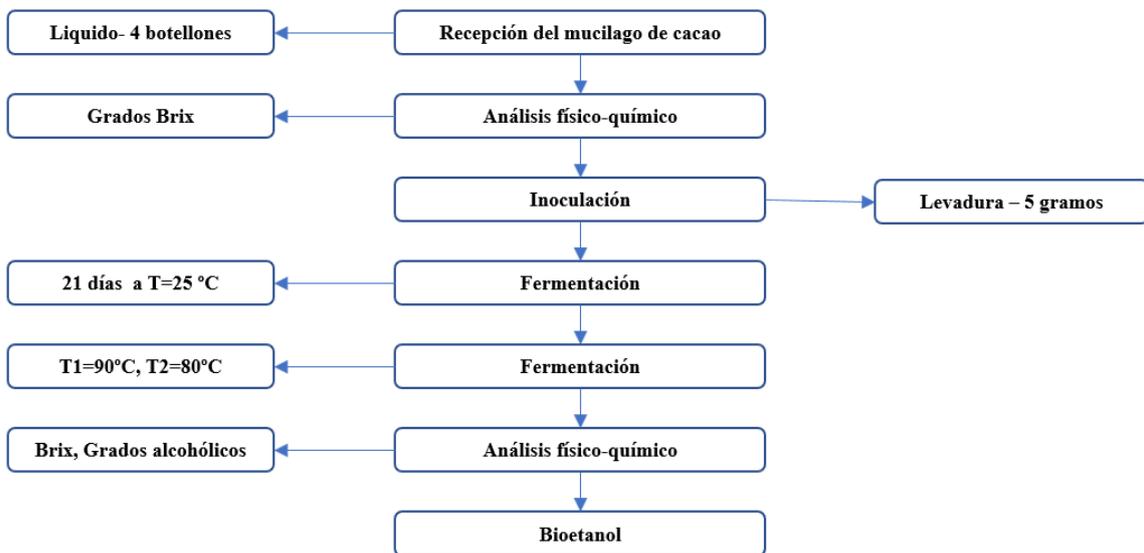
**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. RESULTADOS.

### 4.1.1. Diagrama del proceso de extracción del Bioetanol.

El diagrama del proceso de la extracción del bioetanol permite visualizar los pasos que se deben de seguir antes de realizar el procedimiento en los laboratorios de operaciones unitarias; detallando el régimen de temperaturas adecuadas para obtener alcohol de alto grado y los factores necesarios para una excelente fermentación.

**Ilustración 21.** Diagrama del proceso de extracción del Bioetanol.



**ELABORADO: AUTORES.**

### 4.1.2. Proceso de fermentación.

Se enciende la caldera, se abren las válvulas de seguridad necesarias para liberar la presión y el condensado, luego se vierte el mucílago en el reactor mediante un filtro para evitar que entren sólidos al tanque, se instalan los agitadores y se arranca el motor.

Para calentar el fluido, se abre la válvula del reactor para mantenerlo funcionando a aproximadamente 48 °C, luego cierre el anillo de vapor para comenzar a enfriar el producto, donde se agrega 5 g de levadura hasta que se pueda verter, en tanques de fermentación durante 3 semanas.

Los recipientes se sellan con globos con pequeños orificios para permitir que escape el gas acumulado, pero que no entre aire exterior o partículas extrañas que puedan interferir en su fermentación. Debe dejarse fermentar durante 20 días antes de que pueda ocurrir la destilación.

**Tabla 8.** Tabla de datos del proceso de fermentación.

Características	Datos	
Fecha	23/6/2021	24/6/2021
Proceso	Agitar la mezcla mediante un mezclador agregando levadura (3 cucharadas) en el proceso.	
Cantidad	4 botellones de mucílago	
Nivel de Azúcar	6 grados brix	
Temperatura	48°C	
Resultados	Almacenar en botellones limpios y sellados herméticamente con globos pinchados para la liberación de gases.	
Observaciones	Almacenar en botellones limpios y sellados herméticamente con globos pinchados para la liberación de gases.	

**ELABORADO: AUTORES.**

En la Ilustración 22 se puede apreciar la cantidad de azúcar que se mide en grados brix por medio de un refractómetro, incluso se observa como al pasar los días el nivel de azúcar aumenta dentro de los botellones sellados al vacío.

**Ilustración 22.** Cantidad de azúcar por día.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.3. Proceso de Destilación.**

Para la destilación, la cuba debe llenarse con el mucílago fermentado, que luego se lleva a una marmita en el fondo de la columna de destilación, que debe mantenerse a la mitad de su capacidad, ya que la sustancia se somete a las altas temperaturas que generará. una espuma ocupará el volumen del recipiente.

La temperatura de trabajo en el interior de la caldera debe mantenerse entre 80 y 95 °C, la cual es regulada por la válvula de presión de vapor. La temperatura de la columna de destilación debe alcanzar los 78-80 °C para una correcta destilación del alcohol, cuando la temperatura sube a 90 °C el agua comienza a destilarse.

En caso de creciente temperatura, la válvula de presión de la caldera está cerrada, es necesario tener en cuenta la presión en los recipientes porque no permitirá la temperatura de funcionamiento deseada.

Después de alcanzar la temperatura, el líquido se evapora y pasará a través del condensador, y finalmente el destilado será acumulado en el contenedor. Los niveles de alcohol se miden con un rango más pequeño de 38 ° y los niveles de alcohol son más altos que 45 °.

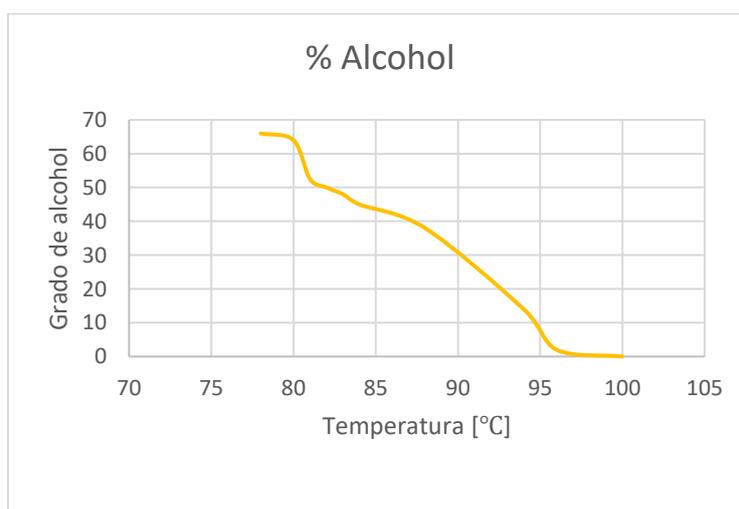
**Tabla 9.** Tabla de datos del proceso de fermentación.

<b>Características</b>	<b>Datos</b>
Fecha	14/6/2021
Proceso	Someter a procesos de destilación pasando del tambor al calderín.
Cantidad	4 botellones de mucílago
Nivel de Azúcar	10,5 % brix
Temperatura	Temperatura del Calderín: 80 – 95 °C. Temperatura de la torre de destilación: 78 – 80 °C.
Resultados	El fluido se evapora y pasa a través de condensadores que están alimentados por una torre de enfriamiento, y finalmente se va acumulando el alcohol destilado en un recipiente.
Nivel de alcohol	38 – 45°
Observaciones	No exceder de 90 °C de temperatura en la torre de destilación.

**ELABORADO: AUTORES.**

La destilación del mucílago de cacao se realizó nuevamente a 95 – 100°C, donde se controló continuamente la temperatura para mantener la temperatura constante, nótese que el proceso fue lento, pues después de 8 horas, los diferentes tipos de prueba para tomar 52 grados y 64 grados de líquido etílico. Se puede obtener un volumen de unos 3 litros.

**Ilustración 23.** Porcentaje de alcohol con respecto a temperatura.



**ELABORADO: AUTORES.**

Se ha realizado la pasteurización del mucílago de cacao de una cantidad posterizada de 120 litros por segunda ocasión. Se tomó como prueba la cantidad de azúcar que este poseía dando como resultado 7 ° brix. Se realizó el envasado en bidones de 20 litros considerando un 25% de espacio disponible para realizar la fermentación de manera anaeróbica.

**Tabla 10.** Composición química del mucílago del cacao.

<b>Componente</b>	<b>%p/p (base humedad)</b>
Agua	79,3-84,1
Proteína	0,08-0,1
Azúcares	12,51-15,89
Glucosa	11,5-15,31
Pectinas	0,89-1,2
Ácido cítrico	0,76-1,53
Cenizas	0,4-0,5

**ELABORADO: AUTORES.**

**Tabla 11.** Caracterización del Biocombustible (cacao) según las normas INEN 2102.

<b>Ensayo</b>	<b>Gasohol</b>	<b>Unidad</b>	<b>Norma método</b>
# de Octano (RON)	85,2	n/a	NTE INEN 2102
Temperatura 10%	54,1	°C	ASTM D86-15
Temperatura 50%	107	°C	ASTM D86-15
Temperatura 90%	164	°C	ASTM D86-15
Punto Final	210	°C	ASTM D86-15
Residuo	1,01	%	ASTM D86-15
Presión de vapor Ried	56,01	KPa	ASTM D323-15a
Corrosión a la lámina de cobre	1A	n/a	ASTM D130-12
Contenido de azufre	0,022	%	ASTM D4292-16
Contenido de goma	0,021	Mg/100ml	ASTM D381-12

**ELABORADO: AUTORES.**

**Tabla 12.** Comparación de la caracterización de la gasolina extra y el biocombustible a base de cacao.

Ensayo	Gasolina Extra		Biocombustible Mucílago	Unidad	Norma método
	Min	Max			
# de Octano (RON)	n/a	85	85,2	n/a	NTE INEN 2102
Temperatura 10%	n/a	70	54,1	°C	ASTM D86-15
Temperatura 50%	77	121	107	°C	ASTM D86-15
Temperatura 90%	n/a	189	164	°C	ASTM D86-15
Punto Final	n/a	220	210	°C	ASTM D86-15
Residuo	n/a	2	1,01	%	ASTM D86-15
Presión de vapor Ried	n/a	60	56,01	KPa	ASTM D323-15a
Corrosión a la lámina de cobre	n/a	1A	1 <sup>a</sup>	n/a	ASTM D130-12
Contenido de azufre	n/a	3	0,022	%	ASTM D4292-16
Contenido de goma	n/a	0,065	0,021	Mg/100ml	ASTM D381-12

**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.4. Proceso de obtención de datos experimentales.**

Los análisis de emisiones de los automóviles se realizaron de manera estática acorde a la norma INEN 2204, el vehículo para las pruebas debe hallarse en la temperatura normal de operación (75° C del aceite en el cárter). Por lo tanto, si el automóvil arranca en frío, debe mantenerse a bajas revoluciones por quince minutos, para lograr dicha temperatura. Cada prueba consta de dos partes, siendo la primera con el automóvil en ralentí acelerado a 2500 rpm durante treinta segundos, y la segunda a 700 rpm con el mismo conteo, para analizar y comparar el comportamiento con respecto a las emisiones al someterlo a diferentes rpm. Para cada prueba se limpia y calibra el analizador de gases “Gasbox”, instrumento que mide las emisiones acordes a la norma Euro 6, introduciendo la sonda en el tubo de escape del automóvil, para proceder a acelerar durante las dos partes de la prueba.

El total de las pruebas se realizaron durante dos días consecutivos en Conocoto, parroquia de Quito, en las instalaciones del taller “Unidos” bajo las condiciones climáticas y altura expuestas en la siguiente tabla:

**Tabla 13.** Condiciones atmosféricas.

<b>Variable</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>
Velocidad del viento	13,31 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$	15,66 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$
Temperatura	21,88 °C	25,63 °C
Presión atmosférica	745,58 hPa	745,76 hPa
Humedad relativa	49,34 % rH	35,31 rH
Altura real	2506,17 msnm	2506,17 msnm

**ELABORADO: AUTORES.**

**Ilustración 24.** Introducción de sonda del analizador de gases.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5. Resultados de emisiones de gases en vehículo Hyundai i10 Sedán versión 2019.**

Para conocer los resultados de las emisiones se procede a elevar la aceleración del vehículo a 2500 RPM para sacar ciertos valores en ese rango y también conocer los valores en ralentí a 700 RPM. Se destaca que se realizaron 3 pruebas para cada tipo de combustibles, para conocer un promedio de cómo actúa cada uno.

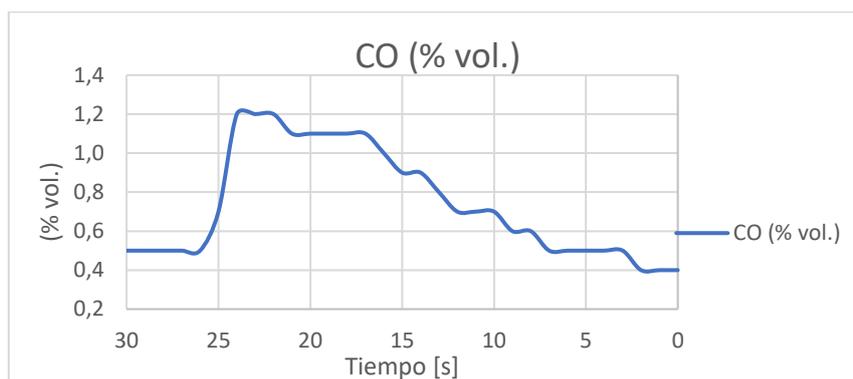
Las gráficas inician desde el valor de 30 segundos debido a que, el analizador de emisiones hace un recuento que empieza desde los 30 segundos y termina en 0 segundos. Es por ello que en la gráfica se observa aquel descenso.

#### 4.1.5.1. Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.

Los valores correctos de CO para el buen funcionamiento del vehículo se encuentran en el rango de 0,5 a 2%, este porcentaje está dado en volumen, cuando el CO está por debajo del 0,5% indica que falta aire o hay un exceso de combustible, es decir hay una mezcla rica [38].

Antes de empezar a analizar las emisiones de CO, se acelera el auto 3 veces para mantenerlo estable a 2500 rpm, en la primera prueba a 2500 rpm cuando empieza el conteo, se aprecia a los 24 segundos como se eleva el porcentaje de emisión por encima del 1% para luego ir descendiendo hasta llegar al final de la prueba a 0,4%. Los valores analizados en su mayoría son correctos por la norma INEN 2204, la cual menciona que los vehículos del 2001 en adelante deben hallarse en un rango de emisiones de CO de hasta 1%, pero ese pico elevado desde el segundo 25 hasta el segundo 16 sobrepasa el rango establecido de las emisiones de CO permitidos por la norma. En cambio, en la segunda prueba y tercera prueba tienen valores adecuados que son aceptables, ya que ambos, no sobrepasan el 0,6%.

**Ilustración 25.** Resultados de emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.5.2. Análisis de emisiones de HC ppm a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.

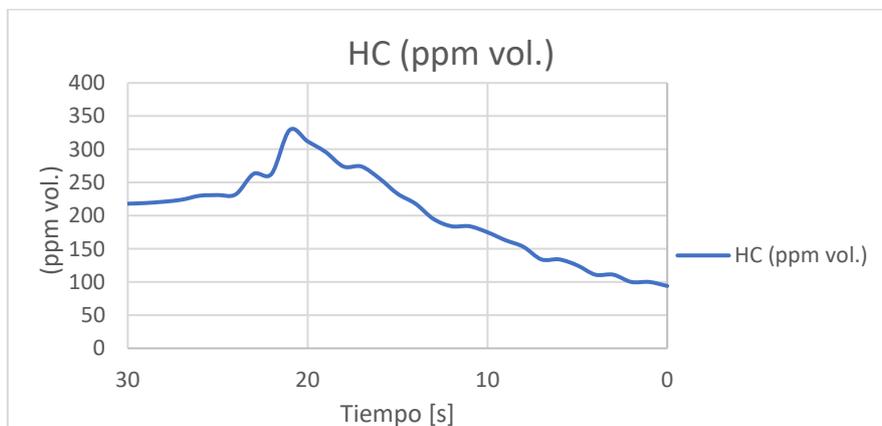
Las emisiones de HC (hidrocarburos no quemados) son los hidrocarburos que salen del vehículo sin quemar, la relación es de 1% = 10000 ppm (partes por millón).

La norma INEN 2204 establece que los vehículos del 2001 hasta la actualidad no deben sobrepasar el valor de 200 ppm en emisiones, aunque el analizador de emisiones que se utilizó permite valores de hasta 400 ppm para superar las pruebas, y las emisiones que el vehículo normalmente debe tener es de 100 ppm hasta 400 ppm.

En la primera prueba los valores de emisión de HC al momento de iniciar se encuentra un valor de 218 ppm, superando los 200 ppm establecidos por la norma INEN 2204, luego a los 23 segundos llega hasta un punto máximo de 263 ppm, para luego finalizar en 94 ppm, aunque al final logra mantenerse dentro del rango permitido, de todas formas, se observa que por un momento supera los límites establecidos. En cambio, en la segunda prueba inicia con 30 ppm, a los 13 segundos llega hasta 101 ppm, y finaliza en 65 ppm, siendo valores más estables. En la tercera prueba, ya se tiene un valor casi constante, donde inicia con 63 ppm, a los 25 segundos llega hasta 65 y finaliza en 52 ppm.

Entre estos tres valores el primero tiene un valor elevado debido a que el auto había estado en reposo, en cambio con las otras dos pruebas, el vehículo ya se encontraba calentado y en funcionamiento constante, por lo que los valores mejoran.

**Ilustración 26.** Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

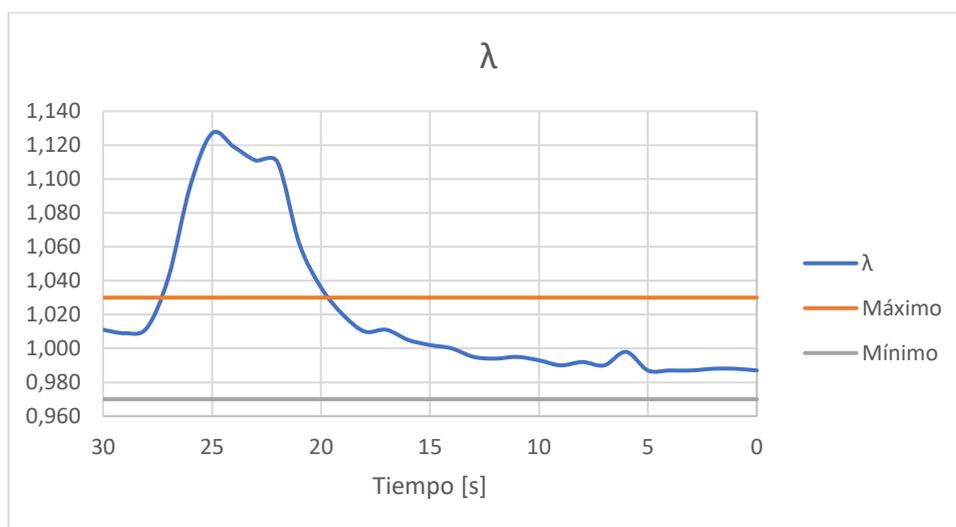
### 4.1.5.3. Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.

La relación lambda es la relación de aire combustible que ingresa a la cámara de combustión, la cual es de 14,7 gramos de aire por 1 gramo de gasolina. El rango que permite conocer si el valor de lambda es el adecuado son de 0,970 y 1,030, si se encuentra dentro de este rango la proporción es perfecta. El valor de lambda demuestra si hay fallos en algunos sensores o problemas en el catalizador del vehículo.

En la primera prueba inicia con un valor de 1,011, a los 26 segundos llega hasta 1,096 y finaliza en 0,987. En la segunda prueba inicia 1,147 a los 22 segundos el valor es de 1,023 y finaliza con 0,983. En cambio, en la tercera prueba inicia con 1,011 a los 27 segundos llega hasta 1,081 y finaliza con 0,997.

Cuando los valores se encuentran mayor del rango de funcionamiento normal hay una mezcla pobre, es decir hay poco combustible y más entrada de aire, la mezcla no es estequiométrica por lo que se da ese fallo en el catalizador al inicio en todas las pruebas, pero al tener acelerado a 2500 rpm constantemente y pasando los segundos se ve una reducción de este valor, por lo que, con el pasar de los segundos la relación de aire combustible se mantiene correcto.

**Ilustración 27.** Resultados de emisiones de relación lambda de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.4. Análisis de emisiones CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.**

Las emisiones de CO<sub>2</sub> deben ubicarse desde el 12% hasta el 15% para conocer que el motor se encuentra en buen estado trabajando, se conoce que 12% es regular, 13% es bueno, 14% es muy bueno, 15% es excelente y 16% es óptima. Si se trata de un vehículo con inyección electrónica debe ubicarse al 14%.

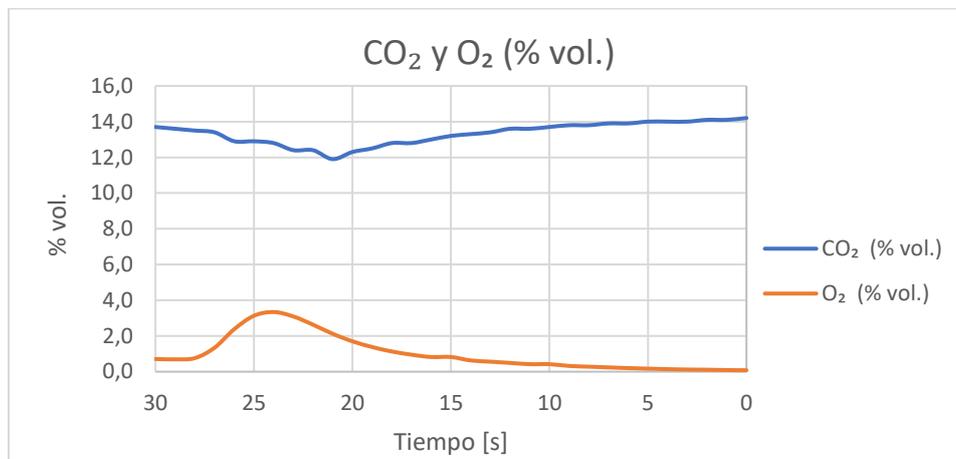
Para la primera prueba se observa que las emisiones de CO<sub>2</sub> inician con 13,7% y va descendiendo hasta que en el segundo 21 llega a 11,9% pero después sube hasta finalizar en 14,2. En la segunda prueba sucede algo distinto y es que inicia en 12% y se mantiene subiendo hasta finalizar en 14,4%. En la tercera prueba ocurre lo mismo que la segunda prueba, ya que inicia con 13,0 y se mantiene subiendo hasta finalizar en 14,7%.

Estos valores son adecuados. Es decir que con el combustible Extra en todas las pruebas tiene buena eficiencia y un buen funcionamiento en el motor, porque el promedio de 13,9% siendo este bueno.

Las emisiones de O<sub>2</sub> es el oxígeno que sobra en el proceso de combustión, normalmente debe ser menos del 2%. En la primera prueba las emisiones de O<sub>2</sub> inician con 0,71%, al segundo 24 este valor aumenta hasta 3,34, pero luego disminuye hasta finalizar en 0,08%. En la segunda prueba se inicia con 2,55% y este desciende hasta finalizar en 0%. Lo mismo ocurre en la tercera prueba que inicia con 2,36 y va descendiendo hasta llegar a 0,01%.

Lo recomendable para el motor es que las emisiones de O<sub>2</sub> no sobrepasen el 2%, y en todas las 3 pruebas sobrepasa este valor, aunque con el pasar de los segundos se mantiene, pero este valor no afecta tanto en el rendimiento del motor, ya que incluso hay momentos donde llega a 0% significando que todo el oxígeno se ha agotado, o que hay una mezcla rica (falta de aire o exceso de gasolina).

**Ilustración 28.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



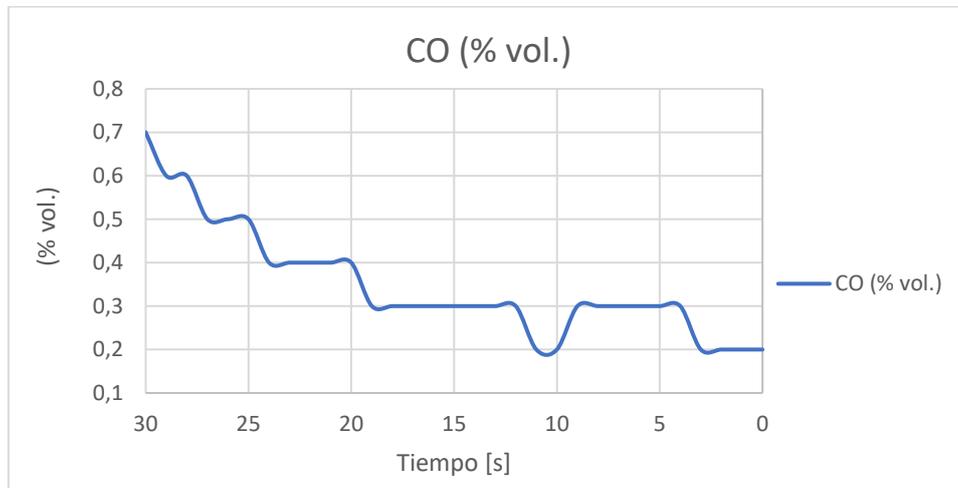
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **Análisis de emisión de CO a 700 rpm.**

Se aprecia que los valores de las tres pruebas varían constantemente, pero encontrándose dentro de los rangos permitidos por la norma INEN 2204, en la primera prueba se observa que las emisiones inician con un valor de 0,7% y finaliza en 0,2%, en la segunda prueba en cambio inicia con 0,5% y finaliza en 0,07% y la tercera prueba las emisiones inician con un valor de 0,4% para finalizar en 0,08%.

Se nota que en cada prueba los valores de emisión de CO van disminuyendo respectivamente y son menores en comparación al tener el vehículo acelerado a 2500 rpm, los cuales se mantienen alrededor de 0,6%. Esta diferencia se debe a que al estar acelerado el vehículo a 2500 rpm genera más movimiento de cigüeñal, pistones, válvulas, lo que ocasiona que tenga más potencia y sus emisiones sean más altas en comparación al ralentí, ya que el vehículo al estar en un ralentí de 700 rpm se encuentra en su marcha mínima y no exige tanto rendimiento.

**Ilustración 29.** Resultados de emisiones de CO de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



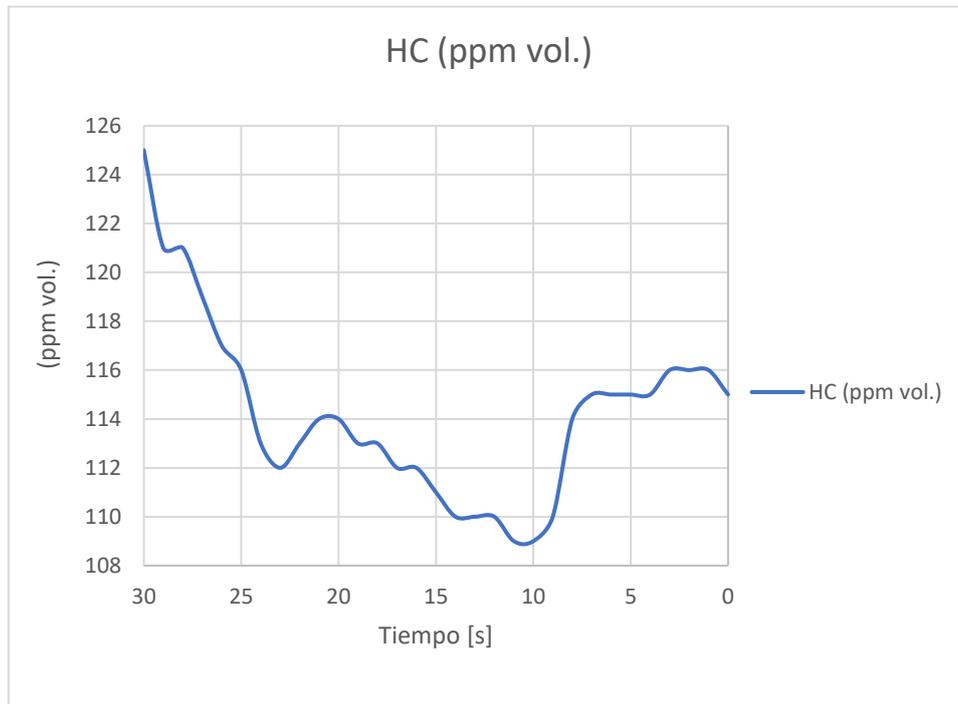
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.5. Análisis de emisión de HC a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.**

Respecto a la primera prueba se observa que los valores de emisión de HC se encuentran dentro de 125 a 115 ppm siendo valores aceptados por la norma INEN 2204. Para la segunda prueba se tienen valores que inician desde los 30 ppm, a los 13 segundos llega a 101 ppm y termina en 65 ppm. La tercera prueba inicia con 63 ppm, a los 25 segundos llega a 65 ppm y finaliza en 52 ppm.

En comparación con los resultados en un ralentí acelerado de 2500 rpm se demuestra que el vehículo al estar acelerado genera más emisiones de HC, ya que el ralentí no exige tanto rpm que haga esforzar al motor por un periodo de tiempo determinado. Así mismo, el motor al estar frío genera más emisiones que estando caliente, y eso se demuestra en la misma prueba, pero a diferentes revoluciones como los valores de la segunda y tercera prueba son bajos a comparación con la primera.

**Ilustración 30.** Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



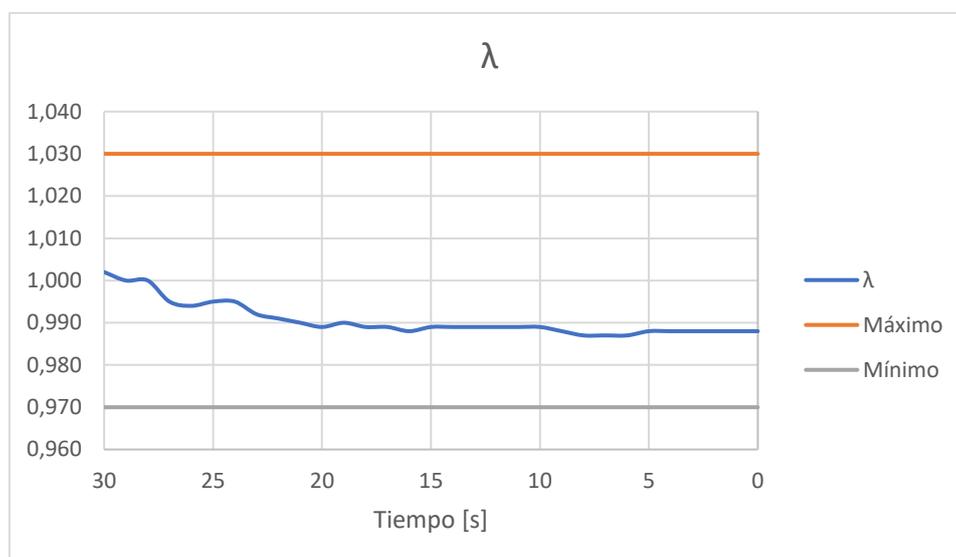
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.6. Análisis de relación lambda a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.**

En la primera prueba realizada a ralentí se inicia con valores de 1,002 siendo el más alto para finalizar en 0,991. En la segunda prueba se inicia con un valor de 0,989 pero al segundo 26 se eleva hasta 1,043 aunque luego baja hasta finalizar a 0,998. En la tercera prueba se tiene algo similar y es que inicia con 1,001 pero inmediatamente al segundo 27, se eleva hasta 1,081 para descender hasta finalizar en 0,997.

Estos valores son casi iguales en comparación al vehículo en ralentí acelerado a 2500 rpm, y se debe a la relación estequiométrica, ya que al momento de acelerar el vehículo se da mayor potencia, y al tener ese cambio brusco de 2500 a 700 ocasiona que por un momento al inicio haya ese pico de elevación, pero con el pasar de los segundos se estabiliza porque el ralentí se mantiene constante hasta finalizar cada una de las pruebas.

**Ilustración 31.** Resultados de emisiones de lambda de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.7. Análisis de emisiones CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.**

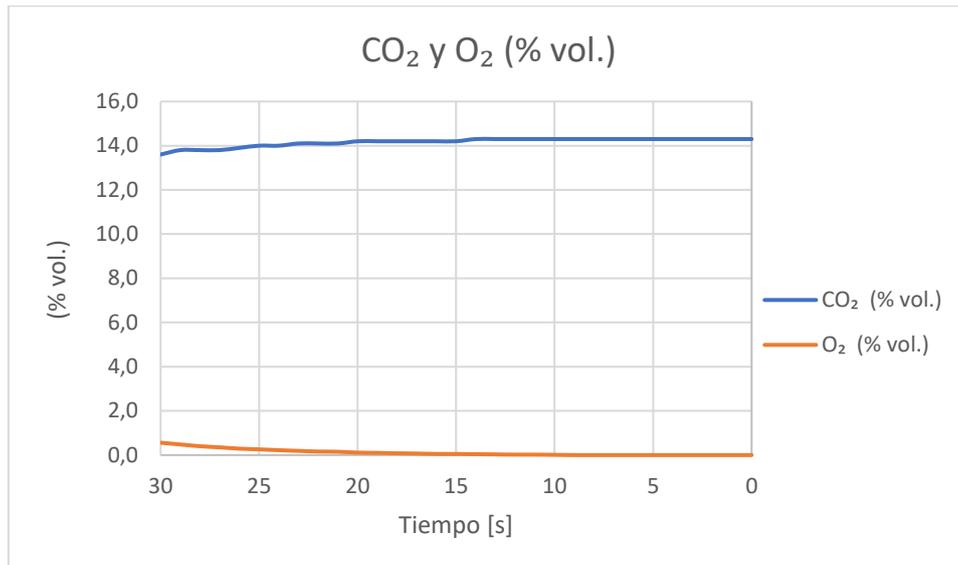
En la primera prueba a ralentí las emisiones de CO<sub>2</sub> inician en 13,6% y se mantiene aumentando hasta finalizar en 14,3%. Para la segunda prueba hay una variación y es que inicia con 14,4% siendo muy bueno, pero luego a los 23 segundos baja hasta 13,3%, y luego sube hasta finalizar en 14,8%. Finalmente, en la tercera prueba sucede lo mismo que la anterior, inicia con 14,4%, a los 25 segundos desciende hasta 13,3% para luego subir y terminar en 14,8%.

El promedio que da estos valores es de 14,29% considerándose muy bueno en las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que ningún valor es menos de 13%.

Para la primera prueba en emisión de O<sub>2</sub> a ralentí se inicia con un valor de 0,56% y disminuye hasta llegar a 0%. En la segunda prueba sucede algo distinto y es que inicia con un valor de 0,09% pero al segundo 26 sube hasta 1,20% y desciende hasta finalizar en 0%. En la tercera prueba inicia con 0,87% pero al segundo 27 se eleva hasta 1,83 para ir disminuyendo hasta finalizar en 0%.

Todas las pruebas en ralentí no excedieron el 2% establecido para el correcto funcionamiento a comparación de 2500 rpm. Esto sucede porque al subir las emisiones de CO<sub>2</sub>, se reducen las emisiones de O<sub>2</sub>, teniendo mejores resultados en ralentí, ya que los valores de CO<sub>2</sub> de ralentí, fueron mayores que los de 2500 rpm.

**Ilustración 32.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



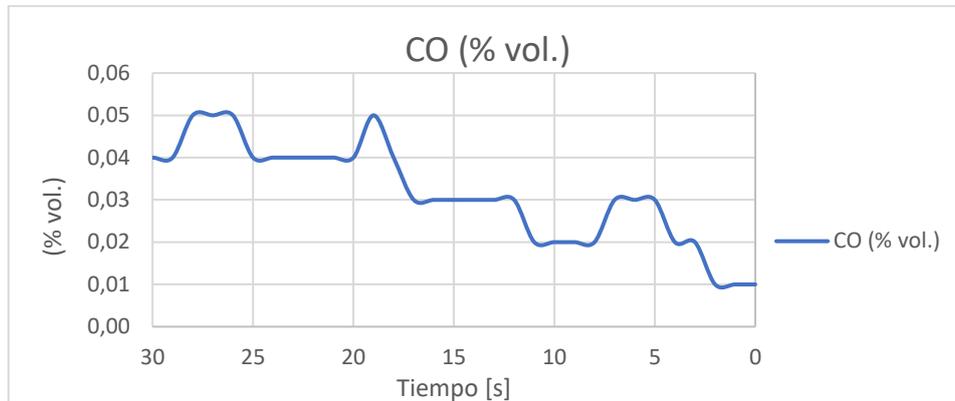
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.8. Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

En la primera prueba se inicia con 0,04%, a los 28 segundos sube a 0,05% para luego descender con el pasar de los segundos hasta 0,01%. En la segunda prueba inicia con 0,05% y se va reduciendo hasta finalizar en 0,01%. En la tercera prueba inicia con 0,03%, y al segundo 24 se eleva a 0,05%, pero va disminuyendo hasta llegar a 0,01%.

Todos estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma INEN 2204, los cuales no exceden el 1% de emisiones de CO, teniendo una reducción considerable en comparación con el combustible Extra los cuales no se mantenían ni por el 0,01% como el combustible Super.

**Ilustración 33.** Resultados de emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



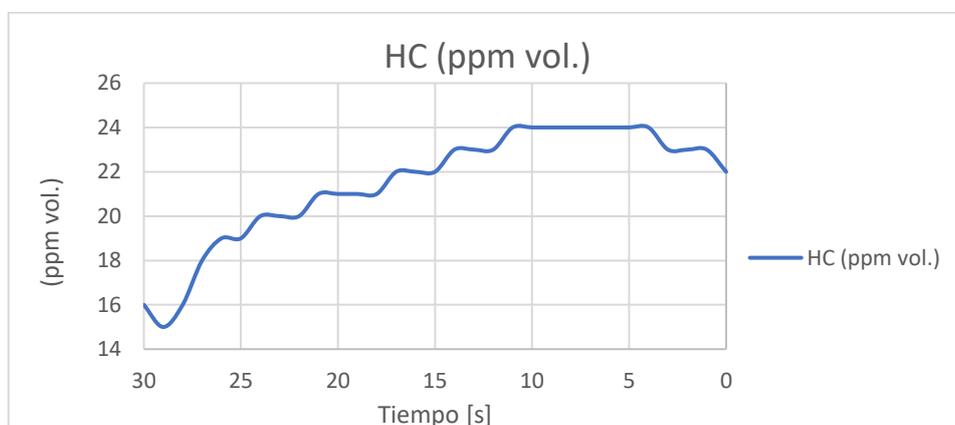
**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.5.9. Análisis de emisión de HC ppm a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.

La primera prueba inicia a 16 ppm, y va aumentando hasta el segundo 11 que da un valor de 24 ppm, para finalizar en 22 ppm. En la segunda prueba inicia con 37 ppm, en el segundo 23 aumenta hasta 43 ppm, y termina con un valor de 33 ppm. En la tercera prueba comienza con 17 ppm y va aumentando progresivamente hasta finalizar en 26 ppm.

Todas las pruebas no sobrepasan los 50 ppm, por lo que se encuentra en el rango permitido por la norma INEN 2204, y así mismo como las emisiones de CO, se nota la reducción de emisiones en comparación con el combustible Extra por mucho.

**Ilustración 34.** Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



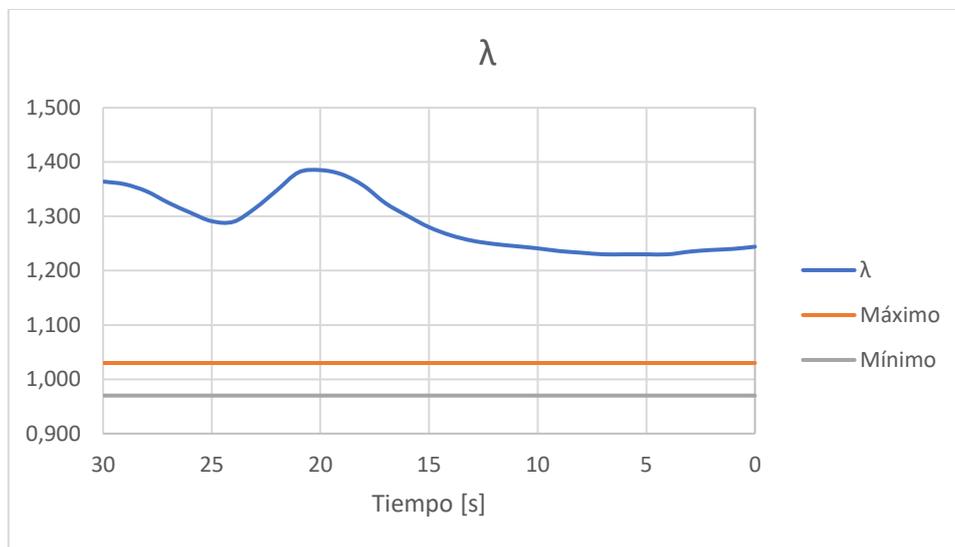
**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.5.10. Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.

Al acelerar el vehículo a 2500 rpm en la primera prueba se inicia con 1,364 y aunque los valores disminuyen al segundo 21 se elevan hasta 1,385, para luego finalizar en 1,244. En la segunda prueba inicia con 1,484 para disminuir conforme pase el tiempo, pero al segundo 11 se eleva hasta 1,444, para luego terminar en 1,276. La tercera prueba inicia con 1,398 y se va reduciendo hasta finalizar en 1,247.

Los valores de lambda que deben estar en un rango de 0,970 a 1,030, se encuentran todos por encima del máximo permitido, Esto sucede porque hay una mezcla pobre, es decir hay un inconveniente con el periodo de inyección o de toma de aire y es que el vehículo que se puso a prueba no soporta un octanaje mayor a 92, y el combustible Super g-Prix con aditivos alemanes contiene 92 de octanaje. Por ello hay un cambio importante en otros aspectos que se detallarán en el siguiente análisis.

**Ilustración 35.** Resultados de la relación Lambda la primera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.11. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

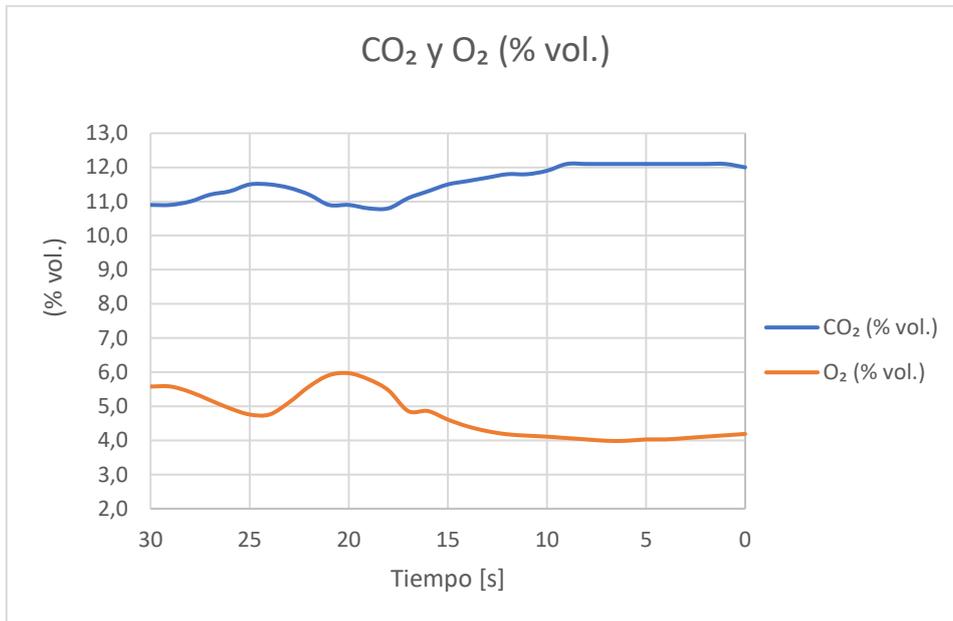
Para el análisis de CO<sub>2</sub> se tiene que la primera prueba da un valor de emisión de CO<sub>2</sub> inicia de 10,9 el cual va a ir aumentando y disminuyendo con el pasar de los segundos, pero al llegar a los 0 segundos se obtiene un valor de 12%. En la segunda prueba sucede lo mismo, se inicia con 10,1% y al pasar los segundos va variando este valor entre 11% y 10%, pero al finalizar llega a 11,8%. La tercera prueba inicia con 10,8% y sus emisiones aumentan hasta llegar a 12,1% a los 0 segundos.

El porcentaje de emisión de CO<sub>2</sub> está ubicado debajo del 12% que es recomendado para el buen funcionamiento del motor ya que el promedio de estos valores es de 11,5% aunque no es tan bajo igual se lo considera un valor casi regular.

Para el análisis de O<sub>2</sub> en la primera prueba se inicia con 5,58%, los valores se disminuyen, pero al llegar al segundo 20 la emisión sube hasta 5,97% y se mantiene variando entre 4% y 3% hasta finalizar en 4,19%. En la segunda prueba se inicia con un valor de 7% y aunque se va reduciendo llega al segundo 12 donde vuelve a subir hasta 7,05% y finalmente llega a 4,68%. En la tercera prueba se vuelve a reducir al inicio con 5,98%, a partir de este valor se va reduciendo conforme pasan los segundos hasta finalizar en 4,29% a los 0 segundos.

Aunque el porcentaje de emisión de O<sub>2</sub> disminuye con el pasar de los segundos no es suficiente para ubicarse dentro de los 2% que es recomendado, existe una mezcla pobre y esto se debe a una falla en la entrada de aire por el colector de admisión.

**Ilustración 36.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



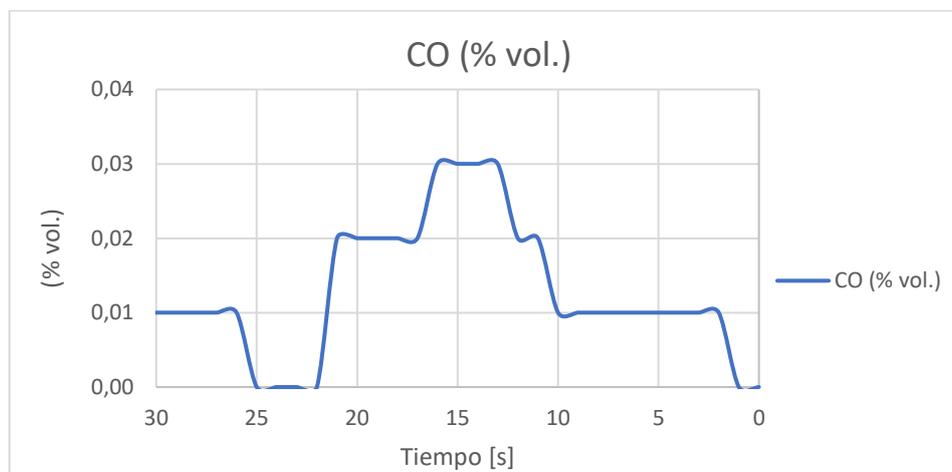
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.12. Análisis de emisión de CO a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

En la primera prueba a ralentí se inicia con 0,01% y aunque baja hasta el 0%, al segundo 16 sube hasta 0,03% para terminar en 0%. En la segunda prueba sucede lo mismo, inicia con un valor de 0,01% y al segundo 18 sube hasta 0,03%, y termina con 0,01%. La tercera prueba comienza con 0,01% luego se mantiene variando entre 0,01% y 0,02% hasta finalizar en 0,01%.

Estos valores son incluso más reducidos en comparación a los resultados de emisión de CO a 2500 rpm, debido a que el auto no se esfuerza mucho manteniéndolo revolucionado, sino que está estable en ralentí.

**Ilustración 37.** Resultados de emisiones de CO en la primera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

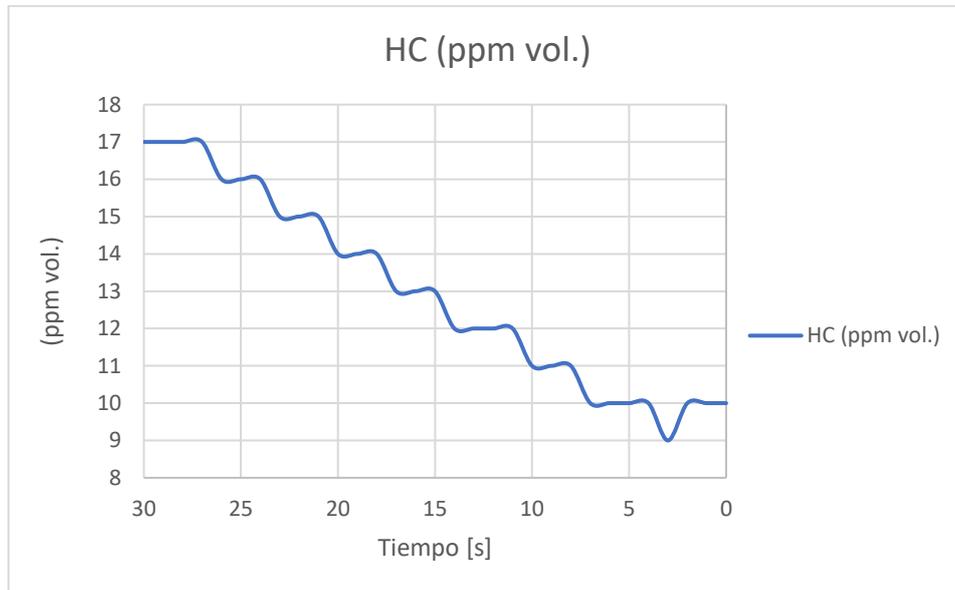
#### **4.1.5.13. Análisis de emisión de HC ppm a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

En la primera prueba las emisiones de HC inician con 17 ppm, de los que al pasar los 30 segundos se van reduciendo hasta llegar a 10 ppm. En la segunda prueba se eleva un poco e inicia a los 30 ppm, pero así mismo se va reduciendo hasta finalizar en 21 ppm. En la tercera prueba sucede igual, se inicia con 28 ppm hasta reducirse a 16 ppm a los 0 segundos.

Los valores obtenidos al estar el motor en ralentí a 700 rpm tienen una reducción en comparación al estar el vehículo acelerado a 2500 rpm, ya que como se muestra en los datos, al estar acelerado, las emisiones de HC se elevan y en cambio al estar el auto en ralentí se van disminuyendo con el pasar de los segundos. Así mismo están dentro del rango permitido por la norma INEN 2204.

Aunque los valores de las emisiones de HC sean reducidos en comparación con los del Extra, no significa que sea del todo bueno, ya que también al tener un valor de HC muy bajo, significa que el periodo de inyección es incorrecto o hay un mal ajuste de sistema de alimentación.

**Ilustración 38.** Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



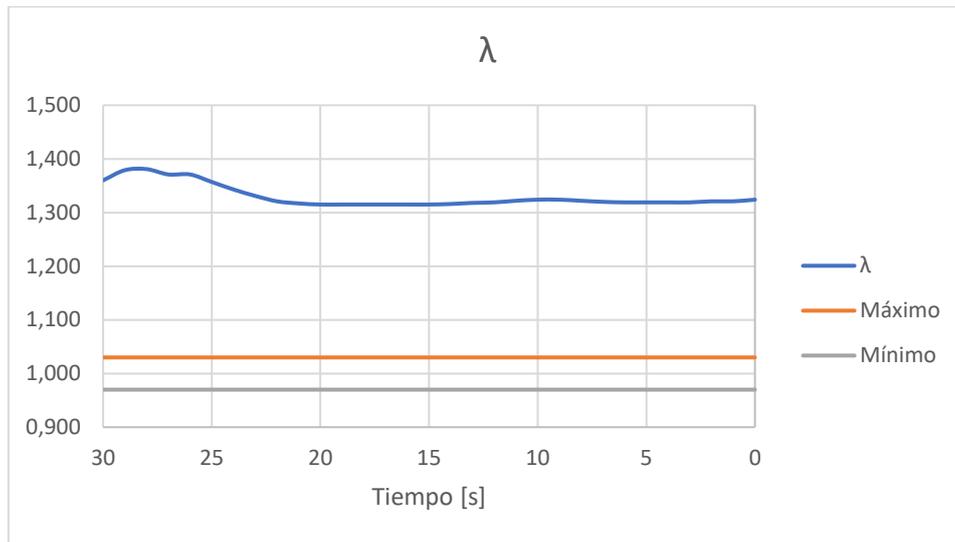
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.14. Análisis de relación lambda a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

Luego de haber estado acelerado a 2500 rpm, se empieza a hacer las pruebas en ralentí a 700 rpm. La primera prueba inicia con 1,360 pero al segundo 28 aumenta hasta 1,381 y va descendiendo hasta llegar a 1,324. En la segunda prueba se inicia con un valor de 1,300 para en el segundo 27 subir hasta 1,427 y finalmente descender hasta llegar a 1,303 a los 0 segundos. La tercera prueba inicia con 1,243 pero al llegar a los 25 segundos se eleva hasta 1,431 y se va disminuyendo hasta llegar a 1,299 a los 0 segundos.

Se puede apreciar que casi no hay diferencia cuando se acelera a 2500 rpm y esto se debe al problema mencionado anteriormente, que el vehículo no soporta este combustible, por lo que va a presentar problemas en el catalizador y el sensor de oxígeno, el cual manda las señales al cuerpo de aceleración para conocer la cantidad de aire que debe ingresar a la cámara de combustión.

**Ilustración 39.** Resultados de la relación Lambda de la primera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.15. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

Al analizar las emisiones de CO<sub>2</sub> en la primera prueba se inicia con 11,3% de los que se disminuyen en el segundo 26 hasta 10,8% pero finaliza en 11,3% nuevamente. En la segunda prueba sucede algo parecido y es que inicia con 11,7% y al segundo 23 disminuye hasta 10,6% para luego finalizar en 11,6%. La tercera prueba inicia con 12,1% y al segundo 22 disminuye hasta 10,3% y su valor cambia hasta llegar a 11,6% a los 0 segundos.

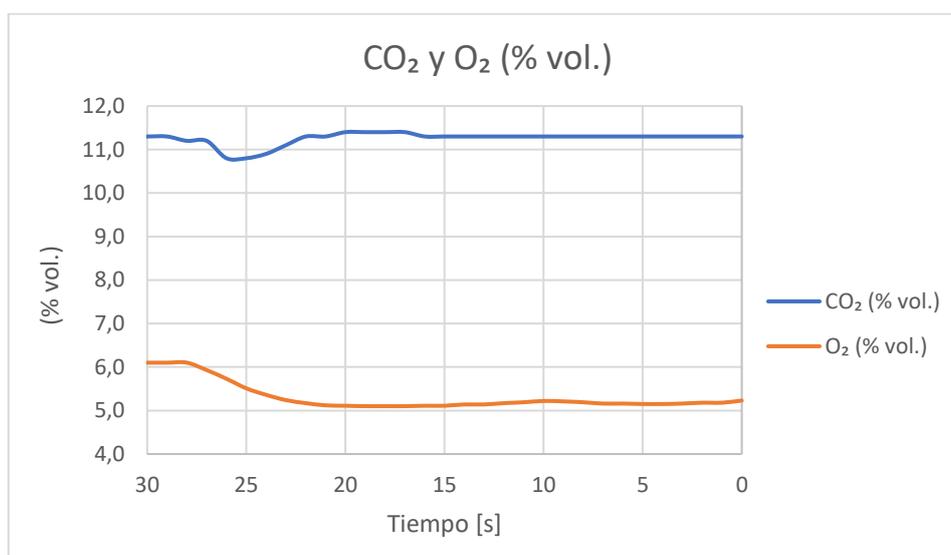
Los valores que se obtienen a ralentí son casi los mismos en comparación a 2500 rpm, y de igual manera no llega al 12% que es la escala regular, porque el valor promedio de las emisiones de CO<sub>2</sub> es de 11,4%, viene a ser algo casi regular.

En el análisis de emisión de O<sub>2</sub> de la primera prueba se inicia con 6,10% y se va disminuyendo conforme van pasando los segundos hasta finalizar en 5,23%. En la segunda prueba inicia con 5,85% luego a los 27 segundos sube hasta 6,83% para finalizar en 5,04%. En la tercera prueba se inicia con 4,23%, pero a los 25 segundos se eleva hasta 6,99% para luego ir disminuyendo hasta terminar en 4,96%.

De igual manera junto a los 2500 rpm, las emisiones de O<sub>2</sub> no llegan al 2% por los inconvenientes que se mencionaron con el combustible.

Esto demuestra que, aunque las emisiones de CO y HC sean menores en comparación con el combustible Extra, el vehículo no tiene un buen rendimiento conforme lo demuestran los resultados de lambda, y las emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>.

**Ilustración 40.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



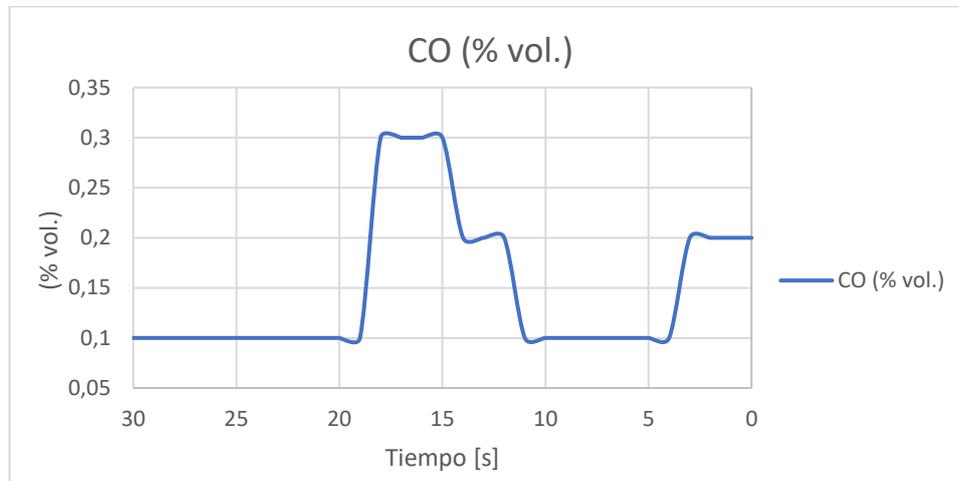
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.16. Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.**

En la primera prueba se inicia las emisiones de CO con 0,1%, al llegar a los 18 segundos se eleva hasta 0,3% para finalmente terminar en 0,2%. En la segunda prueba se inicia con 0,2% y se mantiene en 0,1% por muchos segundos hasta finalizar en 0,3%. En la tercera prueba inicia con un valor de 0,1% que va subiendo poco a poco hasta finalizar en 0,3%.

Estos valores son parecidos al combustible Super, y son muy reducidos en comparación con el combustible Extra, dando como resultado que el biocombustible tiene menos emisiones de CO que el Extra y valores casi iguales al Super.

**Ilustración 41.** Resultados de emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



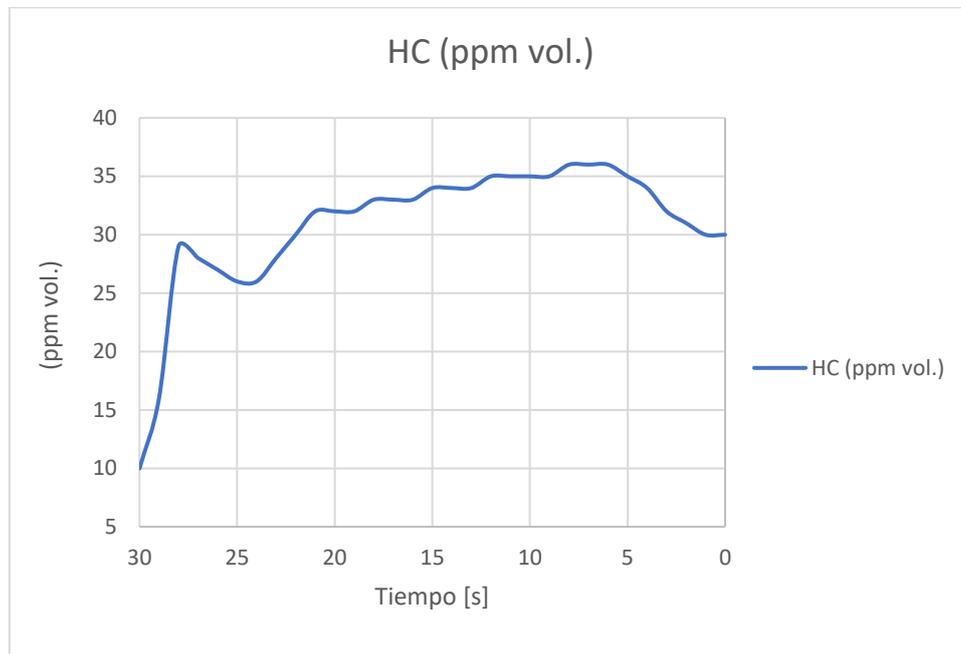
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.17. Análisis de emisión de HC ppm a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

En la primera prueba de emisión de HC se inicia con un valor de 10 ppm, este valor va aumentando hasta llegar al segundo 7 que da un valor de 36 ppm, para luego bajar hasta finalizar en 30 ppm. En la segunda prueba inicia con 17 ppm y este valor aumenta hasta llegar al segundo 16 que tiene 21 ppm y culmina en 20 ppm. La tercera prueba inicia con 14 ppm y va aumentando el valor junto a los segundos para terminar en 22 ppm a los 0 segundos.

Los valores de emisiones de HC a 2500 rpm demuestran una reducción significativa en comparación con el combustible Extra, ya que, estos valores llegaban en un rango de 60 ppm a 150 ppm, incluso iguala al Super o hasta superándose porque los datos son parecidos.

**Ilustración 42.** Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



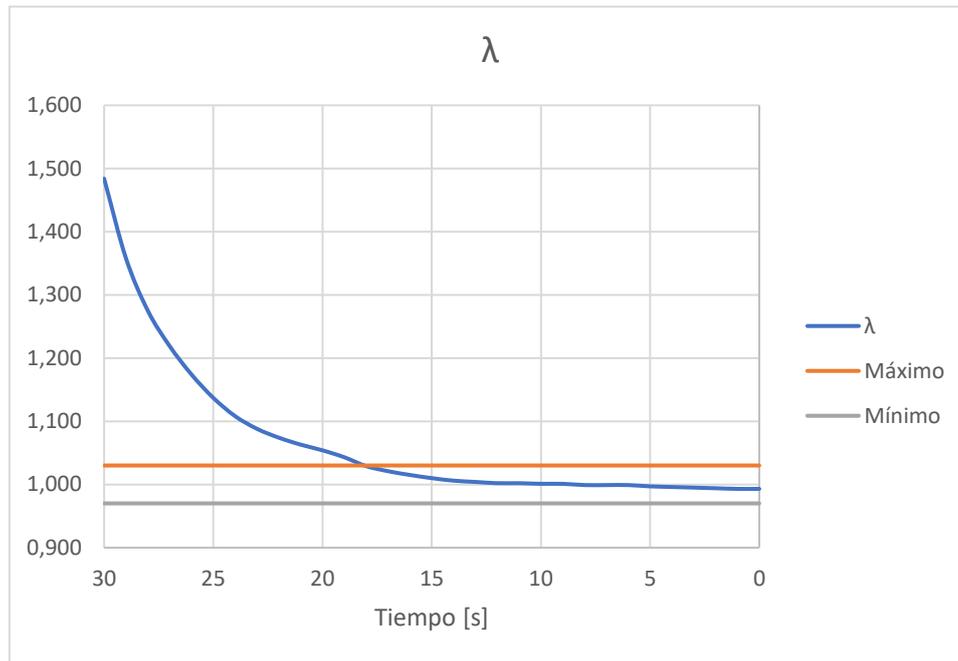
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.18. Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

La primera prueba inicia con 1,484 que luego disminuye hasta mantenerse en 0,993. En la segunda prueba inicia 1,586 y disminuye hasta terminar en 0,992. La tercera prueba inicia con 1,076 para luego reducirse hasta 0,990.

En comparación con el combustible Extra, todos los valores de lambda inician fuera del rango establecido, pero luego con el pasar de los segundos, todas las pruebas se adecuan a los rangos de máximo y mínimo, superando al Super el cual tiene valores muy elevados en lambda.

**Ilustración 43.** Resultados de la relación Lambda de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.19. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

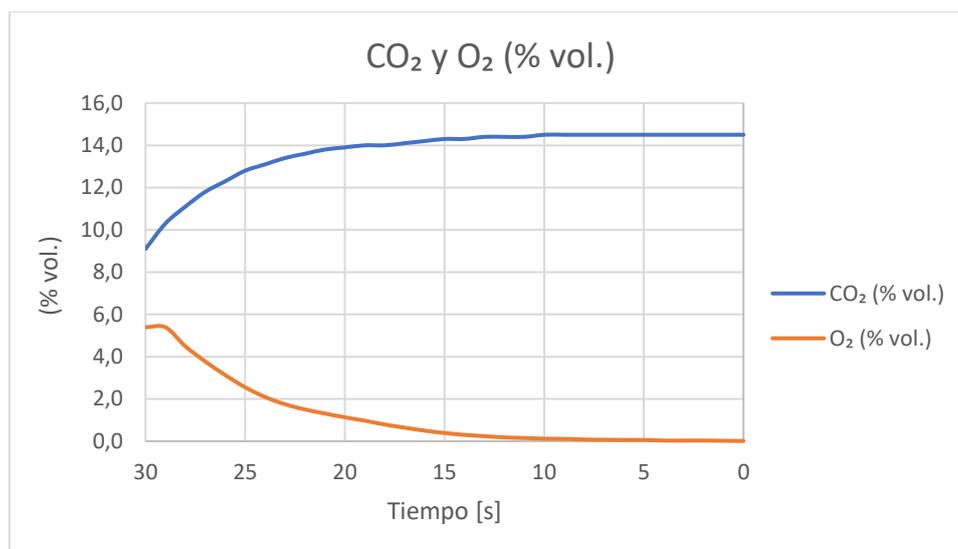
En el análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la primera prueba se inicia con 9,1% para luego ir subiendo conforme pasan los segundos hasta terminar en 14,5%. En la segunda prueba inicia con 8,6% para inmediatamente subir hasta terminar en 14,9%. En la tercera prueba se inicia con un valor de 13,9 y este aumenta consecutivamente para finalizar en 14,8%.

Aunque inicialmente los valores de emisión de CO<sub>2</sub> empiecen bajos, luego aumentan considerablemente, logrando obtener un promedio de 14% significando ser muy bueno en el funcionamiento del motor y en la eficiencia en la combustión. Así mismo, logra superar al combustible Super que tuvo un promedio de 11,5%.

En las emisiones de O<sub>2</sub> en la primera prueba inicia con 5,39% pero al pasar los segundos disminuye considerablemente hasta 0,01%. En la segunda prueba inicia con 7,53% y se disminuye hasta terminar en 0,03%. En la tercera prueba se inicia con 1,55% y así mismo se reduce hasta llegar a 0,00% a los 0 segundos.

El valor recomendado para las emisiones de O<sub>2</sub> es de 2%, y se demuestra que al principio la primera y segunda prueba sobrepasan al inicio este valor, luego lo retoman casi al instante, manteniendo valores incluso mucho menores al 2%. Además, el combustible Super tuvo valores demasiado elevados en comparación al biocombustible.

**Ilustración 44.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



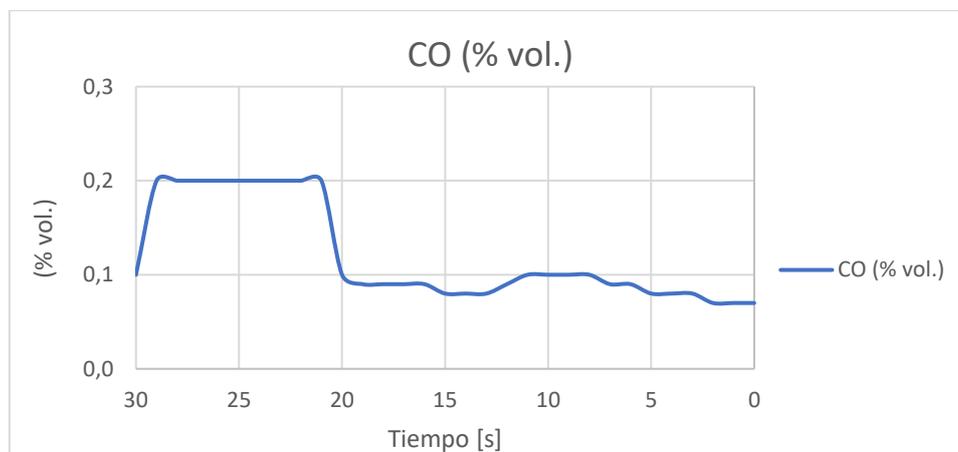
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.20. Análisis de emisión de CO a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

En la primera prueba se inicia con 0,1% y aunque al segundo 29 se eleva a 0,2% baja rápidamente hasta mantenerse en el 0,1% al culminar. En la segunda prueba hay una elevación que inicia a 0,4% pero va disminuyendo conforme pasan los segundos hasta terminar en 0,1%. La tercera prueba inicia con 0,4% y de igual manera desciende hasta culminar en 0,1%.

Las emisiones de CO a 700 rpm demuestran que los valores son bajos y que al pasar los segundos disminuyen, en cambio al estar acelerado a 2500 rpm, se elevan un poco, de igual manera ambos porcentajes de emisiones de CO son muy bajos en comparación con el Extra y casi igual al Super, además que se encuentran dentro de la norma INEN 2204.

**Ilustración 45.** Resultados de emisiones de CO de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



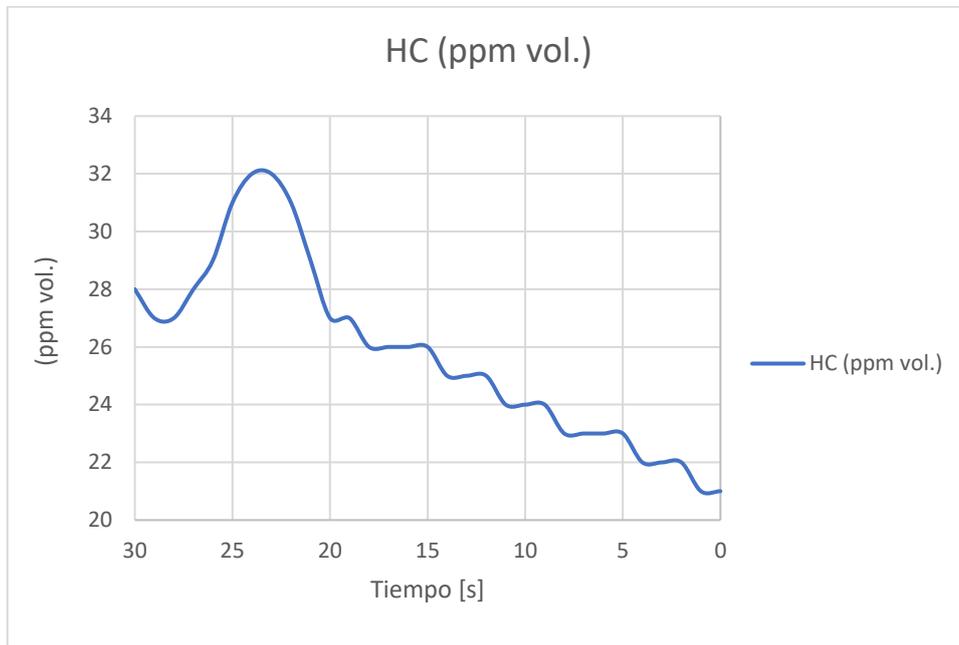
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.21. Análisis de emisión de HC ppm a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

La primera prueba inicia con 28 ppm y aunque a los 25 segundos aumente a 31 ppm luego se va disminuyendo hasta 21 ppm. En la segunda prueba inicia con 21 ppm y al segundo 28 sube hasta 23 ppm y al pasar los segundos disminuye hasta terminar en 15%. En la tercera prueba se inicia con 26 ppm y al segundo 26 se sube a 27 ppm para luego reducir su valor hasta 15 ppm a los 0 segundos.

Se demuestra que los valores del ralentí a 700 rpm son menores en comparación a 2500 rpm, ya que, al pasar los segundos en el ralentí, las emisiones de HC ppm se disminuyen, en cambio al estar el vehículo acelerado, aumentan ligeramente las emisiones. Además, estos valores son adecuados, ya que están dentro de la norma INEN 2204 que permite hasta 200 ppm.

**Ilustración 46.** Resultados de emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



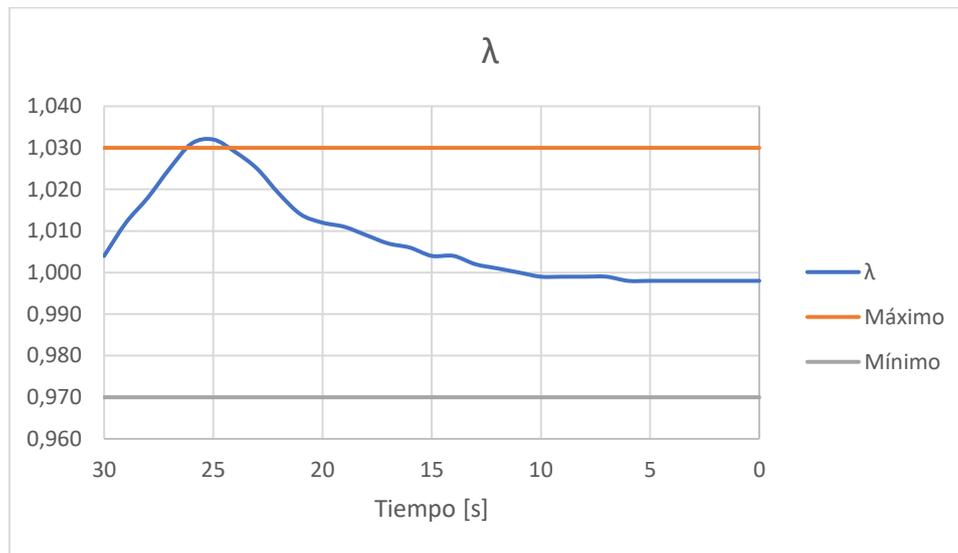
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.22. Análisis de relación lambda a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

En la primera prueba inicia con 1,004 y al segundo 26 se incrementa hasta 1,031 para luego al pasar el tiempo ir disminuyendo hasta terminar en 0,998. En la segunda prueba se inicia con 0,992 y en el segundo 26 se eleva a 1,003 para ir disminuyendo y mantenerse en 0,999. En la tercera prueba inicia con 1,030 y en segundo 28 se eleva a 1,046 para finalmente ir disminuyendo hasta llegar a 0,999 en el segundo 0.

Los valores de lambda en ralentí demuestran que están dentro de los rangos establecidos, aunque en una ocasión se fue por encima pero inmediatamente se mantuvo en el nivel, pero en comparación con los 2500 rpm se observa que el ralentí se centra mejor en los rangos rápidamente. Además, superó con éxito las pruebas que el combustible Super no logró aprobar.

**Ilustración 47.** Resultados de emisiones de relación Lambda de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.5.23. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.**

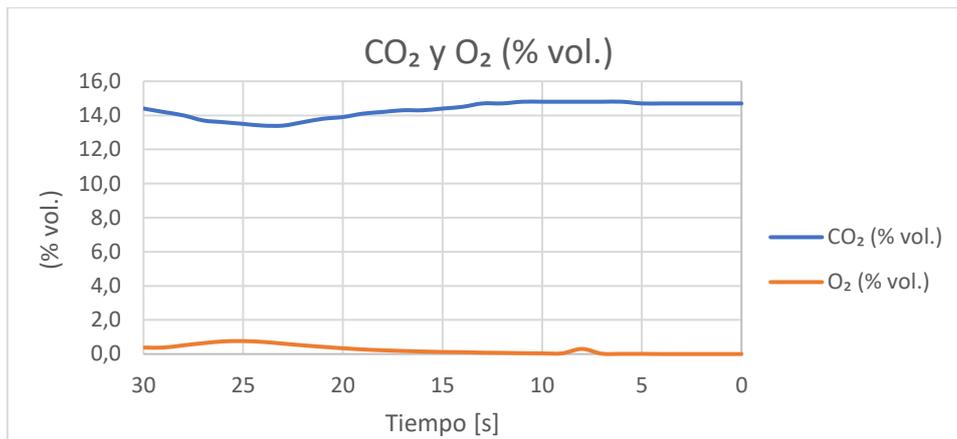
En el análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> en la primera prueba se inicia con 14,4% y aunque en el segundo 24 disminuye hasta 13,4% luego vuelve a incrementarse hasta 14,7%. En la segunda prueba inicia con 14,6% pero al pasar los segundos hay un aumento y descenso de valores, quedando al final 11%. En la tercera prueba se inicia con 14% y al segundo 26 disminuye hasta 13,5% pero luego aumenta hasta finalizar en 15,1% al segundo 0.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> se encuentran en un buen rango, ya que el promedio de las pruebas es de 14,27%, ubicándose en ser muy bueno en el funcionamiento del motor y la eficiencia de la combustión. Además, supera por poco a los 2500 rpm, solo hay una diferencia del 0,27%.

Para el análisis de emisiones de O<sub>2</sub> la primera prueba inicia con 0,38% y al segundo 26 se eleva hasta 0,74% pero luego se disminuye hasta finalizar en 0,00%. En la segunda prueba inicia con 0,11% y al segundo 27 se eleva hasta 0,28% para luego ir disminuyendo hasta tener 0,00%. En la tercera prueba se inicia con 1,08% y al segundo 28 aumenta hasta 1,12% aunque finalmente llega a 0,00% en el segundo 0.

Los valores de O<sub>2</sub> son mejores en comparación a 2500 rpm, ya que en todas las pruebas no sobrepasan el 2% recomendado, incluso llega hasta 0, logrando agotar todo el oxígeno en el proceso de combustión. Esto sucede porque el etanol al tener una menor temperatura de ebullición que el Extra, estalla más rápido haciendo que el proceso sea eficiente.

**Ilustración 48.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



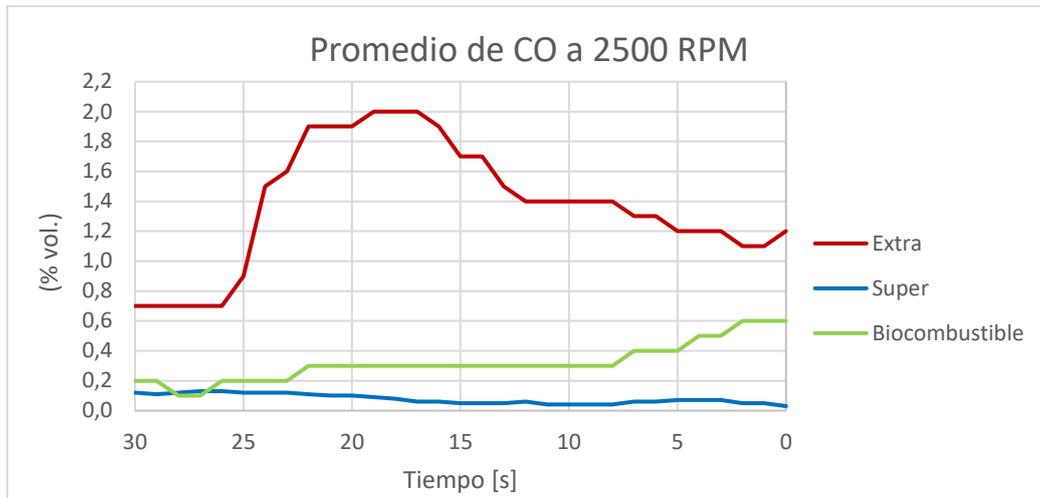
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.6. Promedio General de emisiones respecto al tiempo de todos los combustibles con el Hyundai i10 Sedán 2019.**

##### **4.1.6.1. Emisión de CO a 2500 RPM con Hyundai i10 Sedán.**

En el gráfico del promedio de CO a 2500 rpm se observa la reducción de emisiones del biocombustible junto al combustible Extra, y en pocos segundos igualar al Super. Además, se observa que el Extra sobrepasa el 1% de emisiones de CO permitido por la norma INEN 2204, mientras que el Super y el Biocombustible si se encuentran dentro de lo establecido.

**Ilustración 49.** Resultados promedio de emisiones CO a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

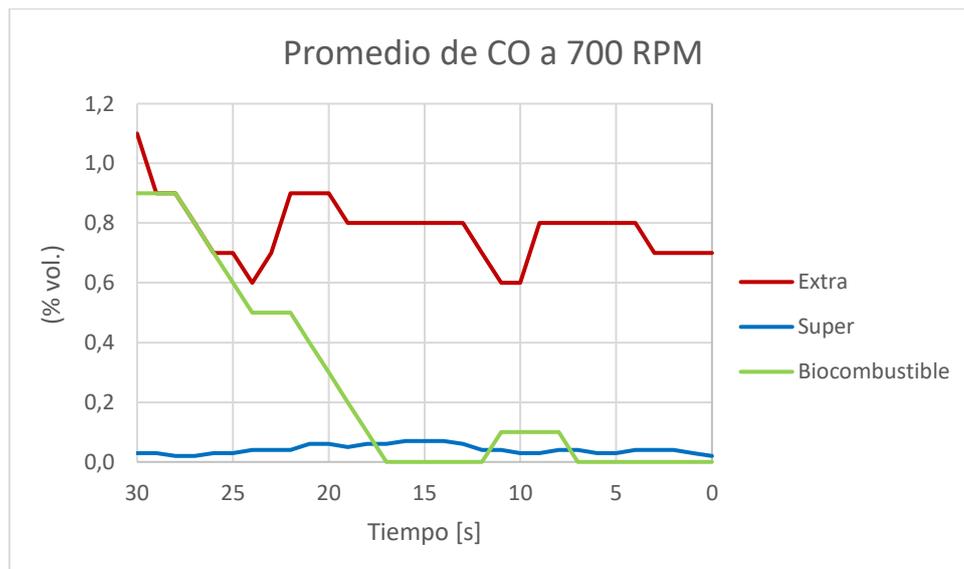


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.6.2. Emisión de CO a 700 RPM con Hyundai i10 Sedán.

Cuando el vehículo se encuentra en ralentí se puede observar una mejoría en el Biocombustible, ya que se reduce considerablemente en comparación con el Extra y hasta se mantiene por unos momentos por debajo de la Super.

**Ilustración 50.** Resultados promedio de emisiones CO a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

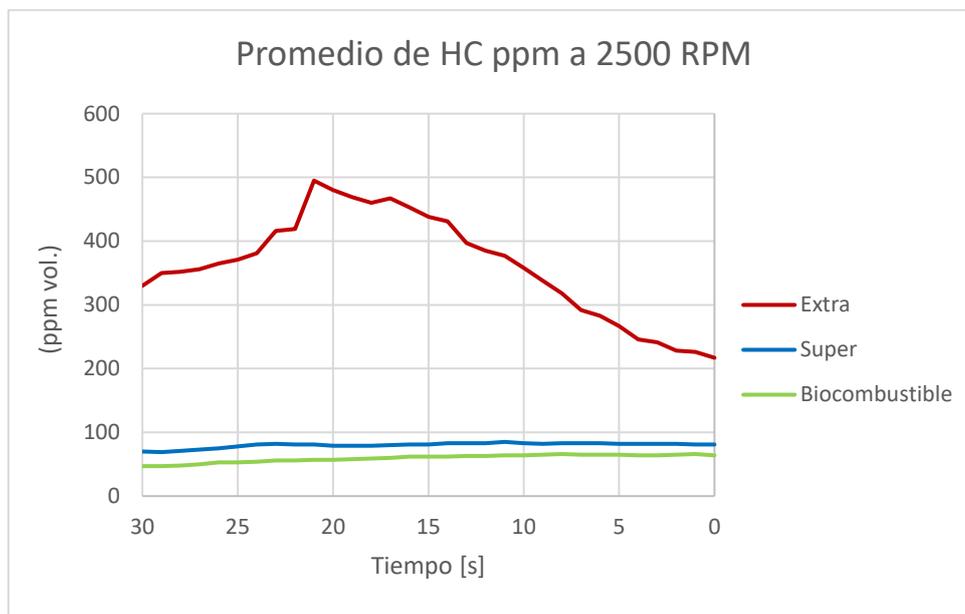


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.6.3. Emisión de HC a 2500 RPM con Hyundai i10 Sedán.

Al tener acelerado el vehículo a 2500 rpm se observa que las emisiones de HC ppm del extra superan los valores establecidos por la norma INEN 2204, mientras que el Biocombustible se mantiene por debajo de la Super, teniendo una mejora en la reducción de emisiones.

**Ilustración 51.** Resultados promedio de emisiones HC a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

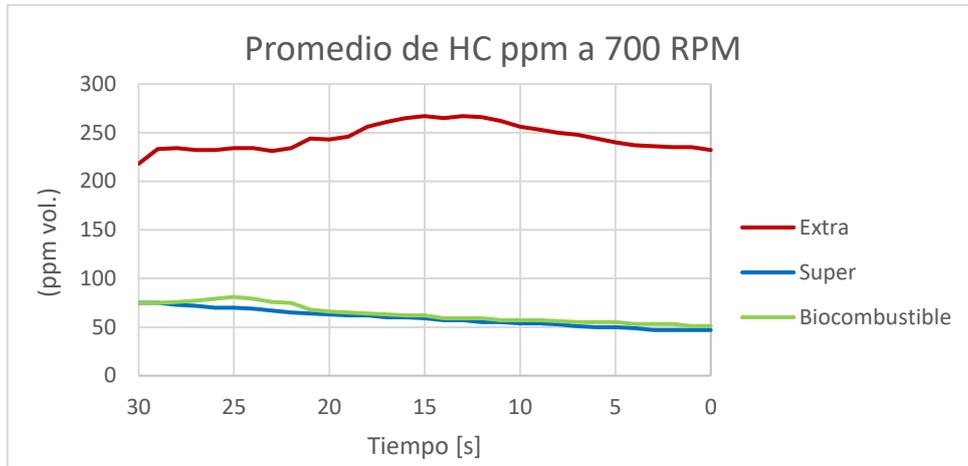


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.6.4. Emisión de HC a 700 RPM con Hyundai i10 Sedán con Hyundai i10 Sedán.

Cuando el vehículo se encuentra en estado de ralentí a 700 rpm, se observa que el combustible Extra permanece fuera del rango establecido por la norma INEN 2204. Incluso se visualiza que el Biocombustible y Super comparten casi la misma trayectoria de datos.

**Ilustración 52.** Resultados promedio de emisiones HC a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

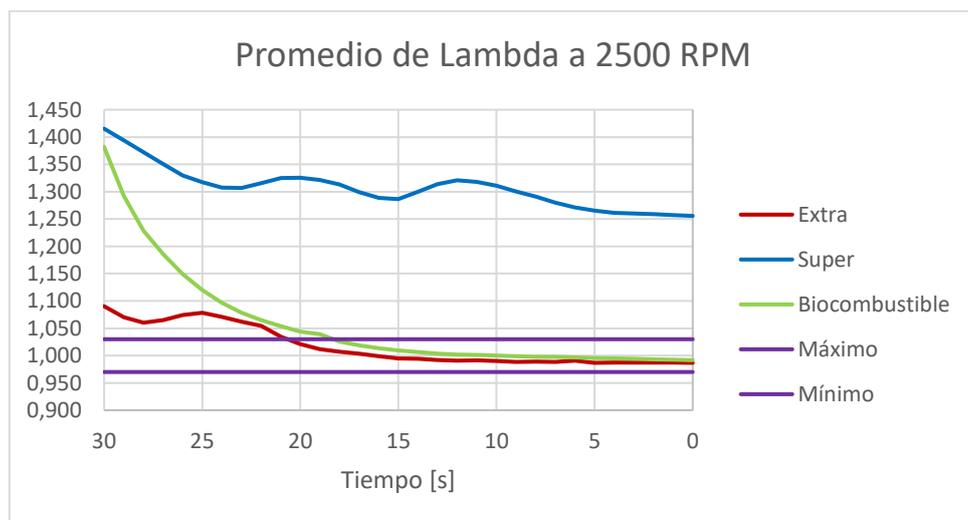


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.6.5. Relación Lambda a 2500 RPM con Hyundai i10 Sedán.

En este gráfico se observa los rangos de máximo y mínimos que se recomienda para el buen funcionamiento del vehículo, donde el combustible Super está fuera de los límites permitidos. En cambio, el Biocombustible y el Extra si se ubican en los rangos establecidos luego de haber estado fuera en los inicios.

**Ilustración 53.** Resultados promedio de relación lambda a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

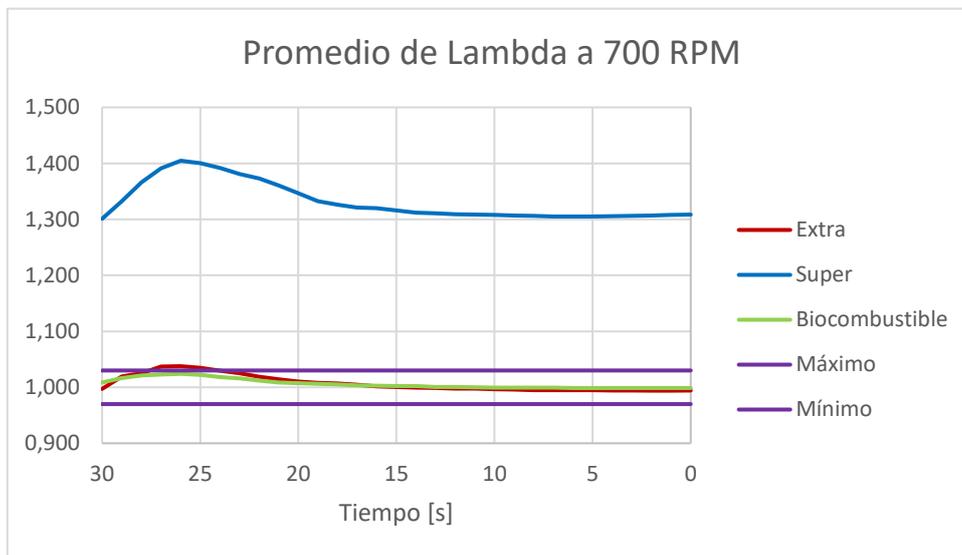


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.6.6. Relación Lambda a 700 RPM con Hyundai i10 Sedán.

En el promedio de lambda a ralentí de 700 rpm se observa lo mismo que en el gráfico de 2500 rpm con el Super, el cual está fuera por mucho de los límites recomendados. Además, se aprecia que el Extra se mantiene fuera por unos segundos, pero el Biocombustible todo el momento se mantiene dentro de los rangos establecidos.

**Ilustración 54.** Resultados promedio de relación lambda a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

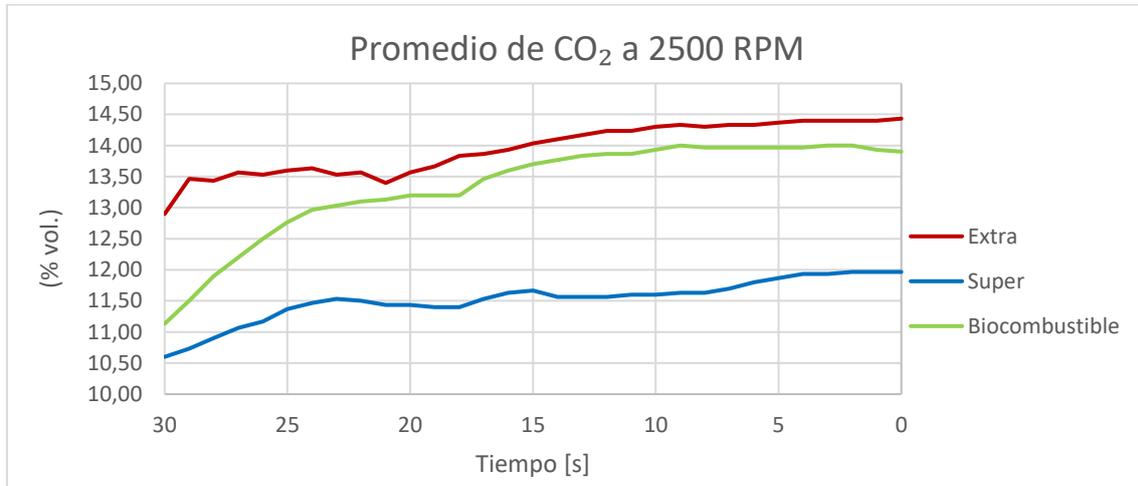


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.6.7. Emisión de CO<sub>2</sub> a 2500 RPM con Hyundai i10 Sedán.

En el promedio de CO<sub>2</sub> al acelerar el vehículo a 2500 rpm, el Extra se mantiene a un buen porcentaje, ya que se mantiene desde los 13% hasta los 14% y el biocombustible parte desde 11% hasta 14%, casi alcanzado al Extra, pero de todas formas superando al Super en este caso.

**Ilustración 55.** Resultados promedio de emisiones CO<sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

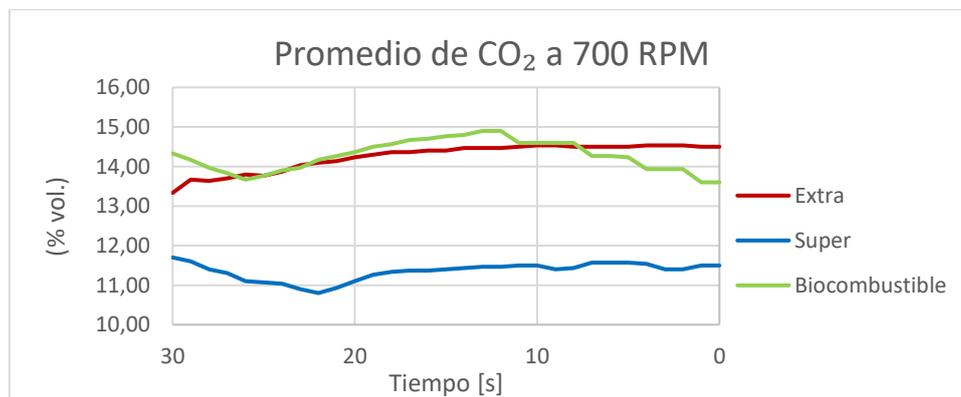


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.6.8. Emisión de CO<sub>2</sub> a 700 RPM con Hyundai i10 Sedán.

En cuanto al ralentí se observa que el Extra mantiene una curva en aumento constante el Biocombustible por unos segundos lo supera hasta llegar al 15%, de igual forma el Super quedó por debajo de ambos por el tema mencionado anteriormente sobre el octanaje que era muy elevado para el vehículo.

**Ilustración 56.** Resultados promedio de emisiones CO<sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

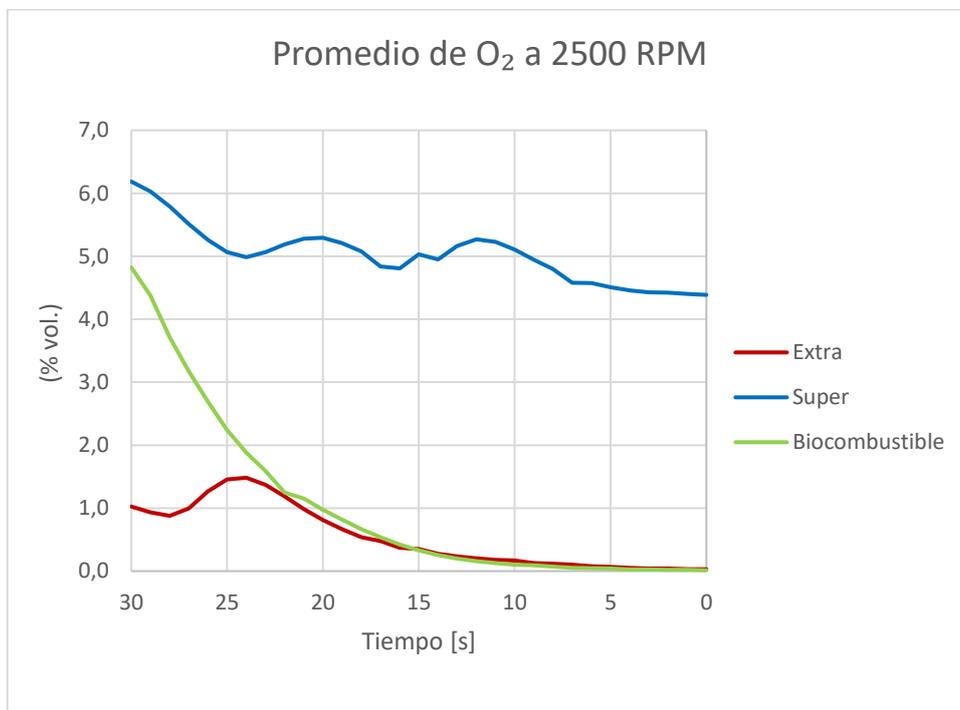


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.6.9. Emisión de O<sub>2</sub> a 2500 RPM con Hyundai i10 Sedán.

Para las emisiones de O<sub>2</sub> al estar acelerado el vehículo a 2500 rpm, se observa que el combustible Super, se mantiene por encima del 2% durante todo el transcurso de la prueba, mientras que el biocombustible tiene un pico al inicio de la prueba el cual se reduce de manera progresiva hasta llegar a 0% al final de la prueba, por el Extra, inicia en 1% y se eleva brevemente a 1.5% y se reduce a cero al final del conteo.

**Ilustración 57.** Resultados promedio de emisiones O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

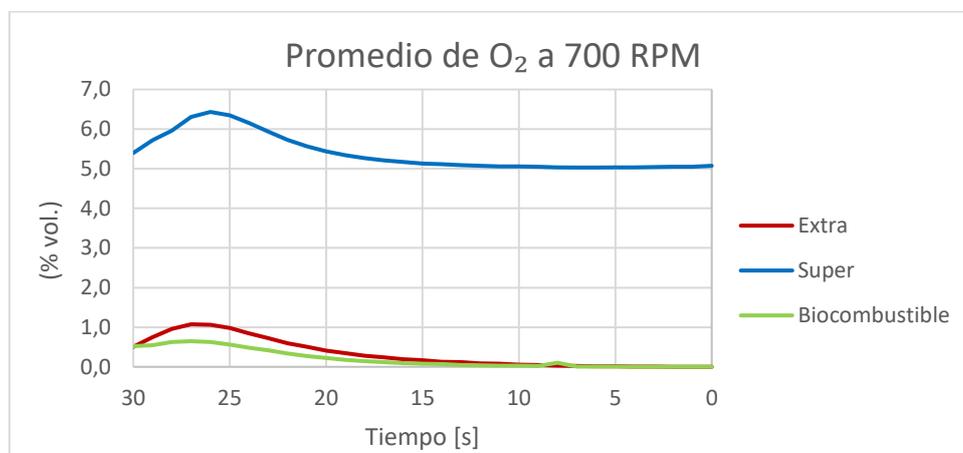


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.6.10. Emisión de O<sub>2</sub> a 700 RPM con Hyundai i10 Sedán.

En cambio, al estar el vehículo en ralentí se aprecia más a detalle que el Biocombustible se mantiene por debajo del Extra desde el inicio, dando como resultado una reducción mayor que la del Extra.

**Ilustración 58.** Resultados promedio de emisiones O<sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7. Promedio General del Hyundai i10 Sedán 2019.

##### 4.1.7.1. Promedio General de emisiones a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

Finalmente se realiza un promedio general de todos los valores de cada combustible para conocer la diferencia en porcentajes que existe entre cada uno.

**Tabla 14.** Promedio General de emisiones a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

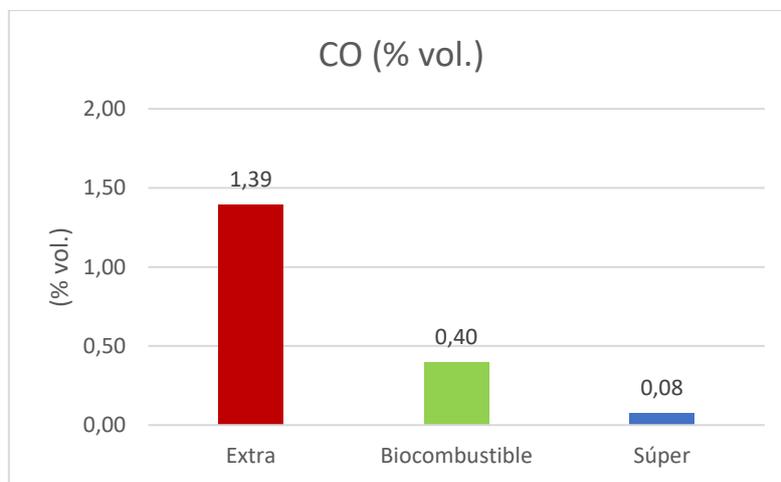
Combustibles	CO (% vol.)	CO <sub>2</sub> (% vol.)	HC (ppm vol.)	$\lambda$	O <sub>2</sub> (% vol.)
Extra	1,39	13,94	120,49	1,017	0,70
Biocombustible	0,40	14,26	21,27	1,037	0,71
Súper	0,08	11,52	26,645	1,308	5,03

**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.2. Promedio de emisiones de CO a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

El promedio de emisiones de CO para el Extra supera el 1% que dicta la normativa INEN 2204, en cambio, el Biocombustible y Super se encuentran dentro de los rangos establecidos, siendo este último mejor en relación con los otros combustibles, ya que posee un valor de emisión de 0,08%.

**Ilustración 59.** Promedio General de emisiones de CO a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

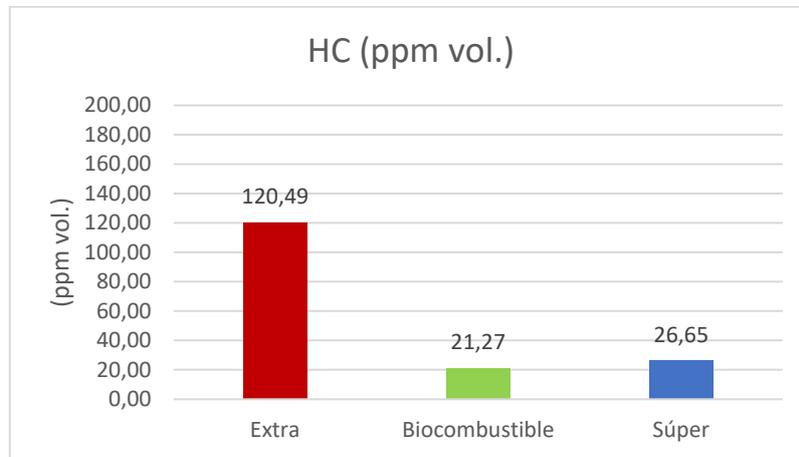


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.3. Promedio de emisiones de HC a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

El promedio de emisiones de HC para los tres combustibles están dentro de los rangos permitidos por la norma INEN 2204, aunque el Extra demuestra un valor muy alto en comparación con el Biocombustible y Super, siendo el Biocombustible mejor en comparación con los dos restantes.

**Ilustración 60.** Promedio General de emisiones de HC a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

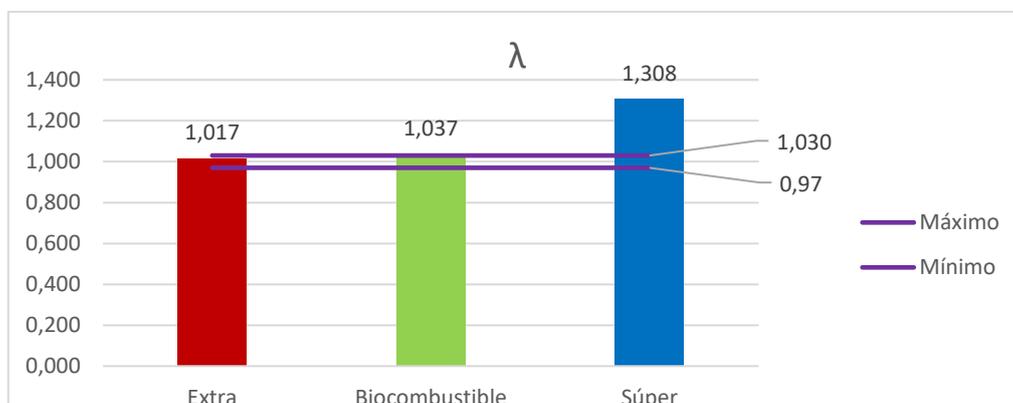


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.4. Promedio de emisiones de relación Lambda a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

En el promedio de emisiones de relación Lambda existe un rango para demostrar que el vehículo funcione de manera adecuada y va desde 0,970 hasta 1,030, el combustible Super se encuentra por mucho fuera de los rangos con un valor de 1,308, le sigue el Biocombustible con un valor de 1,037 y por último el Extra encontrándose dentro del rango con un valor de 1,017.

**Ilustración 61.** Promedio General de emisiones de relación Lambda a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

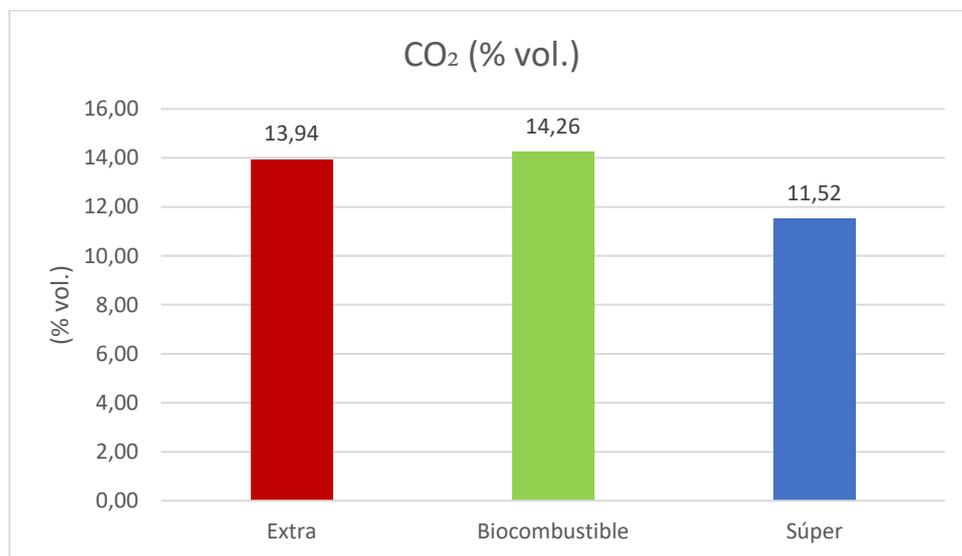


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.5. Promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

El promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> indica que mientras más alto sea el valor, mejor es la eficiencia del motor, siendo 12% regular y 16% óptimo, en este caso el combustible Super se encuentra en un nivel regular con un valor de 11,52%, le sigue el Extra con un valor de 13,92% y finalmente el Biocombustible con un valor de 14,26% considerándose muy bueno.

**Ilustración 62.** Promedio General de emisiones de CO<sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

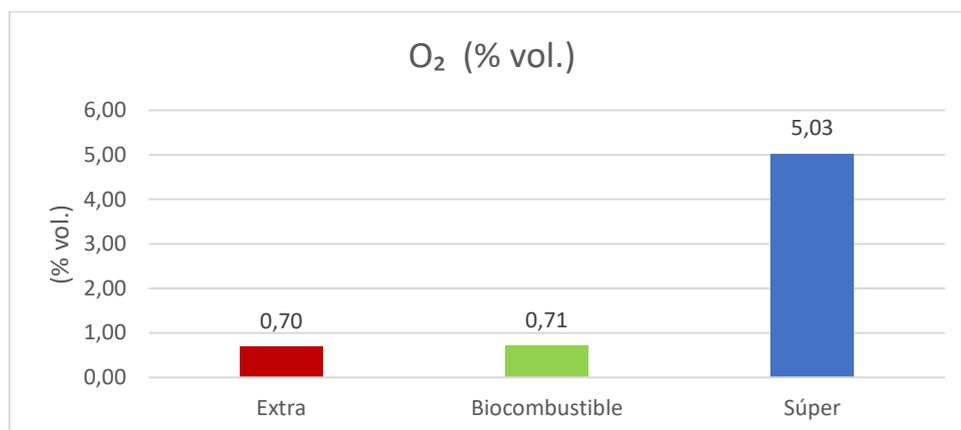


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.6. Promedio de emisiones de O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

Para el promedio de emisiones de O<sub>2</sub> se recomienda que esté por debajo del 2%, El Extra y el Biocombustible se encuentran con valores casi similares encontrándose con 0,70% y 0,71% respectivamente, en cambio, el Super está muy elevado con 5,03%, estos valores van de la mano con las emisiones de relación Lambda que demuestran igualmente datos excesivos.

**Ilustración 63.** Promedio General de emisiones de O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

Al realizar una comparación entre las emisiones de combustibles, se observa lo siguiente:

En la comparación del biocombustible con el Extra, en cuanto a las emisiones de CO a 2500 rpm se aprecia que existe una reducción del 71%, para las emisiones de CO<sub>2</sub> hay un aumento del 2%, para las emisiones de HC existe una reducción del 82%, en lambda existe un aumento del 2% y en las emisiones de O<sub>2</sub> hay un aumento del 2%.

Comparando el biocombustible con el Super, se aprecia en las emisiones de CO que el Super tiene una reducción del 80%, así mismo en emisiones de CO<sub>2</sub> se reduce en 19%, y en emisiones de HC tiene un aumento del 25% junto a lambda que aumenta en un 26% y finalmente en emisiones de O<sub>2</sub> aumenta en un 607% respecto al biocombustible.

**Tabla 15.** Diferencia en porcentajes entre combustibles a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

Combustibles	CO (% vol.)	CO <sub>2</sub> (% vol.)	HC (ppm vol.)	λ	O <sub>2</sub> (% vol.)
Biocombustible y Extra	-72%	2%	-82%	2%	2%
Biocombustible y Super	-80%	-19%	25%	26%	607%

**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.7. Promedio General de emisiones a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

**Tabla 16.** Promedio General de emisiones a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

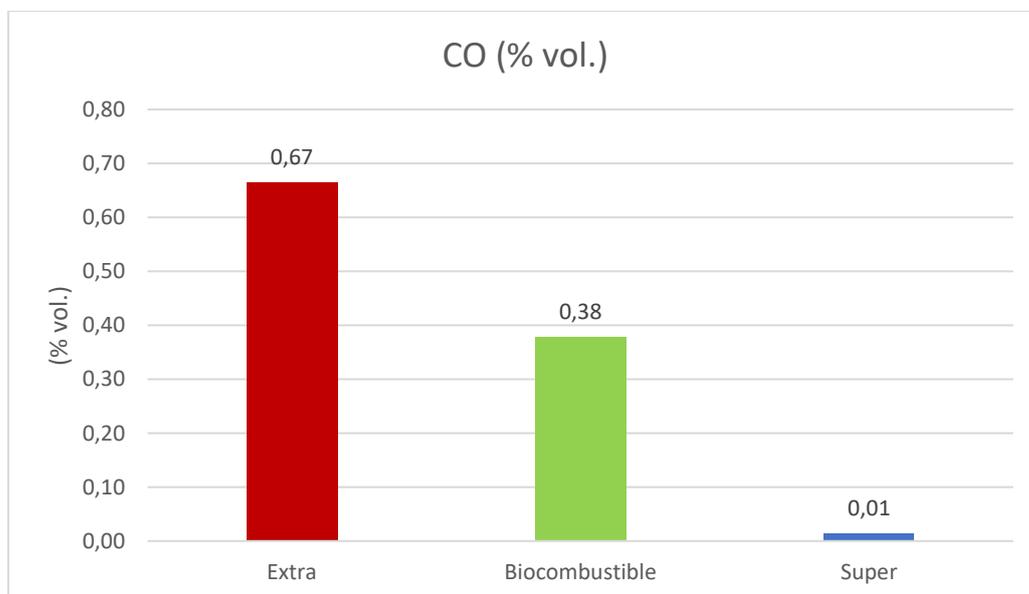
Combustibles	CO (% vol.)	CO <sub>2</sub> (% vol.)	HC (ppm vol.)	$\lambda$	O <sub>2</sub> (% vol.)
Extra	0,67	14,25	81,61	1,008	0,38
Biocombustible	0,38	14,27	21,23	1,006	0,20
Super	0,04	11,35	19,77	1,331	5,38

**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.8. Promedio de emisiones de CO a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

A diferencia de tener el vehículo a 2500 rpm, el promedio de emisiones de CO a 700 rpm demuestra que todos los combustibles se encuentran dentro del rango permitido por la Norma INEN 2204. El Extra con un valor de 0,67%, el Biocombustible con 0,38% y finalmente al Super con 0,01%.

**Ilustración 64.** Promedio general de emisiones de CO a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

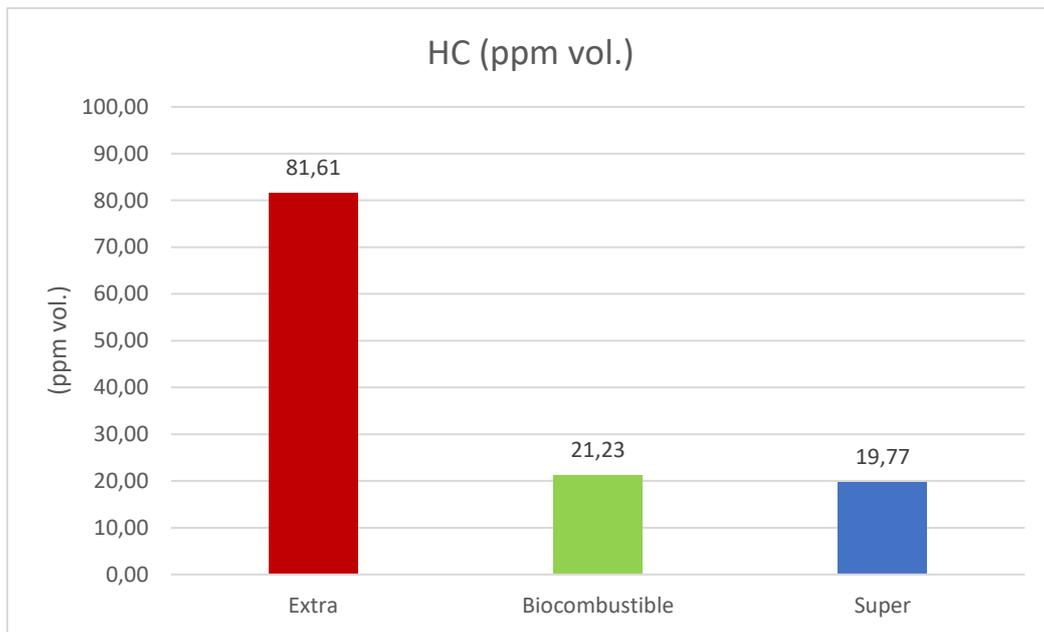


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.9. Promedio de emisiones de HC a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

El valor promedio de emisiones de HC demuestra que todos los combustibles están dentro de los rangos permitidos por la Norma INEN 2204. El Extra tiene un valor alto de 81,61 ppm, le sigue el Biocombustible con 21,23 ppm y finalmente el Super con 19,77 ppm.

**Ilustración 65.** Promedio general de emisiones de HC a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

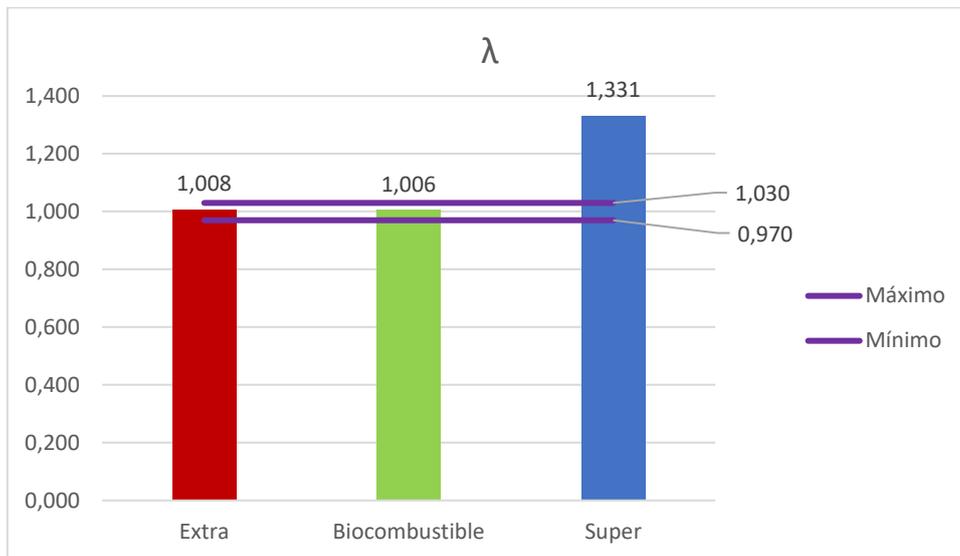


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.10. Promedio de emisiones de relación Lambda a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

El promedio de relación Lambda demuestra un valor similar a 2500 rpm para el combustible Super, siendo un valor alto de 1,331, en cambio, para el Biocombustible se redujo con un valor de 1,006, y el Extra de igual manera con un valor de 1,008.

**Ilustración 66.** Promedio general de emisiones de relación Lambda a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

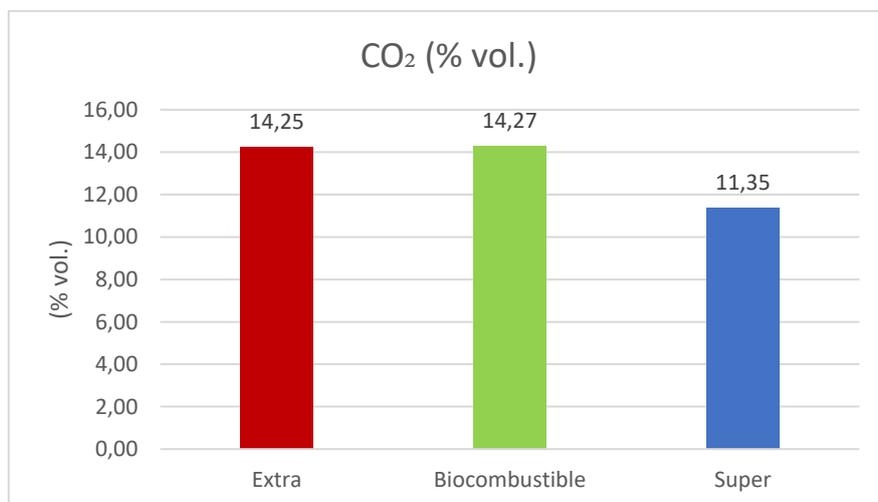


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.11. Promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

El promedio de CO<sub>2</sub> se mantiene casi igual que a 2500 rpm, la única diferencia es que el Extra subió un poco y de igual forma lo hace el Biocombustible, liderando el puesto entre los 3 combustibles.

**Ilustración 67.** Promedio general de emisiones de CO<sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

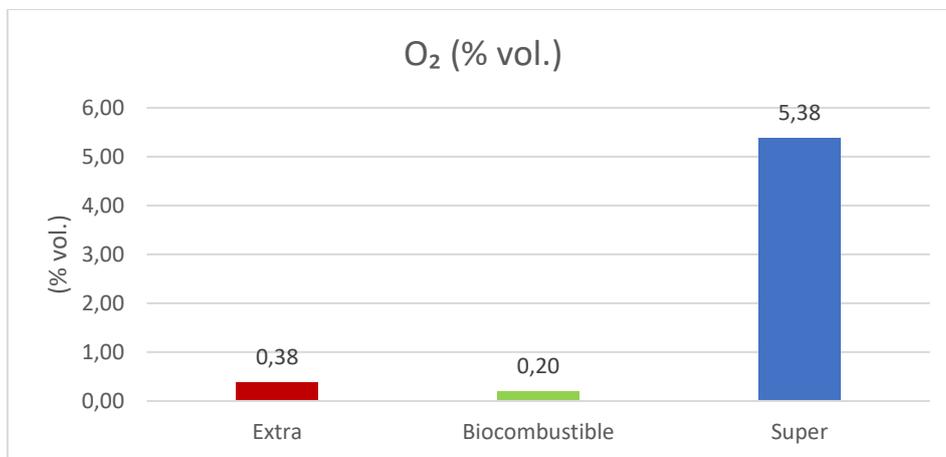


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.7.12. Promedio de emisiones de O<sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

El promedio de emisiones de O<sub>2</sub> demuestran valores reducidos para el Extra y el Biocombustible, teniendo 0,38% y 0,20% respectivamente, en este apartado el Super aumento un poco en las emisiones manteniendo un porcentaje alto.

**Ilustración 68.** Promedio general de emisiones de O<sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

El biocombustible tiene una reducción del 43% en emisiones de CO, un aumento del 16% en emisiones de CO<sub>2</sub>, una reducción del 74% en emisiones de HC, una reducción en lambda del 0,19% y también una reducción del 47% en emisiones de O<sub>2</sub>, respecto al Extra.

El combustible Super tiene una reducción del 89% en emisiones de CO, una reducción del 20% en emisiones de CO<sub>2</sub>, una reducción del 6,8% en emisiones de HC, un aumento de lambda del 32,3% y finalmente un aumento del 2578% de emisiones de O<sub>2</sub>, respecto al Biocombustible. El aumento de emisiones de O<sub>2</sub> se debe a la gasolina Super g-Prix con aditivos alemanes, ya que, contiene un octanaje de 92, y el manual de usuario del vehículo recomienda usar combustible del 87 a 91 octanos,

**Tabla 17.** Diferencia en porcentajes entre combustibles a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

<b>Combustibles</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
Biocombustible y Extra	-43%	0,16%	-74,0%	-0,19%	-47%
Biocombustible y Super	-89%	-20%	-6,8%	32,3%	2578%

**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.8. Resultados de emisiones de gases en vehículo Chevrolet Optra LT 2006.**

Para analizar los resultados, se realizaron 3 pruebas con cada combustible en ralentí acelerado a 2500 RPM y a su vez en un rango de 700 RPM. Dicho automóvil tenía daños en su catalizador, lo que resulta en un excedente de emisiones al ambiente, lo cual se verá reflejado en las gráficas a continuación.

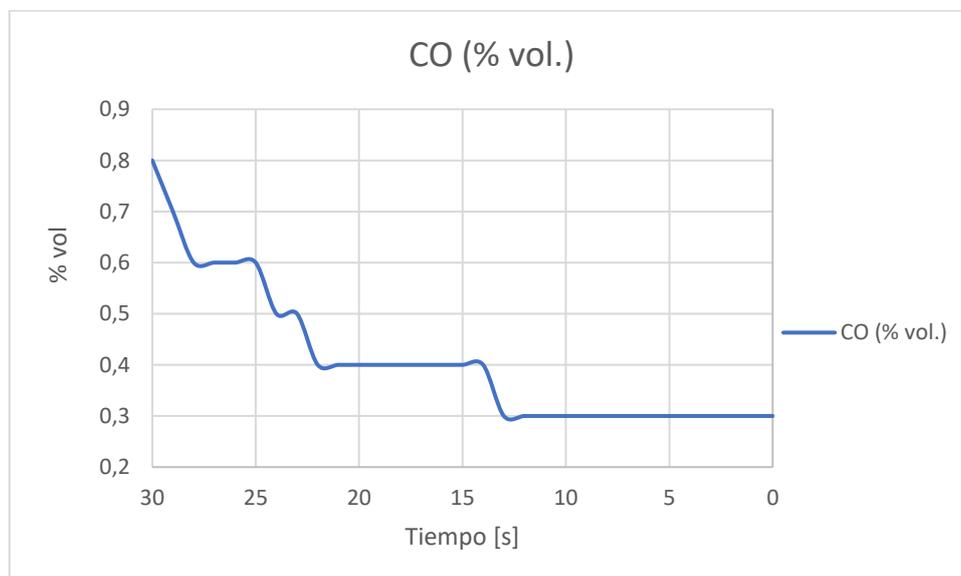
##### **4.1.8.1. Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.**

El valor de CO correcto para el funcionamiento normal del vehículo está entre 0,5 y 2%, este porcentaje es en volumen, si el CO está por debajo de 0,5% indica aire insuficiente o exceso de combustible que se supone que tiene una mezcla rica.

Antes de colocar el equipo en el escape del automóvil, este último debe acelerarse a fondo 3 veces, para soltar posibles partículas que se encuentren en el escape, una vez realizado esto, se coloca el sensor y se mantiene el vehículo en 2500 rpm durante 30 segundos, en la primera prueba los resultados son estables, encontrándose debajo del 1%.

La norma INEN 2204, menciona que los vehículos del 2001 en adelante deben hallarse en un rango de emisiones de CO de hasta 1%, lo cual es superado en un 0,20% del límite durante el segundo 25 al 20 del inicio de la segunda prueba, siendo en cambio, en la tercera prueba valores aceptables, con un máximo de 0,3 %.

**Ilustración 69.** Emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

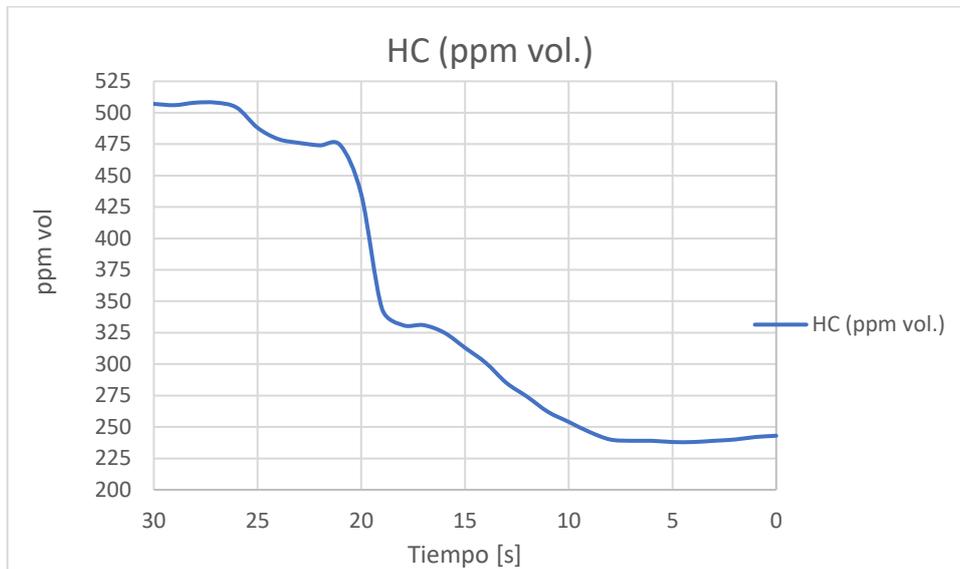
#### **4.1.8.2. Análisis de emisiones de HC ppm a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.**

Los HC (hidrocarburos no quemados) emitidos en las pruebas estáticas al someter el vehículo a 2500 rpm supera con creces el rango permitido por la norma INEN 2204, la cual denota que los vehículos del 2001 en adelante deben hallarse en un rango de 100 ppm hasta 200 ppm.

El automóvil cuenta con daños en el catalizador, por lo que las emisiones son relativamente altas, superando del segundo 30 al 25 las 500 ppm de HC, durante la primera prueba, disminuyendo a partir del segundo 20 hasta el final del conteo, más sin embargo con valores mayores a 200 ppm de HC.

La segunda prueba inicia con valores mayores a 200, teniendo un pico alrededor del segundo 20 aproximándose a 350 ppm de HC, y disminuyendo, pasando este mismo hasta las 100 ppm de HC, la tercera prueba contiene emisiones que superan las 200 ppm a lo largo del conteo, regulándose en los segundos finales de la misma.

**Ilustración 70.** Emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

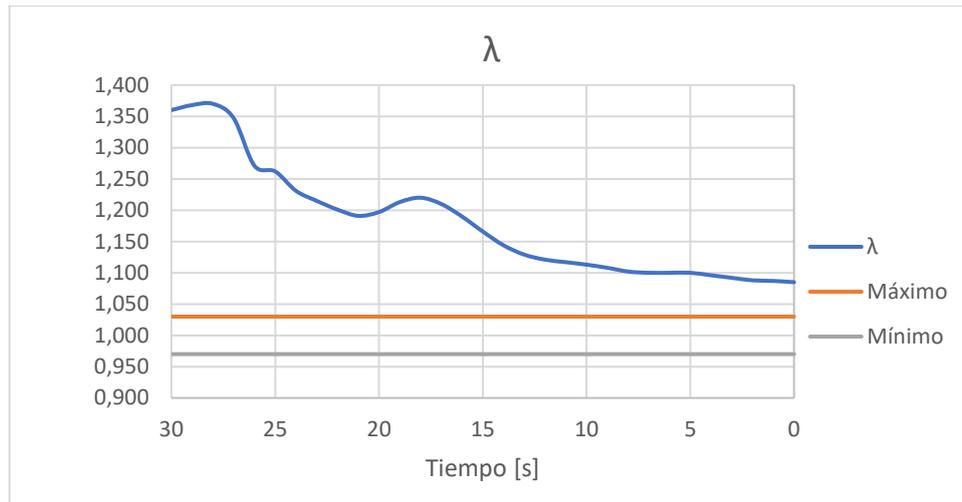
#### **4.1.8.3. Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.**

La relación lambda es la relación de aire a combustible que ingresa a la cámara de combustión, 14,7 gramos de aire por 1 gramo de gasolina. Los rangos que te permiten saber si el valor lambda es suficiente son 0,970 y 1,030, y si está en ese rango la escala es perfecta. El valor lambda muestra si alguno de los sensores del vehículo está defectuoso o si hay un problema con el convertidor catalítico.

La gráfica de la primera prueba denota valores mayores al adecuado, con valores máximos cercanos a 1,4, y normalizando con valores alrededor de 1,2, la segunda prueba inicia con valores dentro del rango adecuado de funcionamiento, pero se eleva pasados 5 segundos a 1,120, y disminuye luego de otros 5 segundos al rango de trabajo, la tercera prueba sobrepasa con creces el rango de funcionamiento, superando en la mayor parte del conteo el valor de 1,20.

Los valores anormales del sensor Lambda, se deben a las fallas del catalizador del vehículo, ya que un vehículo con un catalizador en condiciones, cuando supera valores de 1,05 tiene una mezcla pobre, con pérdidas considerables de potencia, y si los valores superan 1,30 el motor no logra propagar la llama para el funcionamiento.

**Ilustración 71.** Emisiones de relación Lambda la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.8.4. Análisis de emisiones CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.**

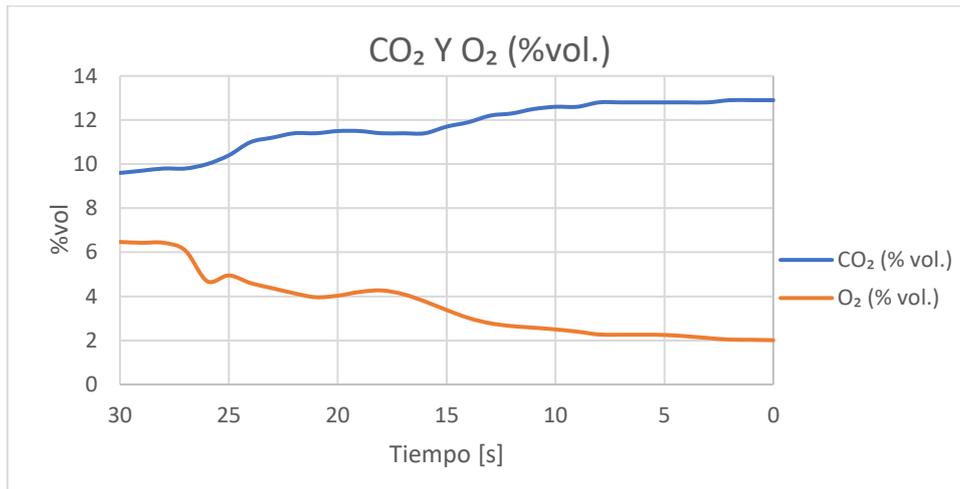
Las emisiones de CO<sub>2</sub> deben estar entre el 12% y el 15% para saber que el motor está en buen estado, el 12% es normal, el 13% es bueno, el 14% es muy bueno, el 15% es excelente y el 16% es óptimo. Para un vehículo con inyección electrónica, debería ser del 14%.

Los resultados de la primera prueba inician con un valor cercano al 10%, aumentando progresivamente durante el transcurso de la prueba hasta lograr un aproximado del 13% al final de esta, la segunda prueba inicia desde el 14% con una caída repentina a 11%, pero recuperándose y manteniéndose estable en la mayor parte de la prueba a 14%.

Durante la tercera prueba el % de CO<sub>2</sub> se mantiene alrededor del 12%, teniendo así un comportamiento normal en el transcurso de las 3 pruebas realizadas, indicando que el combustible extra mantiene un funcionamiento regular sin grandes cambios.

Las emisiones de O<sub>2</sub> es el oxígeno que sobra en el proceso de combustión, normalmente debe ser menos del 2%. Sin embargo, las pruebas realizadas denotan valores mayores a este porcentaje, un elevado valor de O<sub>2</sub> denota a una mezcla pobre, combustiones incompletas o en este caso un escape roto o con catalizador dañado.

**Ilustración 72.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



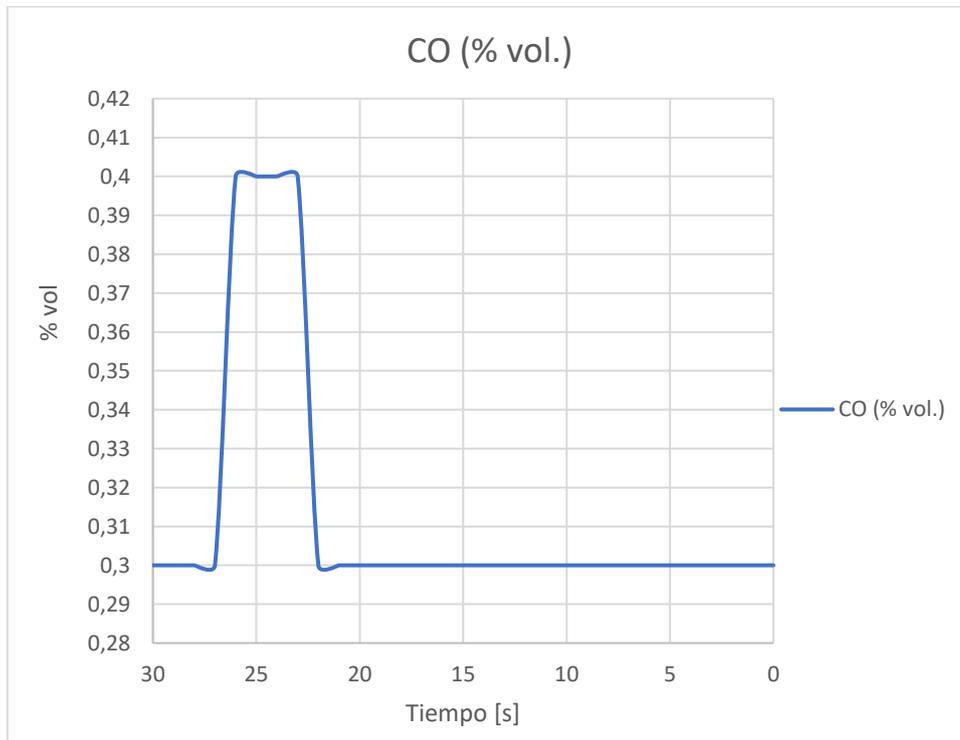
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.8.5. Análisis de emisión de CO a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.**

La variación entre las pruebas es mínima, encontrando además dentro del rango permitido por la norma INEN 2204, ya que no sobrepasa el 0,4% de emisiones de CO, teniendo las dos primeras pruebas picos al inicio del conteo, normalizando la recta a partir del segundo 20 de la prueba.

El vehículo al dejarlo en un rango de rpm relativamente bajo (700), emite menos cantidad de CO al medio ambiente, al no someter el motor a cambios bruscos de aceleración y movimientos internos.

**Ilustración 73.** Emisiones de CO de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



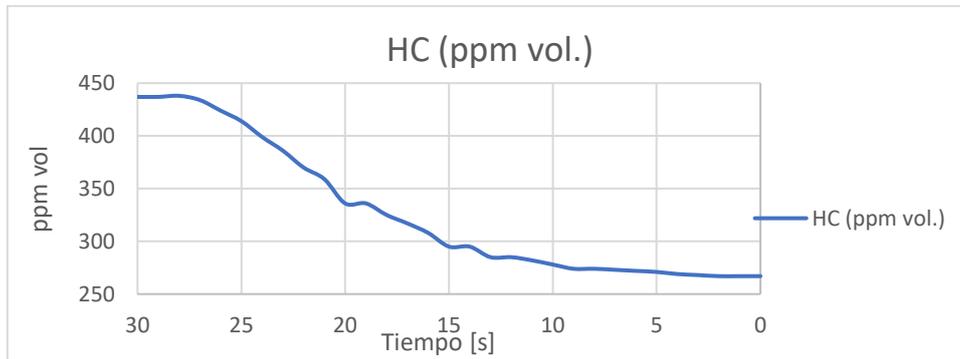
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.8.6. Análisis de emisión de HC a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.**

La primera prueba se observan valores que superan con creces el rango permitido por la norma INEN 2204, puesto que la curva empieza por encima de las 400 ppm, disminuyendo sin mayores picos, hasta llegar al final de la prueba con un valor mínimo que supera las 250 ppm de HC.

El comportamiento del vehículo respecto a las emisiones analizadas durante el transcurso de la segunda prueba, es similar a la primera, iniciando con valores parecidos entre sí y finalizando de la misma manera, sin embargo, el comportamiento del automóvil en el transcurso de la tercera prueba difiere de las anteriores, puesto que la gráfica inicia con valores menores a 200 ppm, con un pico máximo de 300 ppm durante los primeros segundos, disminuyendo brevemente durante 10 segundos y aumentando nuevamente.

**Ilustración 74.** Emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



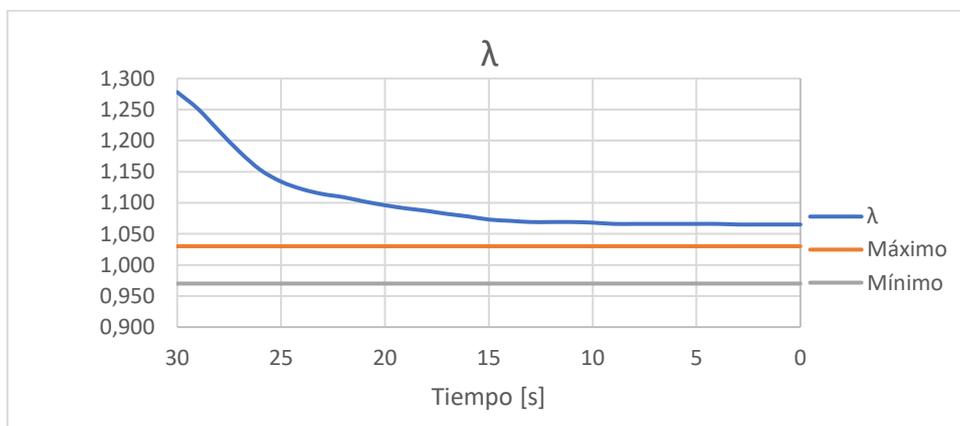
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.8.7. Análisis de relación lambda a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.**

Durante la primera y segunda prueba el vehículo tuvo un comportamiento similar, lo que se ve reflejado en las gráficas, pues las dos empiezan por encima de 1,2, y van disminuyendo hasta el final de la prueba, tomando valores muy cercanos al rango de funcionamiento adecuado.

La tercera prueba inicia con valores cercanos a 1,4, teniendo su pico máximo instantes después, momento en el cual el automóvil tenía dificultades para mantenerse encendido, pues las revoluciones del motor en un segundo disminuyeron y se estabilizaron.

**Ilustración 75.** Valores de relación Lambda de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



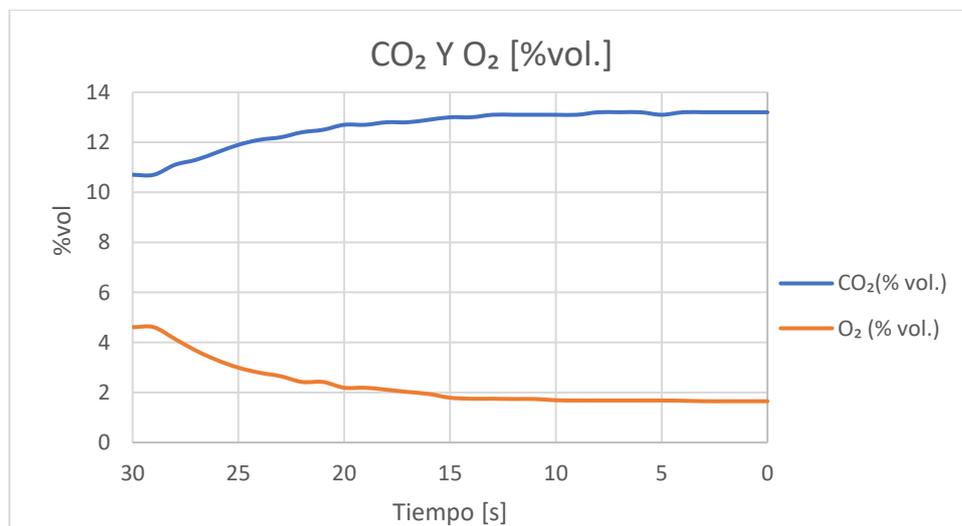
**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.8.8. Análisis de emisiones CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.

La primera prueba y la segunda tienen comportamientos parecidos, con valores siendo 10% y 13% en un inicio y fin respectivamente, durante la tercera prueba el comportamiento del vehículo cambia un poco, pues su inicio está en 12% con caídas hasta el 10% a los 27 segundos aproximadamente, lográndose nivelar a 13 % 2 segundos después, manteniéndose de manera cuasi uniforme hasta el final de la prueba.

Los valores de O<sub>2</sub> para la primera prueba inician con más del 4% disminuyendo hasta ajustarse al 2%, valores parecidos para la segunda prueba que tiene una curva de emisiones semejante a la primera prueba, sin embargo, la tercera prueba se vuelve más inestable, con valores iniciales que supera el 6% que disminuye hasta el 3% para mantenerse en un rango del 2% al 4% hasta el final de la prueba. Los valores superan el 2% debido a la falla del catalizador, por lo que se puede tomar dicho análisis como inestable, en las condiciones del automóvil en particular, mas no del combustible utilizado.

**Ilustración 76.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



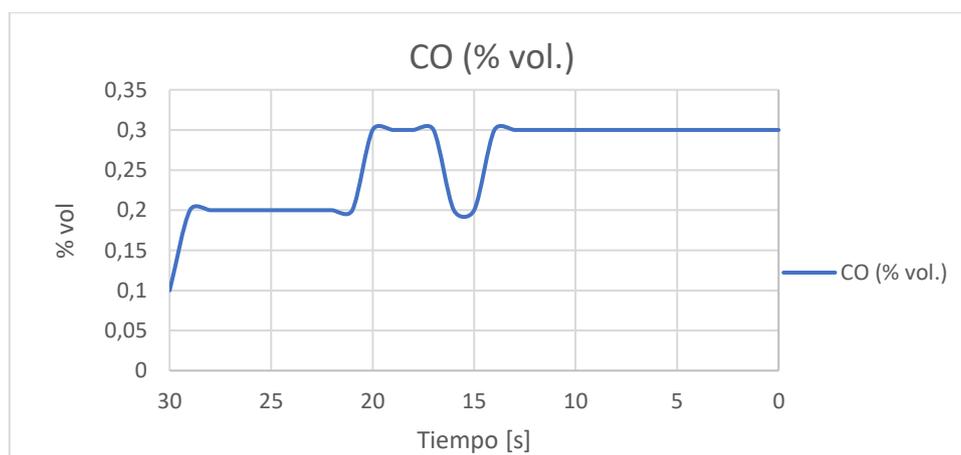
**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.8.9. Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.

En la primera prueba se inicia con valores por debajo de 0,1%, y se eleva a 0,2% hasta el segundo 20 a 0,3% manteniéndose este valor durante 3 segundos, donde baja nuevamente a 0,2% durante 2 segundos, estabilizándose finalmente en 0,3 luego de este lapso hasta el final de la prueba. La segunda prueba se mantiene en 0,2% hasta el segundo 9 donde sube a 0,3%, la tercera prueba se regula en 0,2% de manera constante.

Todos estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma INEN 2204, los cuales no exceden el 1% de emisiones de CO, teniendo una reducción considerable en comparación con el combustible Extra cuyos valores llegaban a superar el 1%.

**Ilustración 77.** Emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

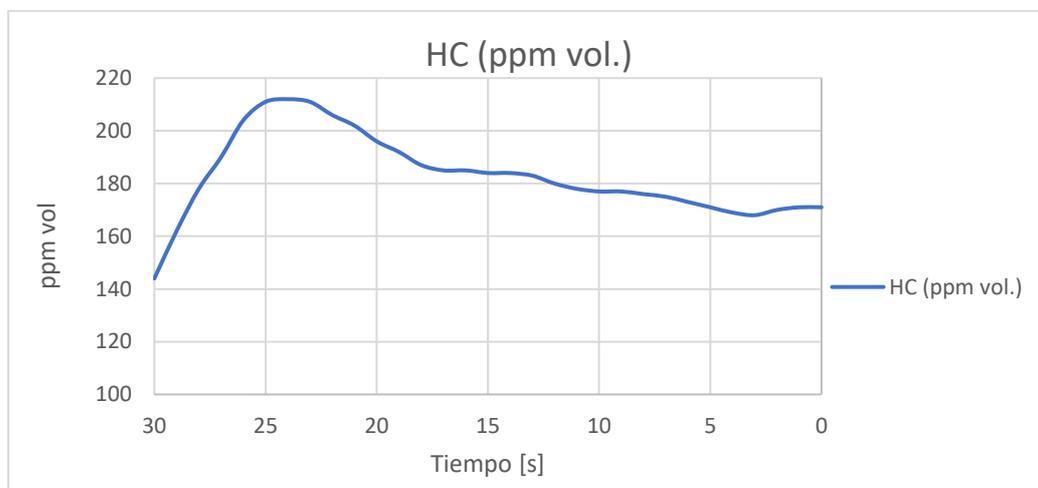
#### 4.1.8.10. Análisis de emisión de HC ppm a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.

La primera prueba inicia en 150 ppm, aumenta hasta un máximo de 212 ppm, y se mantiene por debajo de 200 ppm hasta el final de la prueba, la segunda prueba inicia en 168 ppm, elevándose a su pico máximo en el segundo 25 cayendo hasta 168 nuevamente en el segundo 23, manteniendo un rango entre 168 y 166 ppm hasta el segundo 10, donde tiene un pico de 171 ppm, para disminuir al final de la prueba con 164 ppm.

Los valores de la tercera prueba inician con 283 ppm, con un pico máximo de 332 ppm, disminuyendo hasta el final del conteo de manera progresiva hasta lograr el mínimo valor de 233 ppm de HC.

De las 3 pruebas, 2 sobrepasan el límite permitido por la norma INEN 2204, y así mismo como las emisiones de CO, aun con esto se nota la reducción de emisiones en comparación con el combustible Extra.

**Ilustración 78.** Emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.



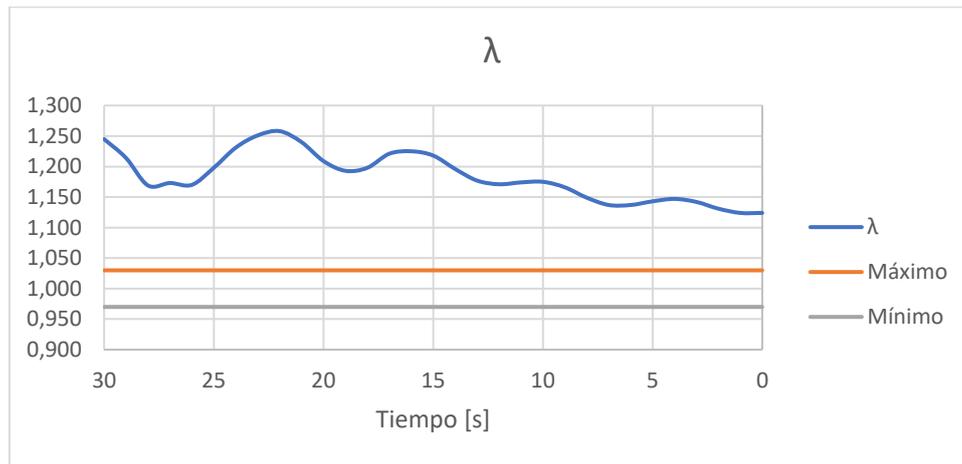
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.8.11. Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.**

Al acelerar el vehículo a 2500 rpm en la primera prueba se inicia con 1,250 y aunque los valores disminuyen a los pocos segundos hasta 1,258, disminuyendo y aumentando de manera casi sinusoidal hasta llegar al final de la prueba con un valor de 1,124. En la segunda prueba inicia con 1,121 y se mantiene en un rango de 1,100 y 1,15. La tercera prueba inicia con 1,532 y disminuye rápidamente hasta 1,249, denotando un rango entre 1,2 y 1,3 hasta finalizar la prueba con 1,223.

Los valores de lambda que deben estar en un rango de 0,970 a 1,030, se encuentran todos por encima del máximo permitido, Esto sucede porque hay una mezcla pobre, es decir hay un inconveniente con el periodo de inyección o de toma de aire, también por el fallo del catalizador en el vehículo usado.

**Ilustración 79.** Valores de relación Lambda de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

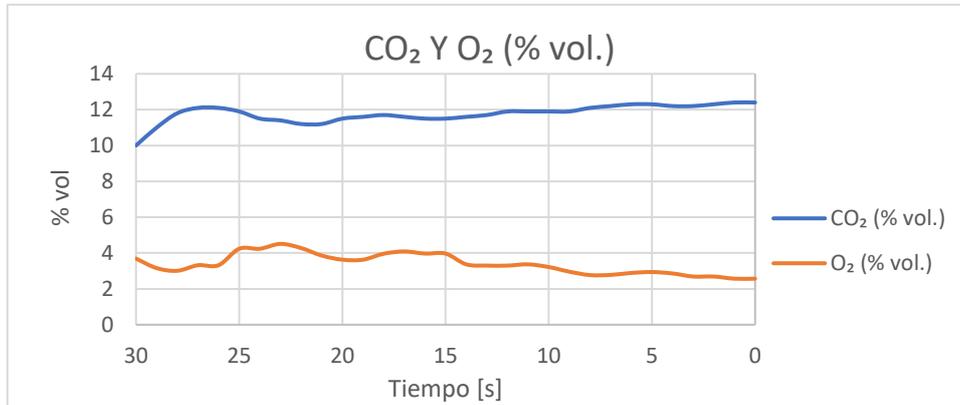
#### **4.1.8.12. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.**

La primera prueba da un valor de emisión de CO<sub>2</sub> de 10 el cual va a ir aumentando y disminuyendo con el pasar de los segundos, alcanzando su valor máximo al final de la prueba con 12,6%. En la segunda prueba los valores se mantienen entre 12,6 y 12,7 constantemente una recta sin pendiente. La tercera prueba inicia con 8,9% y sus emisiones aumentan hasta llegar a 11,4% a los 0 segundos. El porcentaje de emisión de CO<sub>2</sub> está ubicado en el rango de trabajo regular de un automóvil.

Para el análisis de O<sub>2</sub> en la primera prueba se inicia con 5,58%, los valores se disminuyen, pero al llegar al segundo 20 la emisión sube hasta 5,97% y se mantiene variando entre 4% y 3% hasta finalizar en 4,19%. En la segunda prueba se inicia con un valor de 7% y aunque se va reduciendo llega al segundo 12 donde vuelve a subir hasta 7,05% y finalmente llega a 4,68%. En la tercera prueba se vuelve a reducir al inicio con 5,98%, a partir de este valor se va reduciendo conforme pasan los segundos hasta finalizar en 4,29% a los 0 segundos.

Aunque el porcentaje de emisión de O<sub>2</sub> supera el 2% en las 3 pruebas, debido a las fallas del automóvil en sí, específicamente el catalizador.

**Ilustración 80.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.



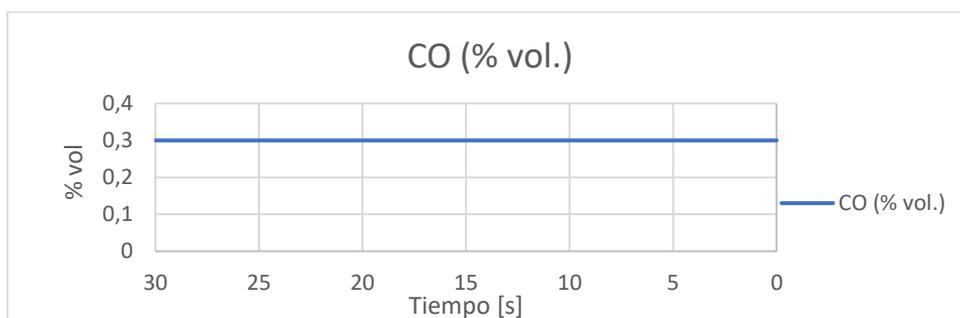
**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.8.13. Análisis de emisión de CO a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.

Los valores obtenidos en las pruebas no superan el 0,3%, manteniéndose un valor constante a lo largo de las pruebas, siendo 0,3 para la primera y segunda prueba, con la tercera prueba bajado hasta 0,2%.

En comparación con los resultados de emisión de CO a 2500 rpm. Estos valores son aún más bajos porque el automóvil no intenta mantener las revoluciones, sino que se mantiene estable al ralentí.

**Ilustración 81.** Emisiones de CO de la primera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

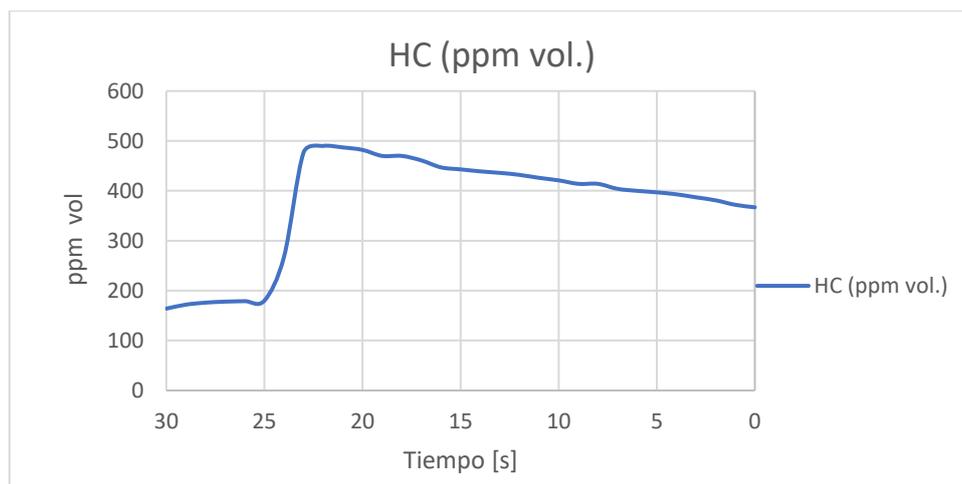
#### 4.1.8.14. Análisis de emisión de HC ppm a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.

Durante la primera prueba los valores de HC, inician con valor por debajo de las 200 ppm, pero pasados cinco segundos, este valor alcanza un pico máximo de 490 ppm, disminuyendo de forma cuasi lineal hasta el final de la prueba con 367 ppm de HC.

La segunda prueba al igual que la primera también denota altos valores de emisión, iniciando en 168, manteniendo este valor por breves segundos, pues su pico máximo se eleva al segundo 25 con 461 ppm, luego procede a disminuir de manera casi uniforme hasta su valor mínimo de 270 ppm de HC.

Los resultados en la tercera prueba se mantienen casi constantes durante la primera mitad de la prueba con valores cercanos a 210 ppm, para luego al segundo 17 elevarse hasta su pico máximo de 331 ppm, manteniendo un rango de emisiones de 300 a 350 ppm hasta el final de la prueba. Los valores de HC durante las pruebas a bajas revoluciones son mayores que las aceleradas, esto debido a que el vehículo empezó a presentar fallas notables con respecto al catalizador. Valores que están fuera de rango de la norma INEN.

**Ilustración 82.** Emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



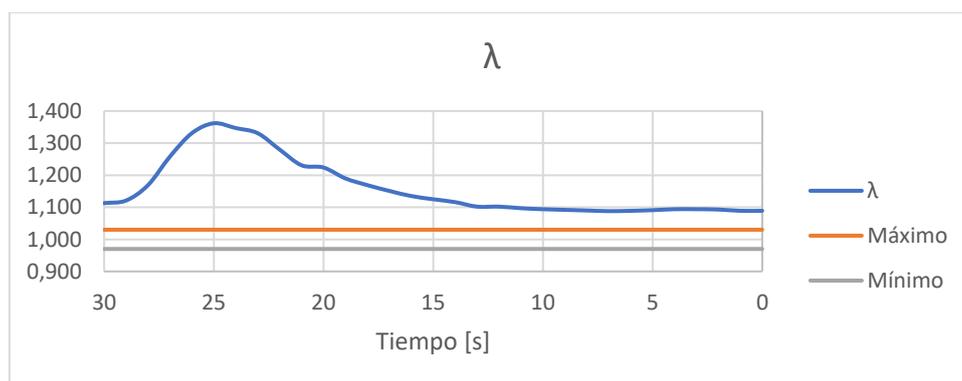
**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.8.15. Análisis de relación lambda a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.

La primera prueba inicia con 1,121, elevándose breves segundos después hasta 1,347, momento en el que desciende hasta el final de la prueba con 1,089, En la segunda prueba inicia con 1,20 y se eleva a su pico máximo de 1,386 para disminuir conforme pase el tiempo, hasta finalizar con 1,079. La tercera prueba inicia con 1,174 se eleva en el segundo 20 a 1,377 y se mantiene por 5 segundos, para disminuir hasta 1,135.

El comportamiento del vehículo tiende a ser más estable comparado con el automóvil acelerado a 2500 rpm, aun así, los valores de Lambda son ineficientes para un correcto funcionamiento del automóvil.

**Ilustración 83.** Valores de relación Lambda de la primera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

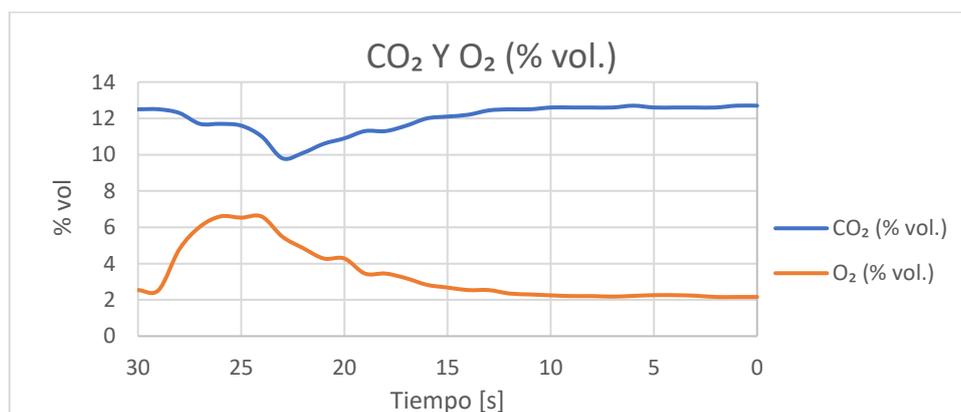
#### 4.1.8.16. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.

Al analizar las emisiones de CO<sub>2</sub> en la primera prueba se inicia con 12,5% de los que se disminuyen en el segundo 23 con un valor mínimo de 9,8%, hasta 10,8% pero finaliza en 11,3% nuevamente. En la segunda de manera similar a la primera inicia con 12% y al segundo 26 disminuye hasta 10,1% para luego finalizar en 12,9%. La tercera prueba inicia con 12% y al segundo 16 disminuye hasta 9,8% y su valor aumenta hasta 12,3% al final de la prueba. Los valores que se obtienen a ralentí son casi los mismos en comparación a 2500 rpm, superando en ciertos instantes el 12% que es la escala regular.

En el análisis de emisión de O<sub>2</sub> de la primera prueba se inicia con 2,54% y se va aumentando hasta el segundo 24 con 6,59% de valor máximo, conforme van pasando los segundos disminuye hasta el final de la prueba con 2,16%. En la segunda prueba inicia con 3,52% luego a los 27 segundos sube hasta 6,33% para finalizar en 1,88%. En la tercera prueba se inicia con 3,34%, pero a los 19 segundos se eleva hasta 6,64% para luego ir disminuyendo hasta terminar en 2,78%.

De igual manera junto a los 2500 rpm, las emisiones de O<sub>2</sub> sobrepasa el 2% por los inconvenientes que se mencionan con el catalizador del automóvil. Las emisiones de CO y HC disminuyen de manera significativa respecto al combustible extra.

**Ilustración 84.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



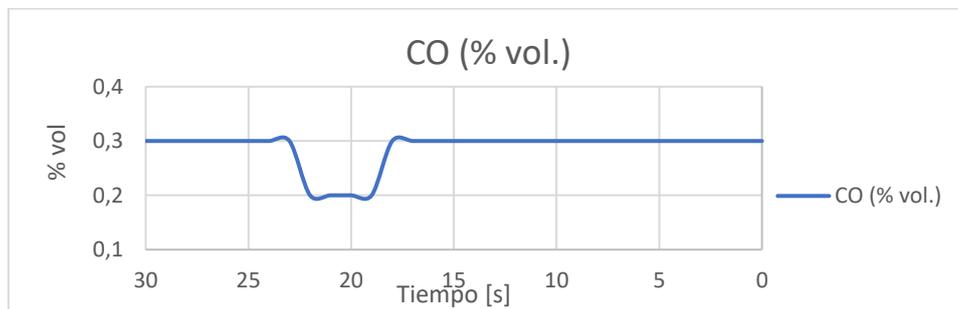
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.8.17. Análisis de emisión de CO a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.**

En la primera prueba se inicia las emisiones de CO con 0,3%, al llegar a los 23 segundos disminuye a 0,2 durante 3 segundos, donde vuelve a elevarse hasta 0,3%. En la segunda prueba se mantiene estable en 0,3% al igual que la tercera prueba.

Estos valores son parecidos al combustible Super, y son muy reducidos en comparación con el combustible Extra, dando como resultado que el biocombustible tiene menos emisiones de CO que el Extra y valores casi iguales al Super.

**Ilustración 85.** Emisiones de CO de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



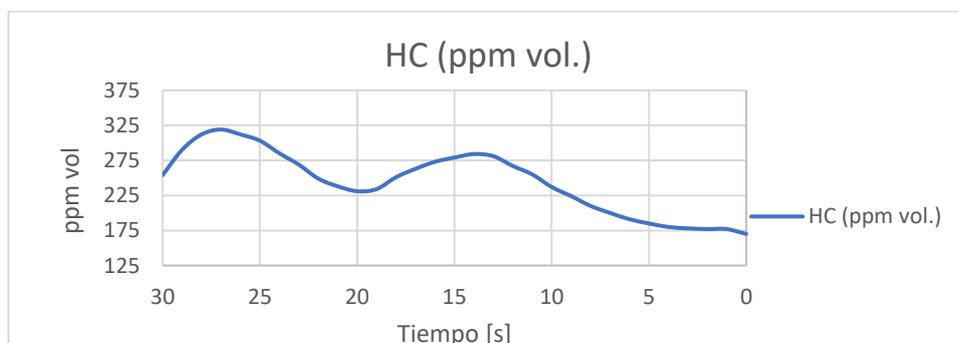
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.8.18. Análisis de emisión de HC ppm a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.**

En la primera prueba de emisión de HC se inicia con un valor de 254 ppm, este valor va aumentando hasta llegar al segundo 27 que da un valor de 312 ppm, para luego bajar hasta a 231 ppm, aumentando nuevamente a 281 ppm, disminuyendo hasta el final de la prueba con 170 ppm. En la segunda prueba inicia con 168 ppm y se mantiene con valores cercanos a 150 ppm por gran parte de la prueba, finalizando con 159.

La tercera prueba inicia con 250 ppm y va disminuyendo con el paso de los segundos hasta su valor final de 166 ppm de HC. Los valores de emisiones de HC a 2500 rpm demuestran una reducción significativa en comparación con el combustible Extra, superando incluso en algunos instantes al combustible super.

**Ilustración 86.** Emisiones de HC de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



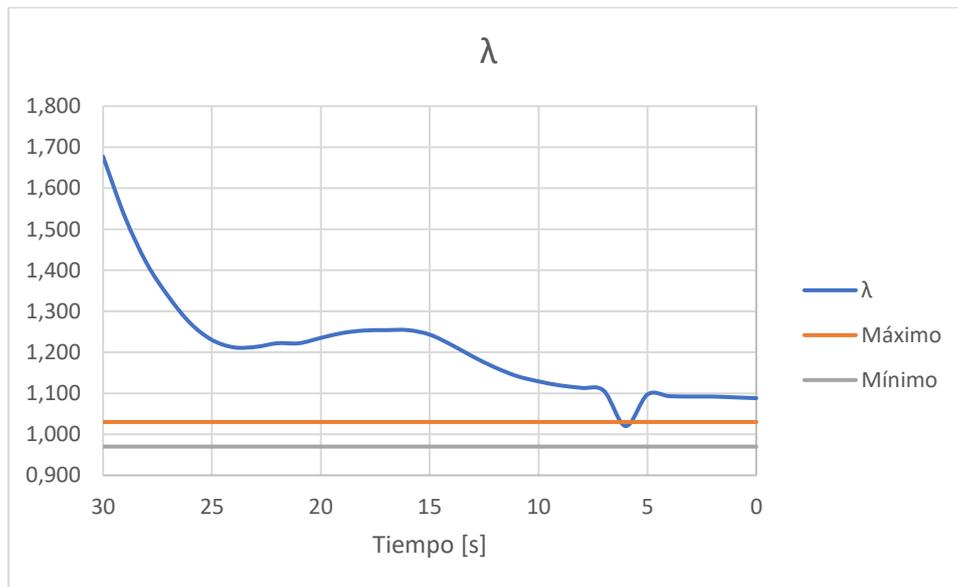
**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.8.19. Análisis de relación lambda a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.

Al acelerar el vehículo a 2500 rpm en la primera prueba se inicia con 1,67 y aunque los valores disminuyen a los pocos segundos hasta 1,213, con un valor por debajo del rango máximo 1,030, elevándose nuevamente a 1,088 hasta el final de la prueba. En la segunda prueba inicia con 1,111 y se mantiene en un rango de 1,050 y 1,100. La tercera prueba inicia con 1,224 y disminuye rápidamente hasta 1,105 hasta el final.

Los valores de lambda que deben estar en un rango de 0,970 a 1,030, se encuentran todos por encima del máximo permitido, Esto sucede porque hay una mezcla pobre, es decir hay un inconveniente con el periodo de inyección o de toma de aire, también por el fallo del catalizador en el vehículo usado.

**Ilustración 87.** Valores de relación Lambda de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



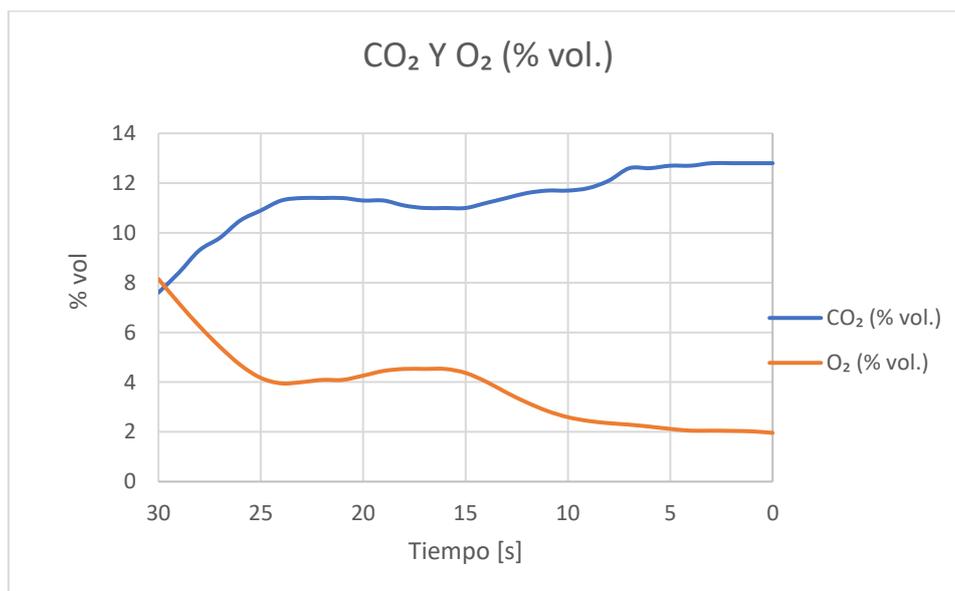
**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.8.20. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.

La primera prueba da un valor de emisión inicial de CO<sub>2</sub> de 7,17% el cual va a ir aumentando y disminuyendo con el pasar de los segundos, alcanzando su valor máximo al final de la prueba con 12,8%. En la segunda prueba los valores se mantienen entre 12,7 y 13,3 constantemente una recta con una pendiente mínima. La tercera prueba inicia con 11,8 % y sus emisiones aumentan hasta llegar a 13,5 % a los 0 segundos. El porcentaje de emisión de CO<sub>2</sub> está ubicado en el rango de trabajo regular y muy bueno de un automóvil.

Para el análisis de O<sub>2</sub> en la primera prueba se inicia con 3,16 %, los valores se disminuyen y aumentan de manera irregular durante el transcurso de la prueba, con un valor final de 2,57%. En la segunda prueba se inicia con un valor de 2,5% y se mantiene con valores estables hasta el final con 2,21% En la tercera se inicia con el valor máximo de 6,49%, el cual va reduciéndose hasta el final de la prueba con 4,03%. El porcentaje de emisión de O<sub>2</sub> supera el 2% en las 3 pruebas, debido a las fallas del automóvil en sí, específicamente el catalizador.

**Ilustración 88.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



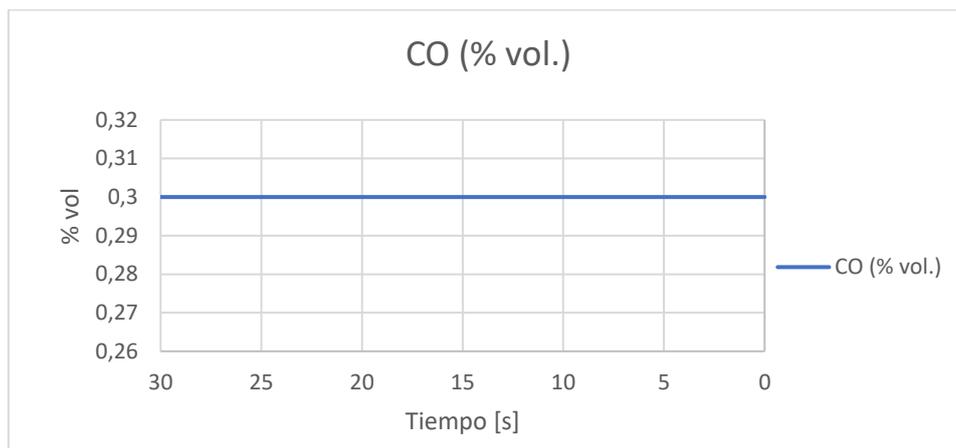
**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.8.21. Análisis de emisión de CO a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.

En la primera prueba los valores se mantienen estables en 0,3%, la segunda prueba difiere de la primera, pues inicia en 0,3, y luego se eleva a 0,4 en el segundo 22, disminuyendo de regreso a 0,3% a los 16 segundos para mantenerse en este valor hasta el final de la prueba.

La recta de la tercera prueba tiene valores semejantes a los de la segunda, iniciando con 0,3% aumentando a 0,4% en el segundo 23 hasta el 16, disminuyendo de regreso a 0,3% hasta el final de la prueba. Las emisiones de CO con el biocombustible denotan valores semejantes a la Super, siendo además que se encuentran dentro de la norma INEN 2204.

**Ilustración 89.** Emisiones de CO de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



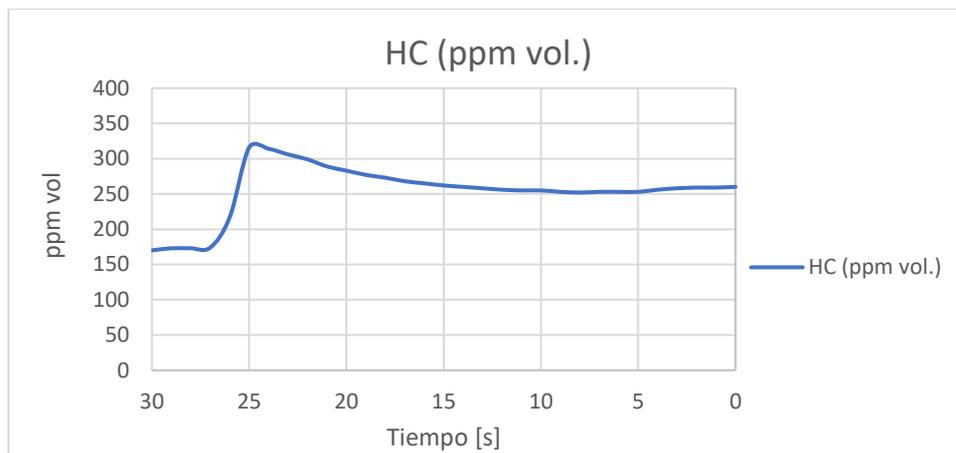
**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.8.22. Análisis de emisión de HC ppm a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.

La primera prueba inicia con 170 ppm y aunque a los 25 segundos aumente a 314 ppm luego se va disminuyendo hasta 260 ppm al segundo 0. La segunda prueba inicia con 168 ppm y al segundo 26 se eleva hasta 345 ppm y al pasar los segundos disminuye hasta terminar en 284 ppm. En la tercera prueba similar a la segunda, inicia en 175 ppm, elevándose hasta 350 en el segundo 25, para ir disminuyendo hasta el final de la prueba con 211 ppm de HC.

Se demuestra que los valores del ralentí a 700 rpm son mayores en comparación a 2500 rpm, debido a los fallos en el catalizador y problemas del vehículo para mantenerse en ralentí por el tipo de mezcla de aire- combustible.

**Ilustración 90.** Emisiones de HC de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



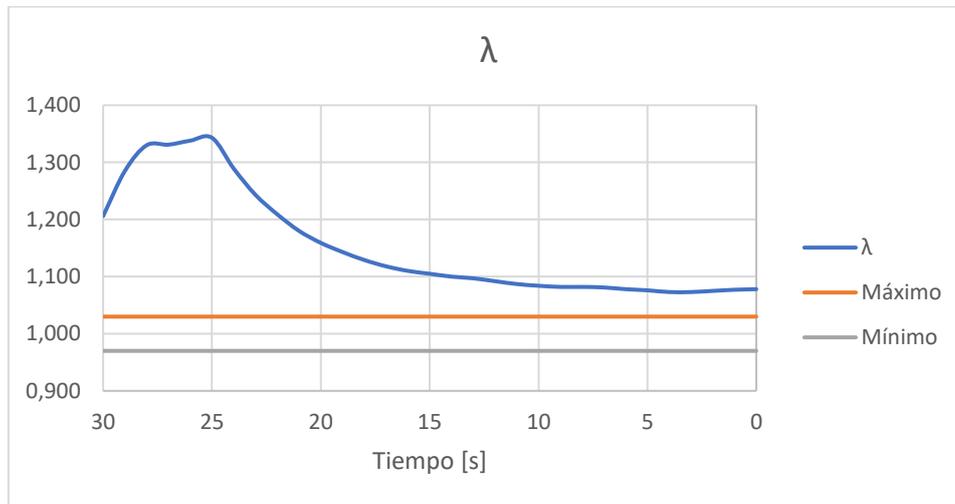
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.8.23. Análisis de relación lambda a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.**

La primera prueba inicia con 1,206, elevándose breves segundos después hasta 1,343, momento en el que desciende hasta el final de la prueba con 1,078. En la segunda prueba inicia con 1,256 y se eleva a su pico máximo de 1,351 para disminuir conforme pase el tiempo, hasta finalizar con 1,069. La tercera prueba inicia con 1,130 se eleva en el segundo 25 a 1,341, para disminuir hasta 1,060.

El comportamiento del vehículo tiende a ser más estable comparado con el automóvil acelerado a 2500 rpm, aun así, los valores de Lambda son inefficientes para un correcto funcionamiento del automóvil.

**Ilustración 91.** Valores de relación Lambda de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

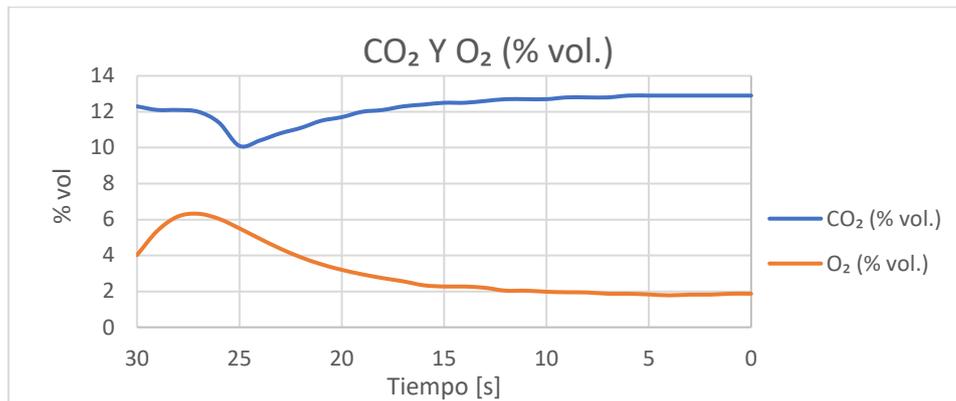
#### **4.1.8.24. Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.**

Al analizar las emisiones de CO<sub>2</sub> en la primera prueba se inicia con 12,1% de los que se disminuyen en el segundo 25 con un valor mínimo de 10,1 %, elevándose hasta 12,9%. En la segunda de manera similar a la primera inicia con 12,5 % y al segundo 26 disminuye hasta 10,3 % para luego finalizar en 13,3 %. La tercera prueba inicia con 11,8% y su valor aumenta hasta 13,5 % al final de la prueba. Los valores que se obtienen a ralentí son casi los mismos en comparación a 2500 rpm, superando en ciertos instantes el 12% que es la escala regular.

En el análisis de emisión de O<sub>2</sub> de la primera prueba se inicia con 4,04% y se va aumentando hasta el segundo 27 con 6,32% de valor máximo, conforme van pasando los segundos disminuye hasta el final de la prueba con 1,87%. En la segunda prueba inicia con 6,11% para finalizar en 1,68%. La tercera prueba se inicia con 4,09%, para luego ir disminuyendo hasta terminar en 1,92%.

De igual manera junto a los 2500 rpm, las emisiones de O<sub>2</sub> sobrepasa el 2% por los inconvenientes que se mencionan con el catalizador del automóvil. Las emisiones de CO y HC disminuyen de manera significativa respecto al combustible extra e incluso al combustible Super.

**Ilustración 92.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



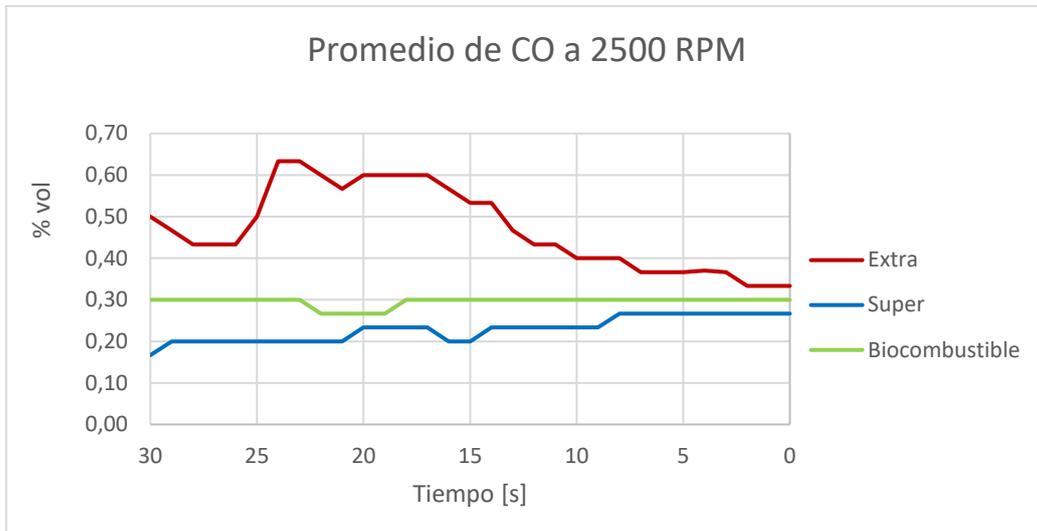
**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.9. Promedio General de emisiones respecto al tiempo de todos los combustibles con el Chevrolet Optra 2006.**

##### **4.1.9.1. Emisión de CO a 2500 RPM con Chevrolet Optra.**

En el gráfico del promedio de CO a 2500 rpm se visualiza la reducción de emisiones del biocombustible frente al combustible Extra, manteniéndose cerca del Super, y en pocos segundos igualar al Super. Los tres combustibles se encuentran dentro del rango permitido por la norma INEN 2204.

**Ilustración 93.** Promedio de emisiones de CO con los 3 combustibles a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

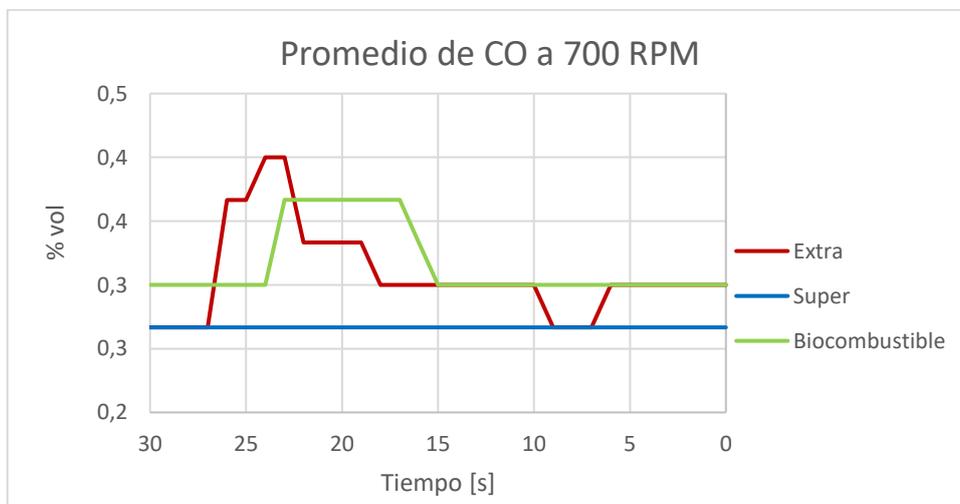


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.9.2. Emisión de CO a 700 RPM con Chevrolet Optra.

El biocombustible tiene un comportamiento similar al Extra, en donde hay breves instantes que supera la emisión de CO siendo el combustible Super, el que mejor comportamiento tiene respecto a la emisión de CO, pero encontrándose los 3 en el rango permitido por la norma INEN 2204.

**Ilustración 94.** Promedio de emisiones de CO con los 3 combustibles a 700 rpm con Chevrolet Optra.

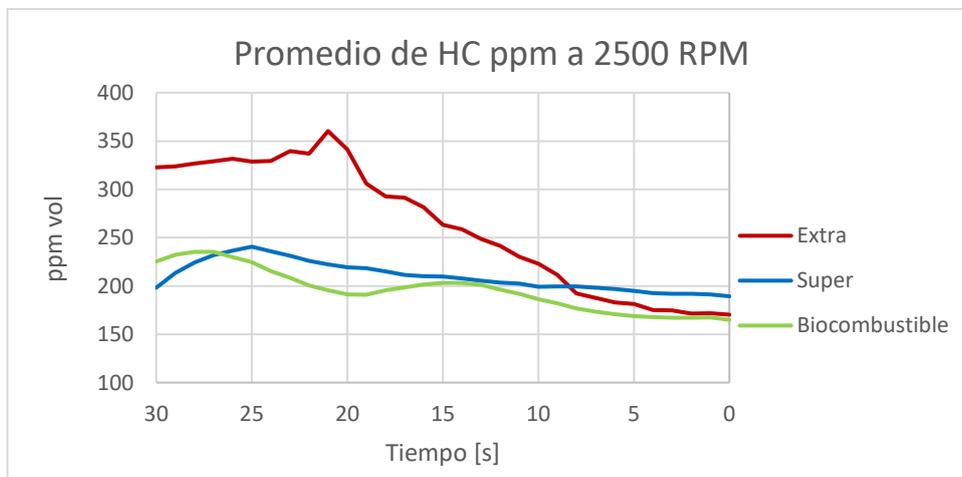


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.9.3. Emisión de HC a 2500 RPM con Chevrolet Optra.

El combustible con mayores emisiones es el Extra, seguido del Super, siendo el biocombustible el que menos emisiones de ppm de HC, emite al medio ambiente, las emisiones de HC ppm del Extra y Super superan los valores establecidos por la norma INEN 2204, mientras que el Biocombustible se mantiene por debajo de la Super, teniendo una mejora en la reducción de emisiones.

**Ilustración 95.** Promedio de emisiones de HC con los 3 combustibles a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

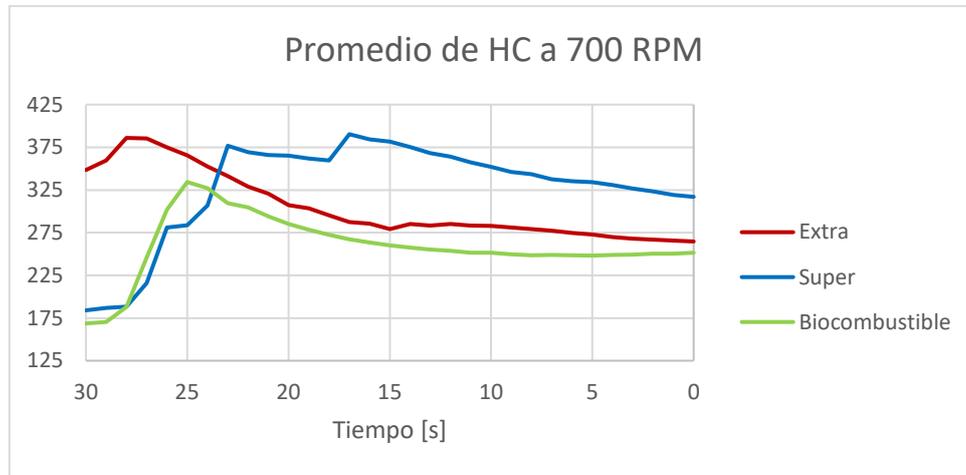


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.9.4. Emisión de HC a 700 RPM con Chevrolet Optra.

De manera similar a los resultados con el vehículo acelerado, las emisiones al tener el automóvil a 700, demuestra una gran diferencia de reducción de HC del biocombustible respecto a los combustibles Extra y Super, destacando que estos valores superan el rango permitido por la norma INEN 2204, debiéndose al fallo del catalizador del automóvil.

**Ilustración 96.** Promedio de emisiones de HC con los 3 combustibles a 700 rpm con Chevrolet Optra.

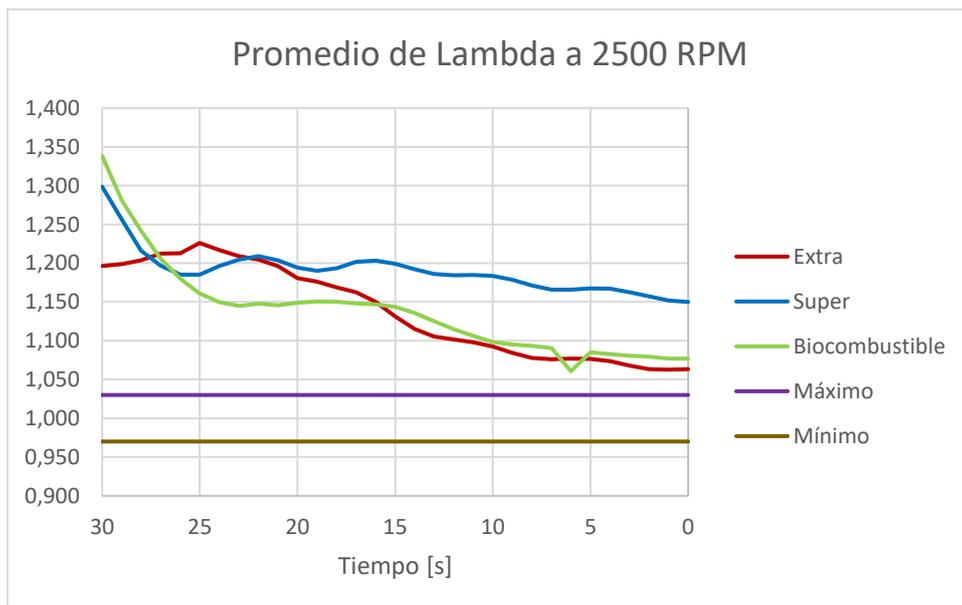


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.9.5. Relación Lambda a 2500 RPM con Chevrolet Optra.

En este gráfico se observa los rangos de máximo y mínimos que se recomienda para el buen funcionamiento del vehículo, donde los 3 combustibles se encuentran fuera del rango de buen funcionamiento por fallos en el catalizador.

**Ilustración 97.** Promedio de emisiones relación Lambda con los 3 combustibles a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

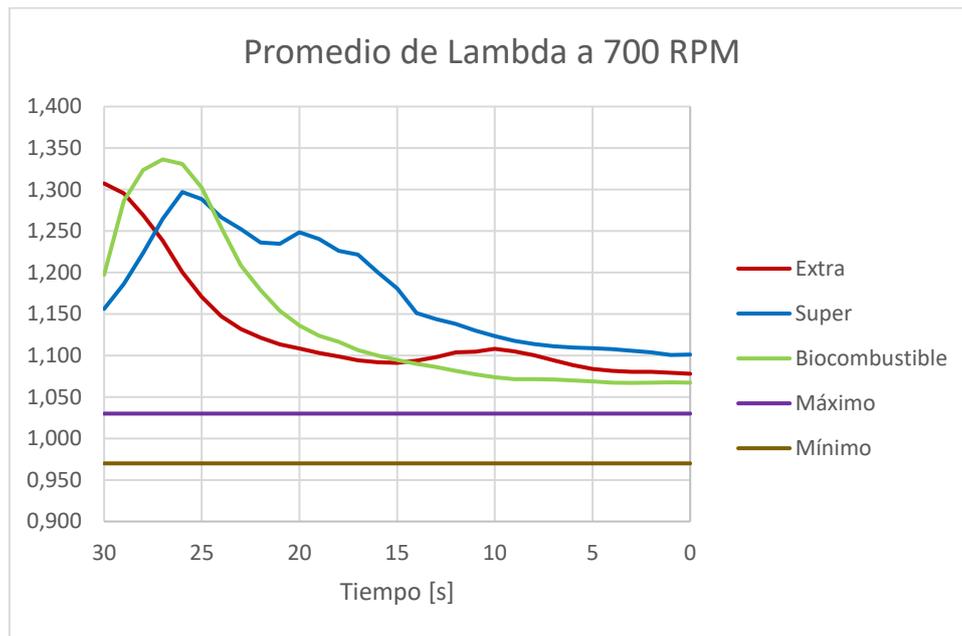


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.9.6. Relación Lambda a 700 RPM con Chevrolet Optra.

Similar a los valores obtenidos con el automóvil acelerado, los valores de Lambda supera el rango de correcto funcionamiento del vehículo, esto se debe a fallas en el catalizador que contaba el auto usado.

**Ilustración 98.** Promedios de emisiones relación Lambda con los 3 combustibles a 700 rpm con Chevrolet Optra.

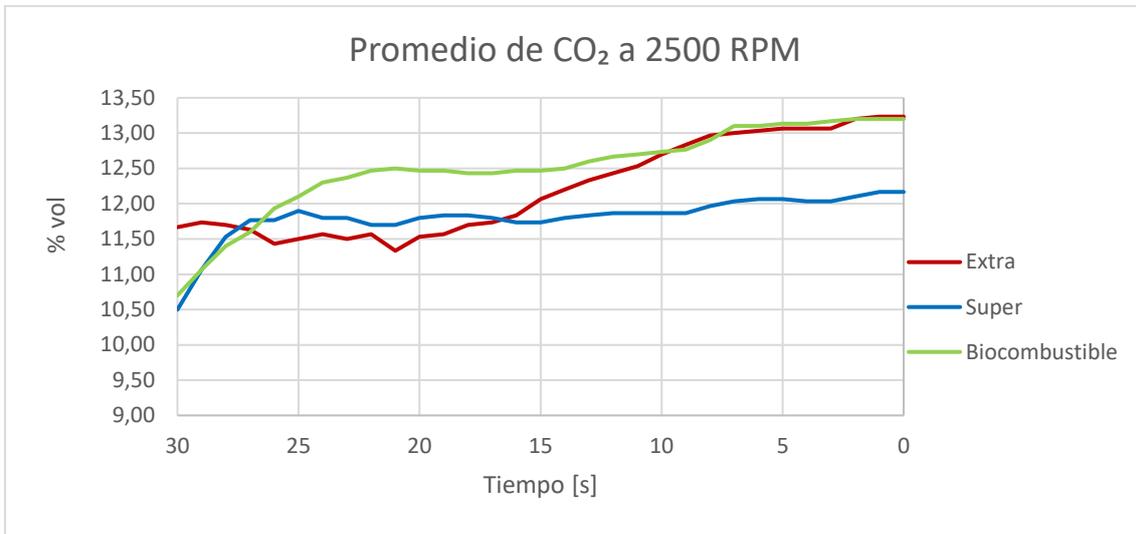


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.9.7. Emisión de CO<sub>2</sub> a 2500 RPM con Chevrolet Optra.

Los valores promedios de CO<sub>2</sub> con el auto acelerado, denotan un aumento considerable respecto al biocombustible con respecto a las otras dos alternativas, siendo el combustible super el que tiene un comportamiento estable en el transcurso de las pruebas, y el combustible Extra teniendo valores bajos, pero elevándose a la mitad de la prueba. Sabiendo que el % adecuado de CO<sub>2</sub>, se encuentra del 12% como regular y 16% como óptima.

**Ilustración 99.** Emisiones promedio CO<sub>2</sub> con los 3 combustibles a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

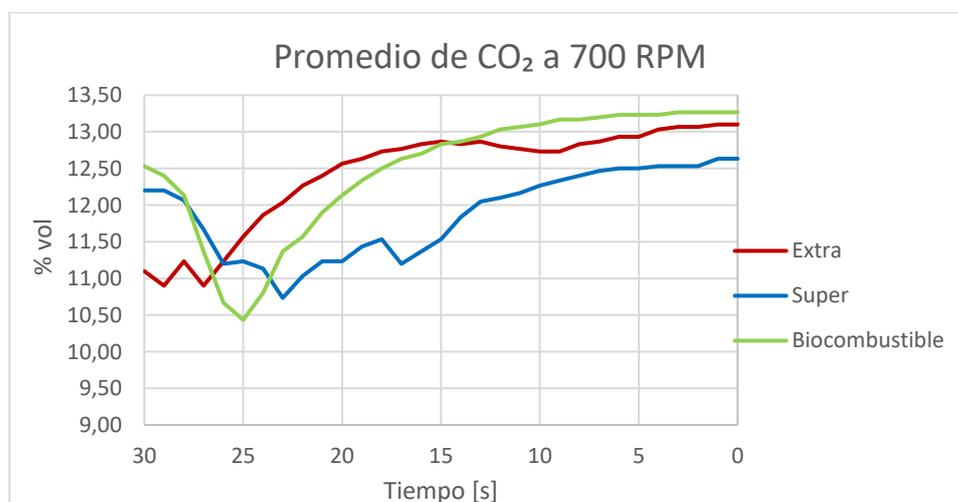


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.9.8. Emisión de CO<sub>2</sub> a 700 RPM con Chevrolet Optra.

Los valores promedios de CO<sub>2</sub> con el auto a 700 rpm, reflejan el comportamiento del biocombustible, con porcentajes mayores respecto a las otras dos alternativas, seguido del combustible extra con valores semejantes y el super como tercer puesto ya que tiene valores de CO<sub>2</sub> menores a lo largo de la prueba.

**Ilustración 100.** Emisiones promedio CO<sub>2</sub> con los 3 combustibles a 700 rpm con Chevrolet Optra.

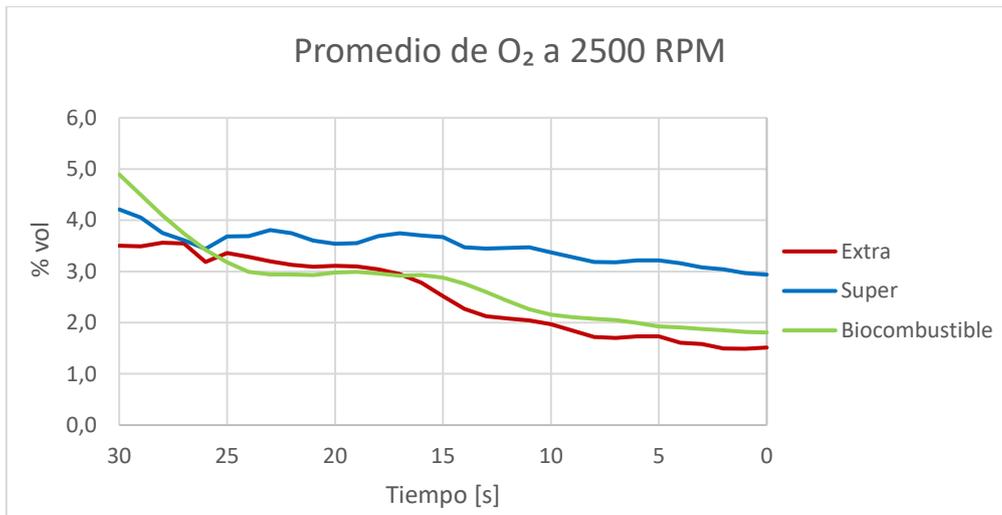


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.9.9. Emisión de O<sub>2</sub> a 2500 RPM con Chevrolet Optra.

Para las emisiones de O<sub>2</sub> al estar acelerado el vehículo a 2500 rpm se aprecia que el Super tiene valores elevados seguido del biocombustible y en tercer puesto quedando el combustible Extra, teniendo en cuenta que los porcentajes de O<sub>2</sub> deberían encontrarse por debajo del 2%, esto denota los fallos del catalizador que el auto tiene.

**Ilustración 101.** Emisiones promedias O<sub>2</sub> con los 3 combustibles a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

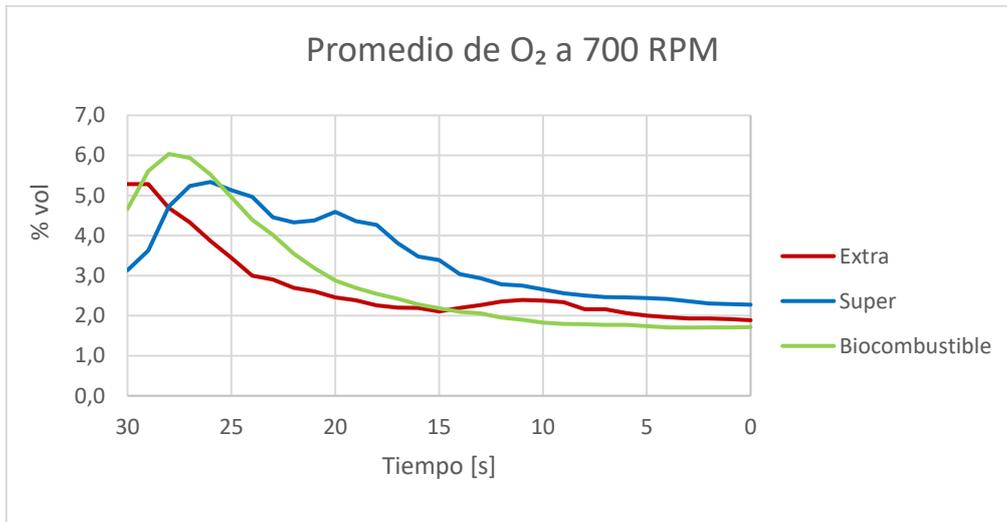


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.9.10. Emisión de O<sub>2</sub> a 700 RPM con Chevrolet Optra.

Al estar el vehículo en ralentí se aprecia más a detalle que el combustible Super es el que mayores porcentajes de O<sub>2</sub> tiene, encontrándose el biocombustible entre medio de la Super y el Extra, siendo este último con menos porcentaje de emisiones.

**Ilustración 102.** Emisiones promedio O<sub>2</sub> con los 3 combustibles a 700 rpm con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.10. Promedio General del Chevrolet Optra 2006.

Finalmente se realiza un promedio general de todos los valores de cada combustible para conocer la diferencia en porcentajes que existe entre cada uno.

##### 4.1.10.1. Promedio General de emisiones a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

**Tabla 18.** Promedio general de emisiones a 2500 rpm Chevrolet Optra a 2500 rpm.

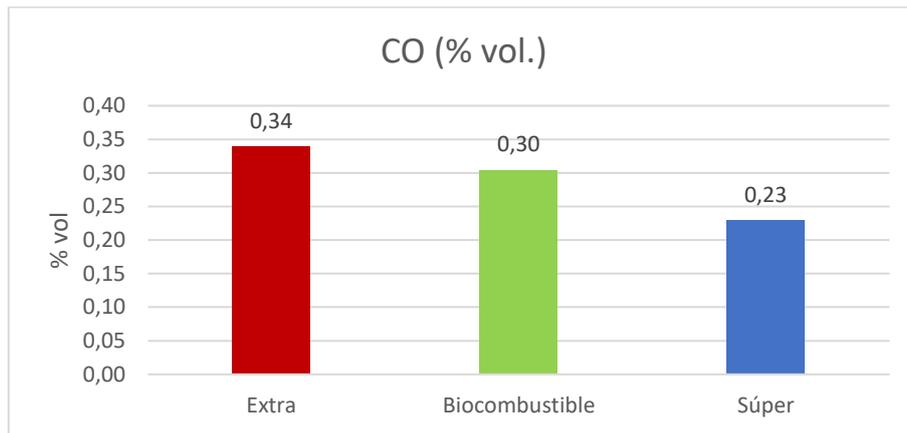
Combustibles	CO (% vol.)	CO <sub>2</sub> (% vol.)	HC (ppm vol.)	$\lambda$	O <sub>2</sub> (% vol.)
Extra	0,34	12,14	312,09	1,15	3,13
Biocombustible	0,30	12,30	239,30	1,16	3,04
Súper	0,23	11,81	210,00	1,19	3,48

**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.10.2. Promedio de emisiones de CO a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

El promedio de emisiones de CO para los tres combustibles se encuentra por debajo del valor máximo permitido por la normativa INEN 2204 (1% de CO).

**Ilustración 103.** Promedio general de emisiones de CO Chevrolet Optra a 2500 rpm.

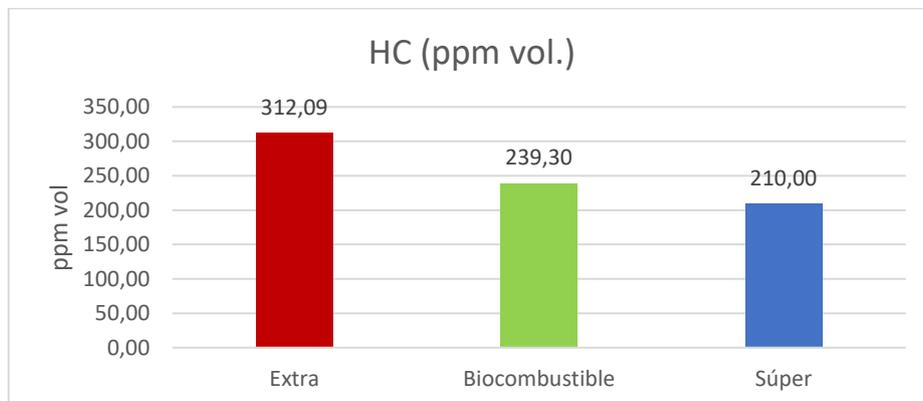


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.10.3. Promedio de emisiones de HC a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

El promedio de las emisiones de HC de los tres combustibles analizados supera con creces el valor máximo de la norma INEN 2204, la cual, para vehículos del año 2000 en adelante, solo permite un máximo de 200 ppm en ralentí acelerado a 2500 rpm.

**Ilustración 104.** Promedio general de emisiones de HC Chevrolet Optra a 2500 rpm.

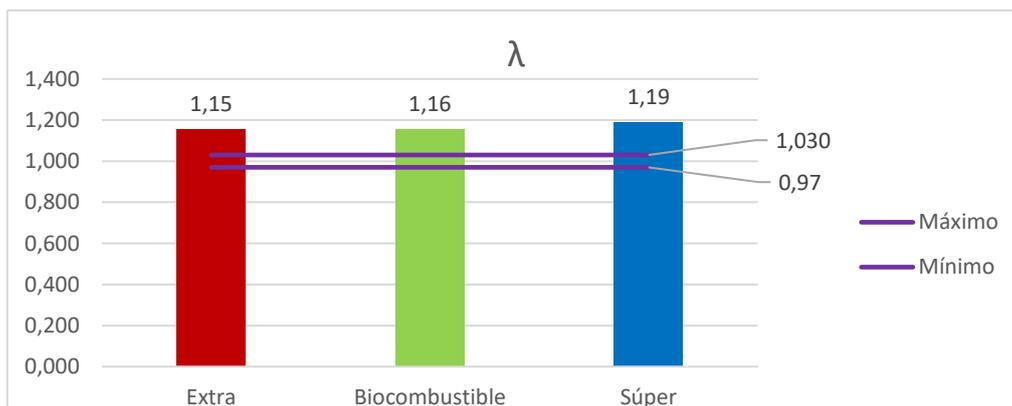


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.10.4. Promedio de emisiones de relación Lambda a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

El promedio de la relación Lambda para los tres combustibles se haya por encima del límite permitido para un funcionamiento eficiente, esto debido al mal funcionamiento del catalizador.

**Ilustración 105.** Promedio general de relación Lambda Chevrolet Optra a 2500 rpm.

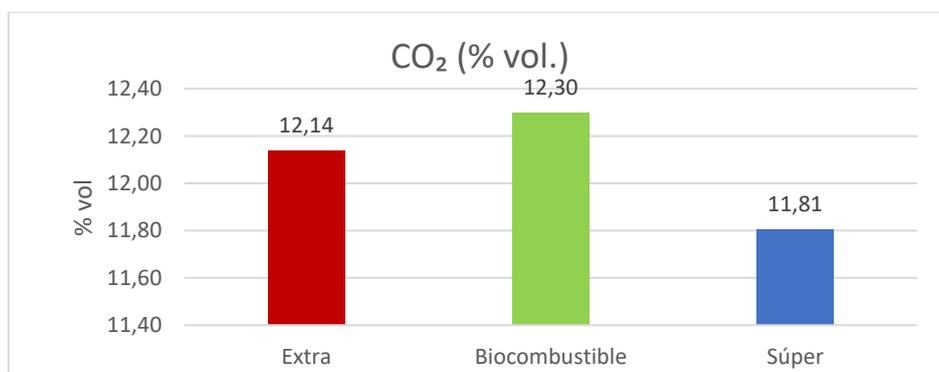


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.10.5. Promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

El promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> indica que mientras más alto sea el valor, mejor es la eficiencia del motor, siendo 12% regular y 16% optimo, siendo 12,14% y 12,30% para el Extra y el biocombustible respectivamente, encontrándose el Super por debajo de 12%.

**Ilustración 106.** Promedio general de emisiones de CO<sub>2</sub> Chevrolet Optra a 2500 rpm.

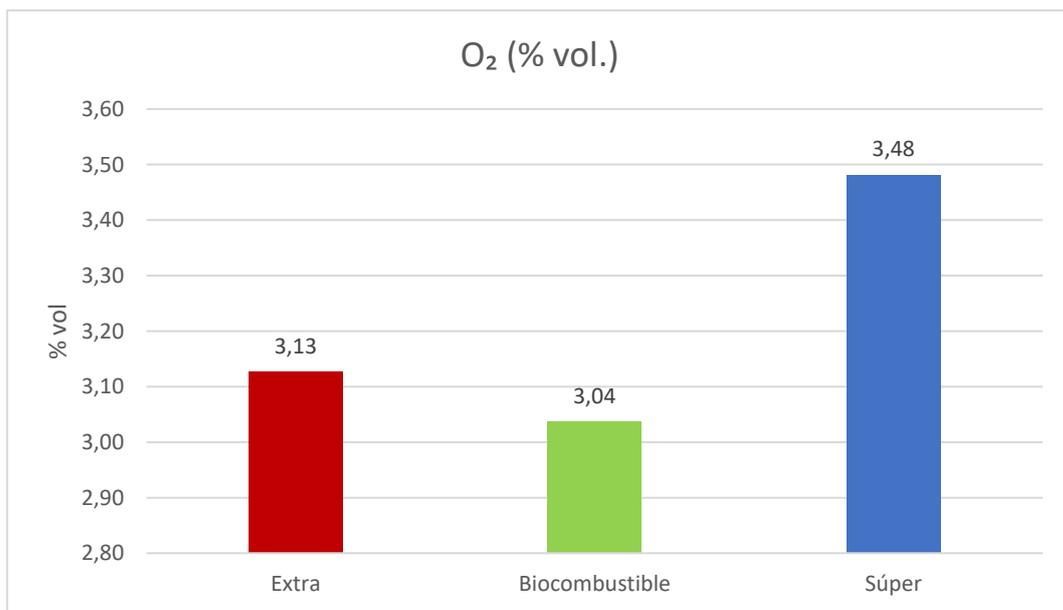


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.10.6. Promedio de emisiones de O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Chevrolet Optra.

Para el promedio de emisiones de O<sub>2</sub> se recomienda que esté por debajo del 2%, El Extra y el Biocombustible se encuentran con valores cercanos entre sí 3,13% y 3,04% respectivamente, mientras que el Super está elevado con 3,48%.

**Ilustración 107.** Promedio general de emisiones de O<sub>2</sub> Chevrolet Optra a 2500 rpm.



**ELABORADO: AUTORES.**

Al realizar una comparación entre las emisiones de combustibles, se observa lo siguiente:

En la comparación del biocombustible con el Extra, en cuanto a las emisiones de CO a 2500 rpm se aprecia que existe una reducción del 10%, para las emisiones de CO<sub>2</sub> hay un aumento del 1%, para las emisiones de HC existe una reducción del 23 %, en lambda existe un aumento del 0,2% y en las emisiones de O<sub>2</sub> hay una reducción del 3%.

Comparando el biocombustible con el Super, se aprecia en las emisiones de CO que el Super tiene una reducción del 25%, así mismo en emisiones de CO<sub>2</sub> se reduce en 4%, y en emisiones de HC una reducción del 12 %, lambda en un 3% y finalmente en emisiones de O<sub>2</sub> aumenta en un 15%.

**Tabla 19.** Diferencia en porcentajes entre combustibles a 2500 rpm Chevrolet Optra.

<b>Combustibles</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
Biocombustible y Extra	-10%	1%	-23%	0,1%	-3%
Biocombustible y Super	-25%	-4%	-12%	3%	15%

**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.10.7. Promedio General de emisiones a 700 rpm con Chevrolet Optra.**

**Tabla 20.** Promedio General de emisiones a 700 rpm Chevrolet Optra.

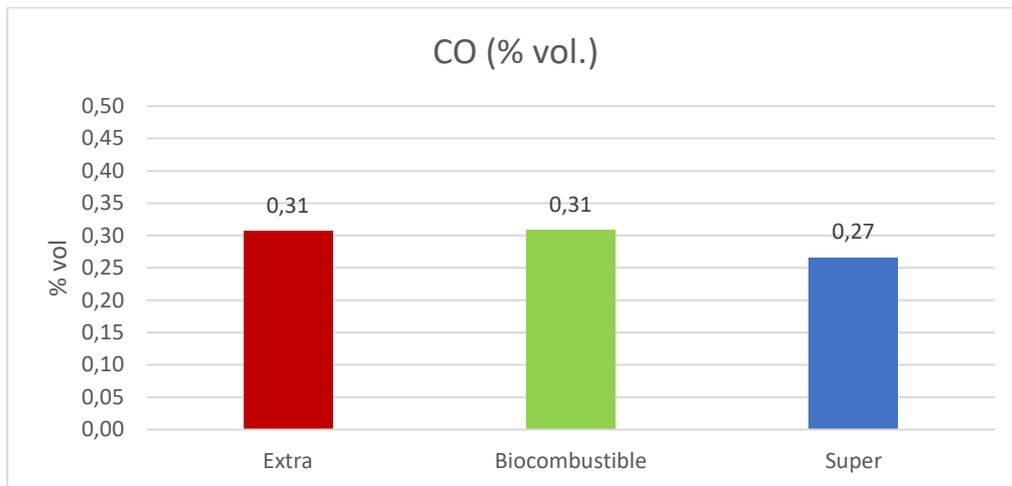
<b>Combustibles</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
Extra	0,31	12,44	305,19	1,13	2,70
Biocombustible	0,31	12,59	242,75	1,14	2,81
Super	0,27	11,69	327,92	1,20	3,73

**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.10.8. Promedio de emisiones de CO a 700 rpm con Chevrolet Optra.**

De manera similar al promedio de emisiones a 2500 rpm, los valores de emisiones de CO con los tres combustibles de encuentra por debajo del 1% máximo permitido por la norma INEN 2204.

**Ilustración 108.** Promedio general de emisiones de CO del Chevrolet Optra a 700 rpm.

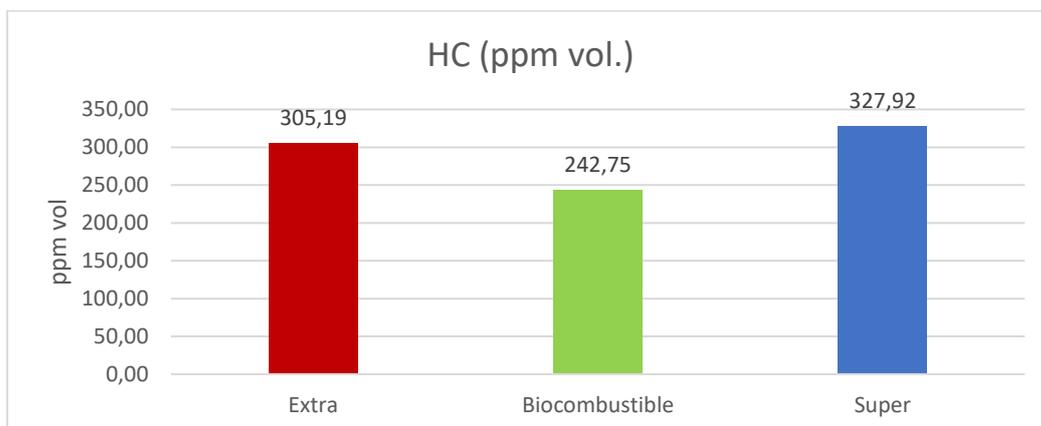


**ELABORADO: AUTORES.**

#### **4.1.10.9. Promedio de emisiones de HC a 700 rpm con Chevrolet Optra.**

El valor promedio de emisiones de HC denota un exceso de emisiones, superando las 200 ppm máximas por la norma INEN 2204. El combustible Super con el valor más alto de 327,92 ppm seguido del Extra con 305,19 ppm y finalmente el biocombustible con 242,75 ppm.

**Ilustración 109.** Promedio general de emisiones de HC del Chevrolet Optra a 700 rpm.

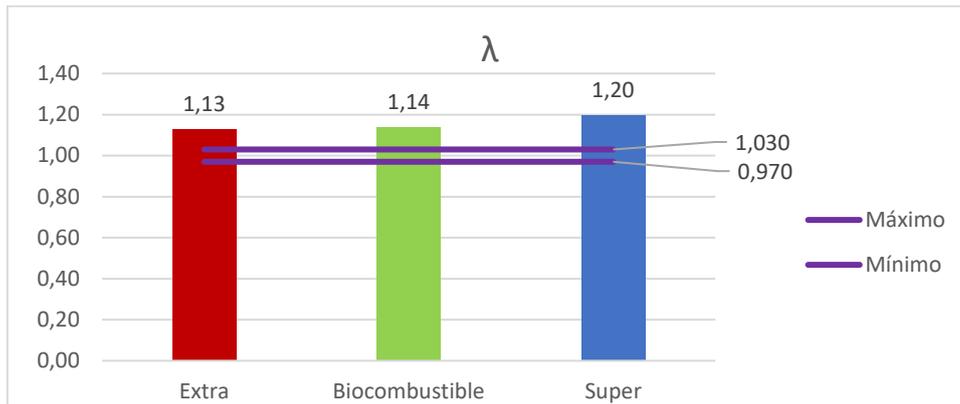


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.10.10. Promedio de emisiones de relación Lambda a 700 rpm con Chevrolet Optra.

De manera similar al promedio de emisiones a 2500 rpm, los valores de la relación Lambda supera el rango recomendado de trabajo, esto se debe a los problemas mencionados en el catalizador, teniendo una mezcla pobre.

**Ilustración 110.** Promedio de relación Lambda del Chevrolet Optra a 700 rpm.

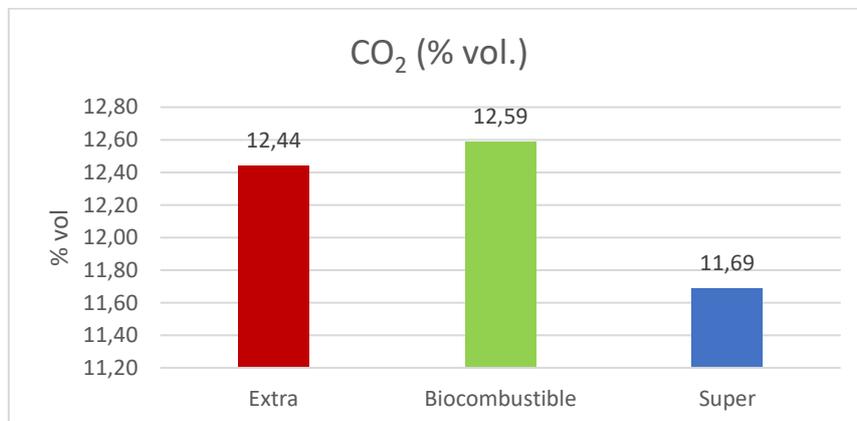


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.10.11. Promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> a 700 rpm con Chevrolet Optra.

El promedio de CO<sub>2</sub> se mantiene de manera similar a los valores obtenidos a 2500 rpm, con el biocombustible a 12,59% en cabeza, seguido del Extra con 12,44% y finalmente con el Super a 11,69%.

**Ilustración 111.** Promedio general de emisiones de CO<sub>2</sub> del Chevrolet Optra a 700 rpm.

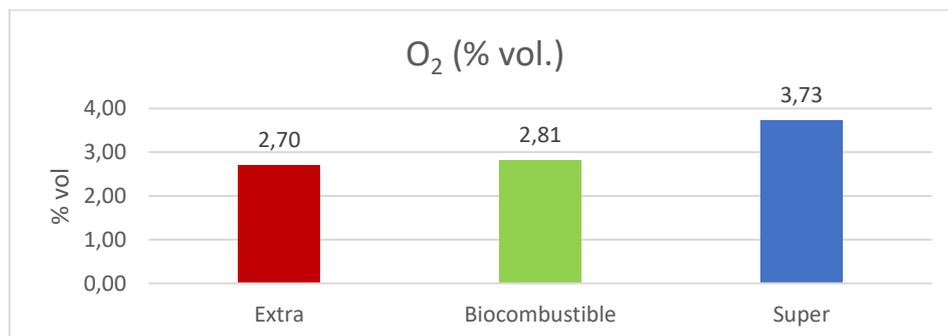


**ELABORADO: AUTORES.**

#### 4.1.10.12. Promedio de emisiones de O<sub>2</sub> a 700 rpm con Chevrolet Optra.

El promedio de emisiones de O<sub>2</sub> denota valores elevados para los tres combustibles, pues se recomienda que este porcentaje no supere el 2%, sin embargo, los combustibles se hallan en 2,70%, 2,81% y 3,73% para Extra, biocombustible y Super respectivamente.

**Ilustración 112.** Promedio general de emisiones de O<sub>2</sub> del Chevrolet Optra a 700 rpm.



**ELABORADO: AUTORES.**

Comparando con el Extra, el biocombustible tiene un aumento del 0,3% en emisiones de CO, un aumento del 1,19% en emisiones de CO<sub>2</sub>, una reducción del 20,5% en emisiones de HC, un aumento en lambda del 0,73% y a su vez un aumento del 4% en emisiones de O<sub>2</sub>.

Comparando con el biocombustible, el super tiene una reducción del 14% en emisiones de CO, una reducción del 7% en emisiones de CO<sub>2</sub>, un aumento del 35,1% en emisiones de HC, un aumento de lambda del 5,3% y finalmente un aumento del 33% de emisiones de O<sub>2</sub>.

**Tabla 21.** Promedio General de emisiones a 700 rpm del Chevrolet Optra.

Combustibles	CO (% vol.)	CO <sub>2</sub> (% vol.)	HC (ppm vol.)	λ	O <sub>2</sub> (% vol.)
Biocombustible y Extra	0,3%	1,19%	-20,5%	0,73%	4%
Biocombustible y Super	-14%	-7%	35,1%	5,3%	33%

**ELABORADO: AUTORES.**

## **4.2. Discusión.**

Las pruebas realizadas con el vehículo Chevrolet Vitara SZ, con los combustibles Extra, Super, Ecopaís tienen el siguiente comportamiento.

### **Emisiones de CO Extra.**

Las emisiones de CO en ralentí, del Extra demuestra valores que parten aproximadamente desde 0,8%, pero a los 9 segundos hay un pico de elevación de hasta 1,8%, para luego al segundo 10, reducirse consecutivamente donde finaliza con 0,7%.

### **Emisiones de CO Super.**

Las emisiones de Super, parten del 0,8, y se elevan a los 9 segundos hasta el 1%, y así mismo reducirse hasta llegar aproximadamente a 3,5%.

### **Emisiones de CO Ecopaís.**

Combustible conformado por 5% de etanol de caña de azúcar, parte desde el 0,8% pero la elevación la tiene a los 13 segundos hasta llegar al 1%, luego se reduce para finalizar en 0,4 %.

### **Emisiones de HC Extra.**

El inicio de las emisiones de HC con el combustible extra, inicia desde los 190 ppm, el cual se va elevando consecutivamente desde el segundo 10, donde supera los 200 ppm manteniéndose constante hasta finalizar la prueba.

### **Emisiones de HC Super.**

El combustible super parte desde los 100 ppm, y su elevación la tiene al segundo 5, donde llega hasta 135 ppm, donde se mantiene consecutivamente hasta finalizar la prueba en 130 ppm de HC. Extra, Super, Ecopaís

### **Emisiones de HC Ecopaís.**

Para el combustible Ecopaís, tiene su inicio desde los 170 ppm, los cuales disminuyen a 150 ppm hasta llegar al segundo 10, para luego elevarse y mantenerse constante a 200 ppm.

Los valores al compararlos con los resultados obtenidos con el Hyundai Grand i10, frente a los datos realizados anteriormente con el Chevrolet Vitara SZ, se muestran con el porcentaje de reducción en la siguiente tabla.

**Tabla 22.** Diferencia de porcentajes en ralentí.

<b>Combustibles</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>HC (ppm %vol.)</b>
Biocombustible con Extra	-57,12%	-89,41%
Biocombustible con Super	-40,78%	-83,41%
Biocombustible con Ecopaís	-46,31%	-88,09%

**ELABORADO: AUTORES.**

La diferencia de porcentaje en ralentí de la referencia con el Suzuki Grand Vitara demuestra que entre el biocombustible y el extra existe una reducción de emisiones de CO de hasta un 57,12%, con el super una reducción del 40,18% y con el Ecopaís de igual manera con 46,31%, aunque los resultados de emisiones del biocombustible hayan sido en un vehículo de menor gamma, esto demuestra la gran diferencia que existe en cuanto respecta a las emisiones de CO.

Los porcentajes de emisiones de la ppm de HC del biocombustible frente a los combustibles convencionales, es de 89,41% para Extra, 83,41% para Super y 88,09% para el Ecopaís, denotando una gran reducción de emisiones del biocombustible.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

## 5.1. Conclusiones.

- Mediante la recolección del mucílago de cacao, se determinó la cantidad de gramos de levadura por cada botellón, dejando en fermentación por 21 días, se verifica los niveles de azúcar con un refractómetro, los cuales varían desde 12% a 15% grados brix. Finalmente se deposita el mucílago fermentado en la torre de destilación para ser calentada a 80-95 °C, para obtener el bioetanol de 40% - 60 % v/v. Al ser un valor bajo, se lo vuelve a destilar para obtener un 90% v/v de bioetanol el cual será mezclado con el combustible Extra.
- Con el 90% v/v de bioetanol obtenido se procede a hacer la mezcla con el combustible Extra para tener una relación E5. Es decir, 95% combustible y 5% bioetanol, una vez mezclado se introduce en dos vehículos para hacer las pruebas de emisiones, el primer vehículo es un Hyundai i10 Sedán 2019 con motor 1.200 cc y el segundo es un Chevrolet Optra 2008 LT con problemas en el catalizador, esto verifica lo importante que es el uso del catalizador en los vehículos para la reducción de emisiones.
- Los valores de emisiones entre el combustible Extra y Biocombustible demuestran que, el segundo tiene una gran reducción de emisiones de CO, HC, lambda y O<sub>2</sub>. Además, los valores de emisiones de Super a pesar de ser bajos, casi son igualados por el biocombustible, a excepción de lambda, que están fuera de los límites por mucho, esto debido principalmente al motor del Hyundai i10 Sedán 2019 que no admite combustibles con octanajes superior a 85. Con respecto al Chevrolet Optra, las reducciones de CO, HC fueron notables, especialmente frente al Extra. La reducción de emisiones del biocombustible, supera incluso al combustible Ecopaís con un margen de reducción de más del 20% frente al Extra.

- Con el promedio del análisis de emisiones de CO en ralentí, el Extra demostró un valor de 0,67%, el Super de 0,04% y el Biocombustible de 0,38%. Se denota la reducción que existe del 43% entre Biocombustible y Extra, y una diferencia del 89% entre el Biocombustible y Super. En cambio, en el análisis de emisiones de HC, se observa que el Extra manifestó valores de 81,61 ppm. El Super de 19,77 ppm y el Biocombustible de 21,23 ppm. La diferencia de reducción es del 74% entre el Biocombustible y Extra, una diferencia del 6,8% entre el Biocombustible y Super. De igual manera que el CO, las emisiones de HC tienen mejores resultados para el combustible Super. Además, todas las emisiones tanto de CO y HC de los combustibles se encuentran dentro de los rangos permitidos por la norma INEN 2204, ya que no superan el 1% para CO y los 200 ppm para HC.
- En el caso del promedio de las emisiones de CO acelerado a 2500 rpm, el valor de Extra es de 1,39%, el Super de 0,08% y el Biocombustible de 0,40%, donde hay una reducción del 72% entre el Biocombustible y Extra, y una diferencia del 80% para el Biocombustible y el Super, dando como mejor a este último en las emisiones de CO acelerado a 2500 rpm. Para las emisiones de HC el valor promedio de Extra es de 120,49 ppm, del Super es de 26,65 y el biocombustible de 21,27 ppm. Existe una reducción del 82% entre el Biocombustible y Extra, y también una reducción del 25% entre el Biocombustible y Super, destacando como mejor al Biocombustible en emisiones de HC. Además, los valores que tiene el Extra superan al límite establecido por la norma INEN 2204, ya que supera el 1% de emisiones de CO, pero se mantiene dentro de los rangos en emisiones de HC.

## 5.2. Recomendaciones.

- Al analizar las emisiones de biocombustibles, el auto se debe encontrar en buen estado tanto mecánico como electrónico, y que soporte cualquier tipo de combustible para evitar resultados alterados al momento de realizar las mediciones de los gases vehiculares.
- Verificar que el aparato analizador de emisiones de gases contenga todos los datos a examinar, ya que el usado en el proyecto de investigación no demostraba valores con más décimas. Además, que contenga el apartado para analizar emisiones de NOx.
- Realizar el análisis de emisiones vehiculares en la región Costa, para hacer una comparación entre regiones, ya que, al estar en condiciones atmosféricas diferentes, el biocombustible puede demostrar otro comportamiento en emisiones.
- Evaluar las emisiones con 10% de bioetanol y 90% de combustible, para determinar si existe una mayor reducción de CO y HC, en comparación con el 5%.
- La reducción del biocombustible frente al Extra es notable, semejante al utilizar Super en el automóvil. En la provincia de Los Ríos, transitan alrededor de 103900 automóviles, el uso de este combustible reducirá las emisiones de HC en más de 143.338.200 ppm, y más del 50% de CO aproximadamente, si se suma a las otras provincias de la región Litoral, el país reduciría considerablemente las emisiones producidas por los vehículos automotores.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 7.1. Bibliografía.

- [1] C. J. Vélez León, «Flexfuel,» 16 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.flexfuel-company.es/la-evolucion-de-los-motores-diesel/>. [Último acceso: 12 Marzo 2022].
- [2] Efemérides, «aquelamaquina,» 27 Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://www.aquelamaquina.pt/efemerides/detalhe/hoje-ha-125-anos-a-patente-do-motor-diesel.html>.
- [3] M. C. Valderrama Triana, *Reglas que se aplican a los biocombustibles en el comercio*, Bogotá: Fundación Universidad de América, 2019.
- [4] I. . M. Ríos Badrán, S. C. José y G. A. Claudia , «Biocombustibles sólidos,» *Ciencia*, vol. 68, n° 4, pp. I2-I7, 2017.
- [5] R. P. Imbaquingo navarrete, a. F. Cevallos gonzález y c. N. Mafla yépez, «SciELO,» 14 Junio 2021. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-34612020000100212&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612020000100212&lang=es).
- [6] C. E. Chávez Altamirano, F. G. López Calvopiña, X. M. Palate Chicaiza y C. R. Jacome Pilco, «Instituto Internacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Educativo INDTEC,» 5 Agosto 2021. [En línea]. Available: [https://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista\\_Scientific/article/view/693/1299](https://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/article/view/693/1299).
- [7] G. Torrentes Espinoza, «Retrospectiva y Prospectiva del Desarrollo de las Generaciones,» *Ciencia y Tecnología*, n° 21, pp. 53-63, 2021.
- [8] A. C. Armas-Martínez, M. Morales Zamora, Y. Albernas Carvajal y E. González Suárez, «Proyección de una industria azucarera para transformarse en una biorrefinería a partir de biocombustibles de segunda y tercera generación,» *Tecnología Química*, vol. 39, n° 3, 2019.
- [9] M. Jimenez Escobedo y A. Castillo Calderón, «Biomasa microalgal con alto potencial para la producción de biocombustibles,» *Scientia Agropecuaria*, vol. 12, n° 2, 2021.
- [10] K. Sotomonte Carvajal, «Repositorio Universidad ECCI,» 2021. [En línea]. Available: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1064/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [11] J. Pazmiño Sánchez, Y. Vargas García y J. Dávila Rincón, «Perfiles,» 28 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Articulos/Perfiles18Art7.pdf?jsessionid=e8ed335d1c3bf3d8737c00031cfe>.

- [12] P. N. Velastegui Ruiz, «Repositorio USFQ,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8457/1/143700.pdf>. [Último acceso: 20 Septiembre 2022].
- [13] A. R. García Briones, B. F. Pico Pico y R. Jaimez, «Scielo,» 1 Diciembre 2021. [En línea]. Available: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2631-26542021000200152&lang=es](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26542021000200152&lang=es).
- [14] S. Gamboa, «Mucílago, la parte más olvidada del cacao: El lado B del cacao,» 23 09 2019. [En línea]. Available: <https://foodandwinespanol.com/mucilago-la-parte-mas-olvidada-del-cacao/>.
- [15] J. L. Morocho Medina y J. F. Nagua Uyaguari, *Análisis del comportamiento de motores de combustión interna ciclo Otto y Diesel durante el efecto producido por averías en el sistema eléctrico*, Cuenca: Universidad politécnica salesiana, 2019.
- [16] K. A. Miranda Pilatuña, «Repositorio,» Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31427/1/Tesis%20I.%20M.%20599%20-%20Miranda%20Pilatu%C3%B1a%20Kevin%20Alexander.pdf>. [Último acceso: 28 Mayo 2022].
- [17] Insurance Grou, «Helloauto,» 2021. [En línea]. Available: <https://helloauto.com/glosario/motor-de-combusti%C3%B3n-interna>. [Último acceso: 28 Mayo 2022].
- [18] Aprenda facil, «Aprenda facil,» 25 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://aprendafaciles.com/2022/03/25/catalizador-o-convertidor-catalitico/>.
- [19] M. Alonso, «Guantera,» 18 Julio 2022. [En línea]. Available: <https://www.guantera.es/chevrolet/chevrolet-optra-1-8-at-121-cv-hatchback-2004-2008-ficha-tecnica/>. [Último acceso: Septiembre 2022].
- [20] Hyundai, «Hyundai,» 6 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://hyundai venezuela.com/wp-content/uploads/2021/08/Ficha-Te%CC%81cnica-Hyundai-Grand-i10-4.pdf>.
- [21] Hyundai, «Hyundai,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.hyundai.com.ec/grandi10-sedan-2023>.
- [22] Ministerio del ambiente, «Gobierno del Encuentro,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/>.
- [23] G. Vega Delgado y E. G. Martínez Pastor, «Revistasuide,» Julio 2017. [En línea]. Available: <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/332/1275>.
- [24] ABC, «ABC,» 13 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-y-emiten-coches-combustion->

201811131413\_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.abc.es%2Fmotor%2FReportajes%2Fabc-y-emiten-coches-combustion-201811131413\_noticia.html.  
[Último acceso: 2022].

- [25] Servicio Ecuatoriano de Normalización, «gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores.,» Quito, 2017.
- [26] C. A. Padilla Padilla, B. A. Cuaicual Angulo, L. F. Buenaño Moyano y D. A. Tacle Humanante, «Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección,» *Dom. Cien*, vol. 7, n° 3, pp. 1482-1499, 2021.
- [27] El Comercio, «El Comercio,» 1 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/gasolina-ecopais-disponible-estaciones-ecuador.html>.
- [28] R. C. Gil Aguilar, J. G. Lujan Guevara y R. E. Hermengildo Taboada, «Ciencia latina,» Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1410/1944>. [Último acceso: 20 Septiembre 2022].
- [29] G. Garcia, «Motorpasión,» 7 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.motorpasion.com.mx/tecnologia/etanol-mexico>. [Último acceso: 2022].
- [30] D. G. Pérez Darquea, «Estudio De Emisiones Contaminantes Utilizando Combustibles Locales,» INNOVA, Guayaquil, 2017.
- [31] S. Celi Ortega, E. Llanes Cedeño, J. Rocha Hoyos, J. Leguísamo Milla, D. Peralta Zurita y P. Salazar, «Investigación,» 30 Abril 2018. [En línea]. Available: <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/view/127/115>. [Último acceso: 2022].
- [32] J. F. Iñiguez, G. G. Reyes Campaña, C. A. Rivera, E. S. Vera y D. A. Jeréz Mayorga, «Dialnet,» 10 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6236356>.
- [33] Xnomind, «Material de laboratorio,» 8 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.materialdelaboratorio.top/refractometro-de-laboratorio/>.
- [34] Den, «AUTODOC Club,» 25 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://club.autodoc.es/magazin/alcoholometro-que-es-como-funciona-y-para-que-sirve>.
- [35] «Artilab,» Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://artilab.com.co/wp-content/uploads/2020/09/balanza-analitica-colombia.jpg>.
- [36] Instrumentosdemedicion, «Instrumentos de medicion,» 1 Septiembre 2018. [En línea]. Available:

- <https://instrumentosdemedicion.org/volumen/probeta/#comment-9>. [Último acceso: 2022].
- [37] TEXA, «TEXA,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.texaiberica.com/productos/gasbox-opabox-autopower>. [Último acceso: 2022].
- [38] AS-SL, «AS Fabricante de catalizadores,» 2014. [En línea]. Available: [https://www.as-sl.com/pdf/info\\_catalizador.pdf](https://www.as-sl.com/pdf/info_catalizador.pdf).
- [39] Servicio Ecuatoriano de Normalización, «Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores.,» Quito, 2017.
- [40] C. Maciel Alvarez, Biocombustibles: desarrollo histórico-tecnológico,, México: UNAM, 2009.
- [41] A. E. Villadiego-del Villar, N. Sarmiento Rea, J. León Pulido y L. C. Rojas Pérez, «Scielo,» 11 Noviembre 2020. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-77992021000100116&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992021000100116&lang=es).
- [42] D. F. Torres Moscoso, C. P. Tapia Zambrano y J. V. Tigre Saltos, Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, Azuay, 2018.
- [43] J. Sánchez Carrizo, «Ruidera,» Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/15618/TFG%20Jorge%20Sánchez%20Carrizo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [44] C. C. Plasencia Verde, K. S. Gabriel Rios, J. A. Luque y I. K. Best, «Scielo,» 8 Febrero 2021. [En línea]. Available: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642021000400089&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642021000400089&lang=es).
- [45] C. Olusola Ogidi, O. Hannah George, O. Modupe Aladejana, O. Malomo y O. Famurewa, «Scielo,» 3 Agosto 2020. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472020000309321&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472020000309321&lang=es).
- [46] Á. M. González, «Core,» Julio 2019. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/228074031.pdf>.
- [47] J. S. Triviño Pineda, J. Contreras García, C. M. Amorocho Cruz y J. E. Sánchez Ramírez, «Scielo,» 15 Diciembre 2021. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-34752021000200006&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752021000200006&lang=es).

- [48] J. M. Sigüencia Avila, J. W. Delgado Noboa, F. R. Posso Rivera y J. P. Sánchez Quezada, «Ciencia y tecnología agropecuaria,» 26 Agosto 2020. [En línea]. Available: <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/1429>.
- [49] J. F. Murcia, A. Ardila y R. Barrera Zapata, «Scielo,» 24 Enero 2020. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-100X2020000100047&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2020000100047&lang=es).
- [50] J. Burrows Miet, J. Lykowski y K. Mixell, Corona Ignition System for Highly Efficient Gasoline Engines, MTZ, 2019.
- [51] E. García Gonzalez, A. F. Ochoa Muñoz, C. Montalvo Rodriguez, G. A. Ordoñez Narváez y L. Londoño Hernández, «Scielo,» 27 Junio 2021. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-74882021000200021&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-74882021000200021&lang=es).
- [52] M. Zola Gonzáles y M. Barranzuela Puémape, «PIRHUA,» Diciembre 2017. [En línea]. Available: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3305/ING\\_592.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3305/ING_592.pdf?sequence=1).
- [53] S. Medina, Sensores Automotrices, México: INOAEP, 2018.
- [54] D. N. Morales Apaza, A. Condori Choque y D. A. Torrez Torrez, «Scielo,» 2 Marzo 2021. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-07892021000100004&lang=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892021000100004&lang=es).
- [55] Y. Morejon Messa, D. Silva Junco y Y. Reyes Suárez, «Scielo,» 13 Marzo 2020. [En línea]. Available: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542020000200024&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542020000200024&lang=es).
- [56] D. Alonso Estrada, N. Garrido Carralero, O. Perez Ones y L. Zumalacárregu Cardenas, «Scielo,» 13 Marzo 2020. [En línea]. Available: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542020000200032&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542020000200032&lang=es).
- [57] A. Rovira y M. Muñoz Dominguez, Motores de combustión interna, UNED, 2019.
- [58] G. Angulo Ortega, «Repositorio,» 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4102/1/T-UTEQ-0089.pdf>.
- [59] C. J. Muñoz Segura, «Repositoryucatomica,» 11 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://repository.ucatomica.edu.co/bitstream/10983/25143/1/PROPUESTA%20DE%20MEJORA%20EN%20EL%20USO%20DE%20PRODUCCI%C3%93N%20Y%20TECNOLOG%C3%8DAS%20DEL%20ETANOL%20EN%20COLOMBIA%20CON%20RESPECTO%20A%20BRASIL.pdf>.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

**Anexo 1.** Valores de azúcar por día.

<b>Tiempo (días)</b>	<b>% brix</b>
1	6
2	6,5
3	7
4	7,4
5	7,9
6	8,2
7	8,6
8	9
9	9,4
10	9,7
11	10,2
12	10,6
13	11
14	11,8
15	12
16	12,5
17	13,1
18	13,8
19	14,4
20	14,8
21	15

**Anexo 2.** Destilado de alcohol.

<b>T (°C)</b>	<b>% Alcohol</b>
100	0
96	2
94	14
88	38
84	45
83	48
82	50
81	52,5
80	64
78	66

**Anexo 3.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Extra con  
Hyundai i10 Sedán.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,5	13,7	218	1,011	0,71
29	0,5	13,6	219	1,009	0,69
28	0,5	13,5	221	1,012	0,76
27	0,5	13,4	224	1,042	1,34
26	0,5	12,9	230	1,096	2,38
25	0,7	12,9	231	1,127	3,13
24	1,2	12,8	232	1,119	3,34
23	1,2	12,4	263	1,111	3,09
22	1,2	12,4	263	1,110	2,63
21	1,1	11,9	329	1,062	2,12
20	1,1	12,3	312	1,036	1,70
19	1,1	12,5	296	1,020	1,38
18	1,1	12,8	274	1,010	1,13
17	1,1	12,8	274	1,011	0,95
16	1,0	13,0	256	1,005	0,82
15	0,9	13,2	233	1,002	0,82
14	0,9	13,3	218	1,000	0,63
13	0,8	13,4	195	0,995	0,56
12	0,7	13,6	184	0,994	0,49
11	0,7	13,6	184	0,995	0,42
10	0,7	13,7	175	0,993	0,42
9	0,6	13,8	163	0,990	0,32
8	0,6	13,8	153	0,992	0,28
7	0,5	13,9	134	0,990	0,24
6	0,5	13,9	134	0,998	0,20
5	0,5	14,0	125	0,987	0,17
4	0,5	14,0	111	0,987	0,14
3	0,5	14,0	111	0,987	0,12
2	0,4	14,1	100	0,988	0,11
1	0,4	14,1	100	0,988	0,09
0	0,4	14,2	94	0,987	0,08

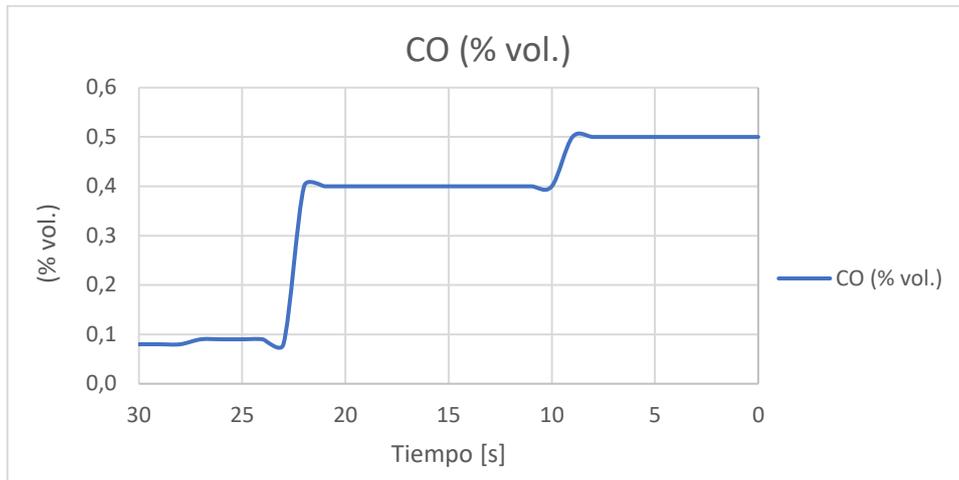
**Anexo 4.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,7	13,6	125	1,002	0,56
29	0,6	13,8	121	1,000	0,48
28	0,6	13,8	121	1,000	0,40
27	0,5	13,8	119	0,995	0,35
26	0,5	13,9	117	0,994	0,29
25	0,5	14,0	116	0,995	0,26
24	0,4	14,0	113	0,995	0,22
23	0,4	14,1	112	0,992	0,19
22	0,4	14,1	113	0,991	0,16
21	0,4	14,1	114	0,990	0,15
20	0,4	14,2	114	0,989	0,11
19	0,3	14,2	113	0,990	0,10
18	0,3	14,2	113	0,989	0,08
17	0,3	14,2	112	0,989	0,07
16	0,3	14,2	112	0,988	0,05
15	0,3	14,2	111	0,989	0,05
14	0,3	14,3	110	0,989	0,04
13	0,3	14,3	110	0,989	0,03
12	0,3	14,3	110	0,989	0,02
11	0,2	14,3	109	0,989	0,02
10	0,2	14,3	109	0,989	0,01
9	0,3	14,3	110	0,988	0,00
8	0,3	14,3	114	0,987	0,00
7	0,3	14,3	115	0,987	0,00
6	0,3	14,3	115	0,987	0,00
5	0,3	14,3	115	0,988	0,00
4	0,3	14,3	115	0,988	0,00
3	0,2	14,3	116	0,988	0,00
2	0,2	14,3	116	0,988	0,00
1	0,2	14,3	116	0,988	0,00
0	0,2	14,3	115	0,988	0,00

**Anexo 5. Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con  
Hyundai i10 Sedán.**

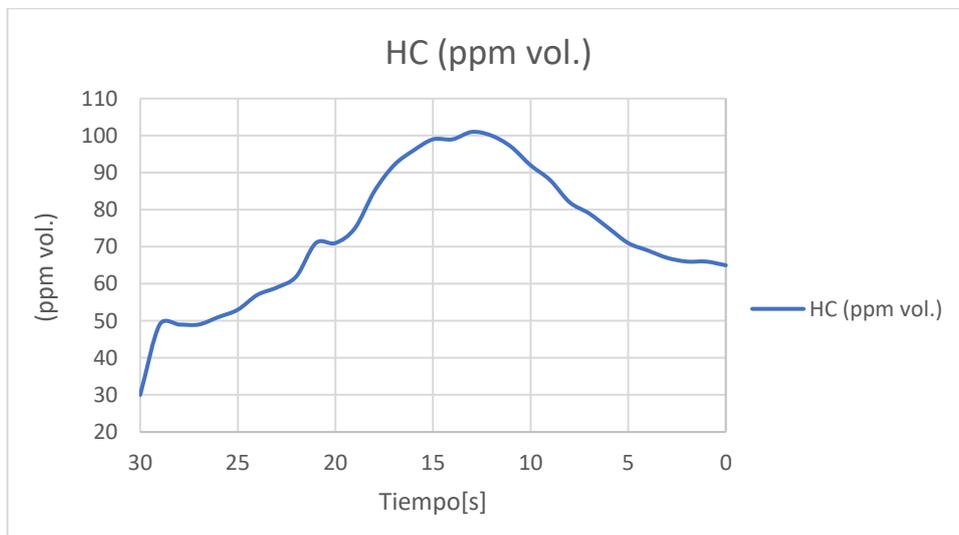
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,1	12,0	30	1,147	2,55
29	0,1	13,3	49	1,104	2,03
28	0,1	13,3	49	1,084	1,64
27	0,1	13,6	49	1,068	1,37
26	0,1	13,9	51	1,066	1,19
25	0,1	14,0	53	1,057	1,08
24	0,1	14,1	57	1,051	0,99
23	0,1	14,2	59	1,038	0,90
22	0,4	14,2	62	1,023	0,78
21	0,4	14,2	71	1,016	0,66
20	0,4	14,2	71	1,009	0,53
19	0,4	14,3	75	1,005	0,43
18	0,4	14,4	85	1,001	0,26
17	0,4	14,4	92	0,994	0,20
16	0,4	14,4	96	0,991	0,16
15	0,4	14,4	99	0,989	0,12
14	0,4	14,4	99	0,989	0,10
13	0,4	14,4	101	0,988	0,10
12	0,4	14,4	100	0,987	0,08
11	0,4	14,4	97	0,987	0,07
10	0,4	14,5	92	0,987	0,06
9	0,5	14,5	88	0,986	0,05
8	0,5	14,4	82	0,985	0,03
7	0,5	14,4	79	0,984	0,03
6	0,5	14,4	75	0,984	0,02
5	0,5	14,4	71	0,982	0,02
4	0,5	14,4	69	0,982	0,01
3	0,5	14,4	67	0,982	0,01
2	0,5	14,4	66	0,982	0,00
1	0,5	14,4	66	0,982	0,00
0	0,5	14,4	65	0,983	0,00

**Anexo 6.** Resultados de emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



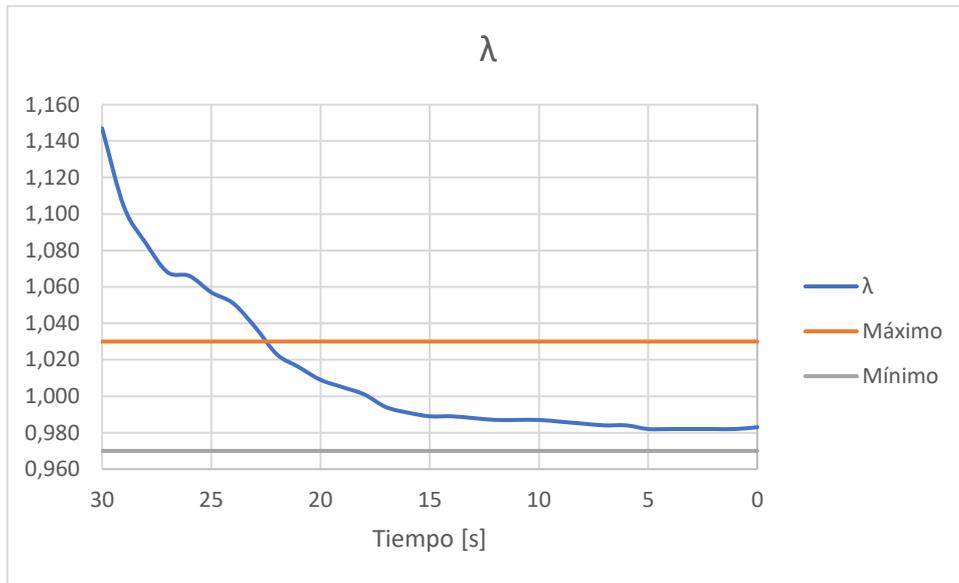
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 7.** Resultados de emisiones de HC la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



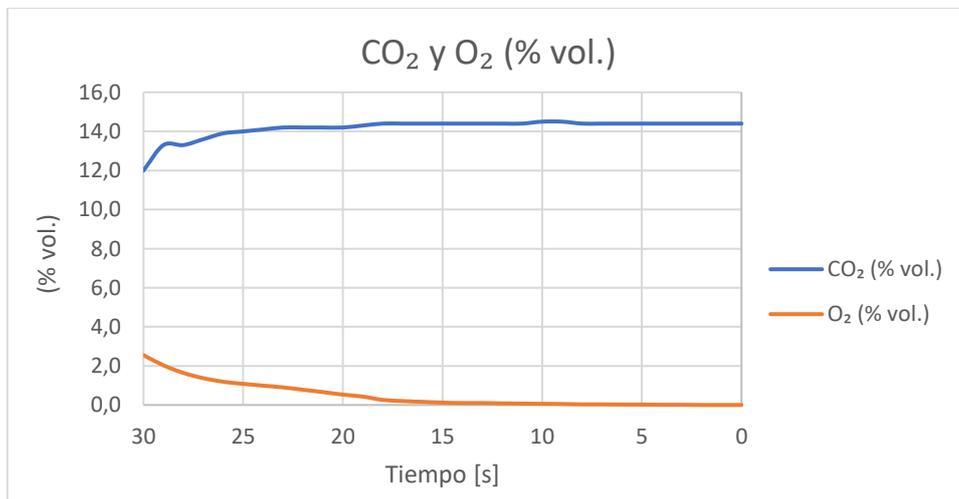
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 8.** Resultados de la relación Lambda de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 9.** Resultados de emisiones CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.

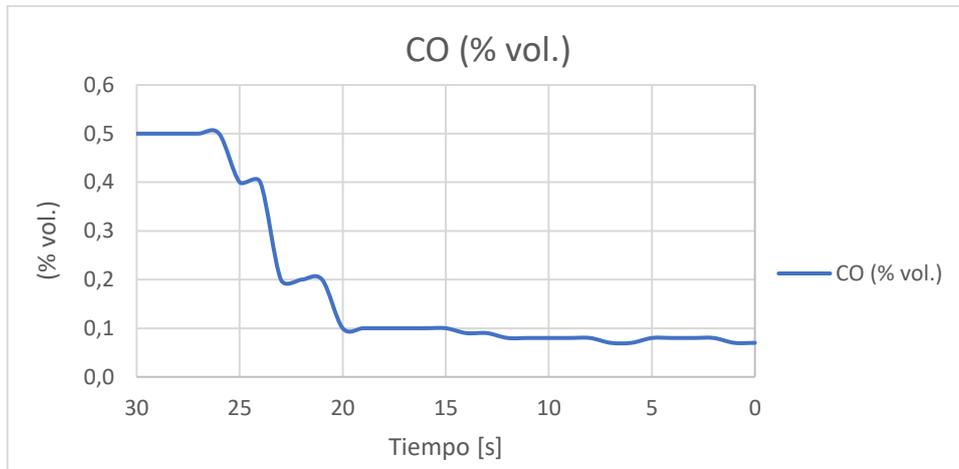


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 10.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con  
Hyundai i10 Sedán.

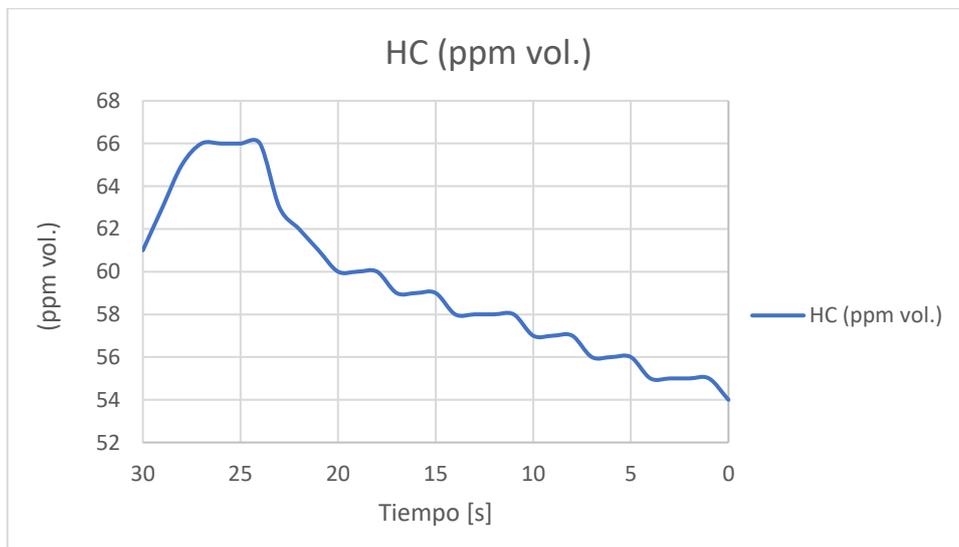
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,5	14,4	61	0,989	0,09
29	0,5	14,3	63	0,999	0,32
28	0,5	14,1	65	0,999	0,71
27	0,5	13,6	66	1,035	1,04
26	0,5	13,6	66	1,043	1,20
25	0,4	13,5	66	1,043	1,20
24	0,4	13,4	66	1,039	1,07
23	0,2	13,3	63	1,038	0,92
22	0,2	13,5	62	1,030	0,76
21	0,2	13,8	61	1,024	0,63
20	0,1	13,9	60	1,019	0,52
19	0,1	14,1	60	1,015	0,43
18	0,1	14,2	60	1,012	0,35
17	0,1	14,3	59	1,009	0,29
16	0,1	14,4	59	1,007	0,23
15	0,1	14,5	59	1,005	0,19
14	0,1	14,5	58	1,003	0,15
13	0,1	14,6	58	1,003	0,14
12	0,1	14,6	58	1,001	0,10
11	0,1	14,7	58	1,001	0,09
10	0,1	14,7	57	1,000	0,06
9	0,1	14,7	57	0,999	0,05
8	0,1	14,7	57	0,998	0,03
7	0,1	14,7	56	0,998	0,02
6	0,1	14,7	56	0,998	0,02
5	0,1	14,8	56	0,998	0,01
4	0,1	14,8	55	0,997	0,00
3	0,1	14,7	55	0,997	0,00
2	0,1	14,7	55	0,997	0,00
1	0,1	14,8	55	0,997	0,00
0	0,1	14,8	54	0,998	0,00

**Anexo 11.** Resultados de emisiones de CO la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



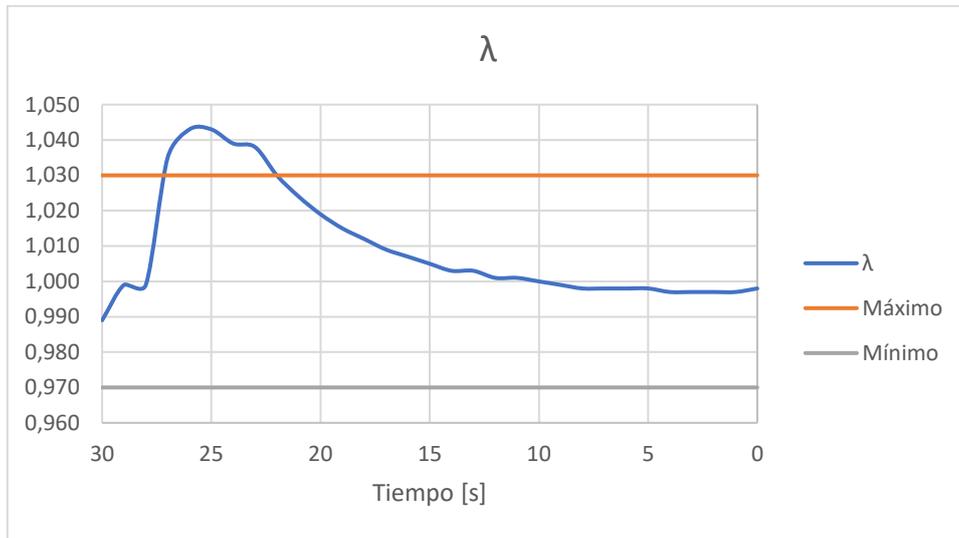
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 12.** Resultados de emisiones HC de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



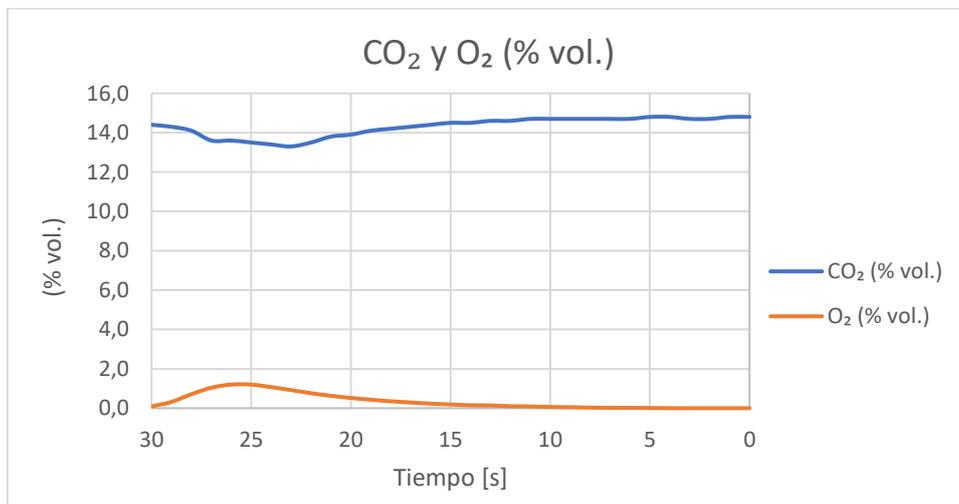
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 13.** Resultados de la relación Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 14.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.

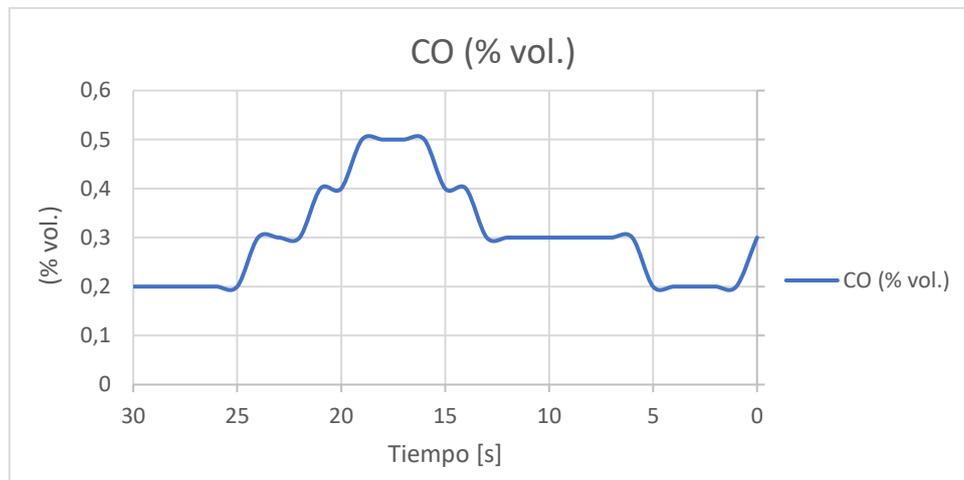


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 15.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.

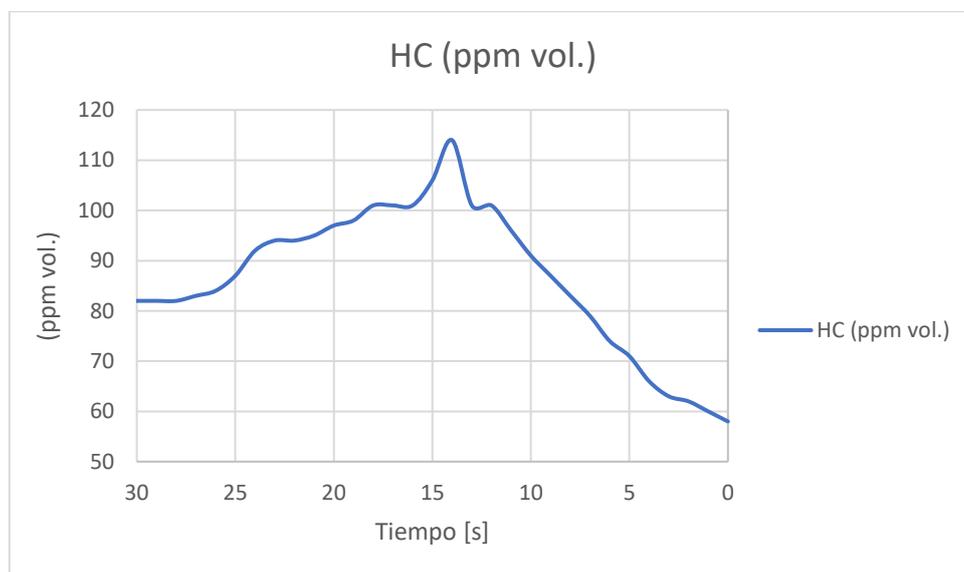
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,2	13,0	82	1,113	2,36
29	0,2	13,5	82	1,098	2,11
28	0,2	13,5	82	1,085	1,87
27	0,2	13,7	83	1,084	1,64
26	0,2	13,8	84	1,060	1,42
25	0,2	13,9	87	1,051	1,24
24	0,3	14,0	92	1,043	1,11
23	0,3	14,0	94	1,037	1,02
22	0,3	14,1	94	1,031	0,93
21	0,4	14,1	95	1,025	0,84
20	0,4	14,2	97	1,018	0,73
19	0,5	14,2	98	1,011	0,61
18	0,5	14,3	101	1,010	0,49
17	0,5	14,4	101	1,005	0,49
16	0,5	14,4	101	1,001	0,30
15	0,4	14,5	106	0,994	0,24
14	0,4	14,6	114	0,993	0,19
13	0,3	14,7	101	0,993	0,15
12	0,3	14,7	101	0,992	0,12
11	0,3	14,7	96	0,992	0,11
10	0,3	14,7	91	0,990	0,08
9	0,3	14,7	87	0,990	0,07
8	0,3	14,7	83	0,990	0,07
7	0,3	14,7	79	0,991	0,06
6	0,3	14,7	74	0,991	0,03
5	0,2	14,7	71	0,991	0,03
4	0,2	14,8	66	0,992	0,02
3	0,2	14,8	63	0,992	0,00
2	0,2	14,7	62	0,992	0,02
1	0,2	14,7	60	0,991	0,01
0	0,3	14,7	58	0,990	0,01

**Anexo 16.** Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



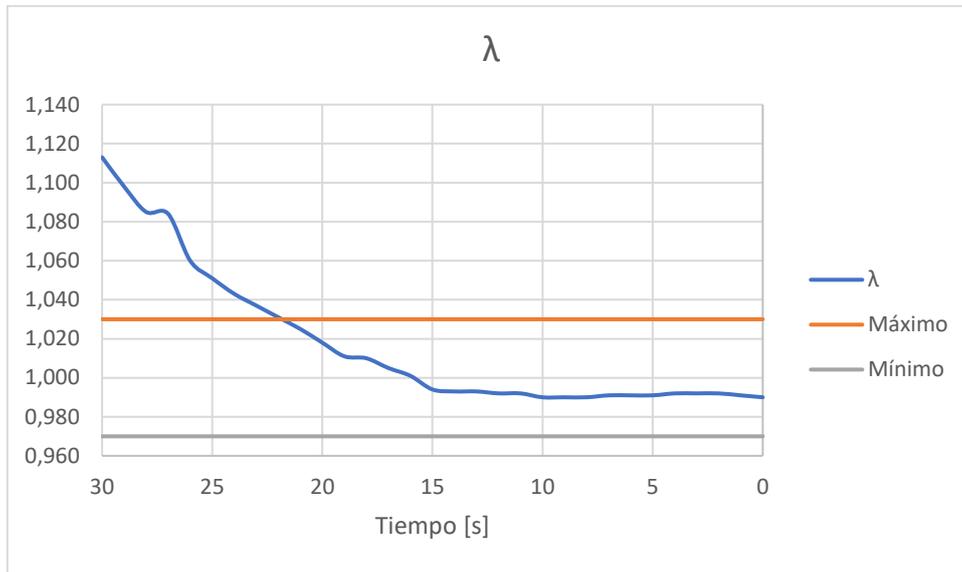
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 17.** Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



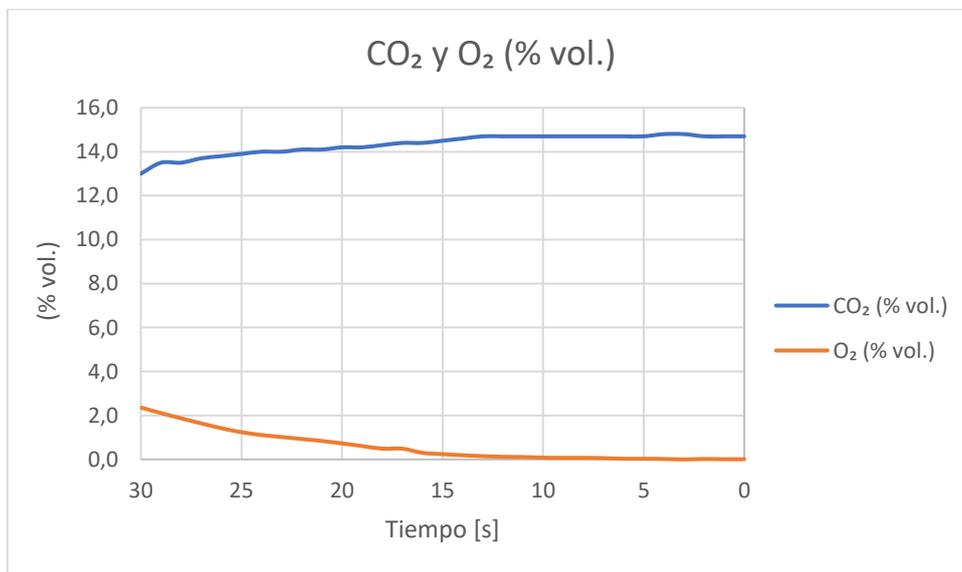
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 18.** Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 19.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.

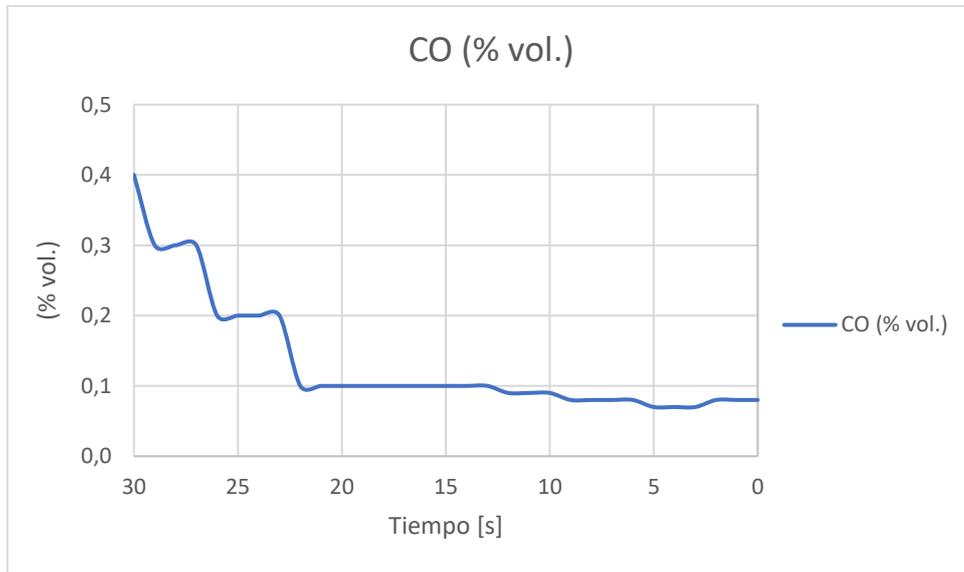


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 20.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.

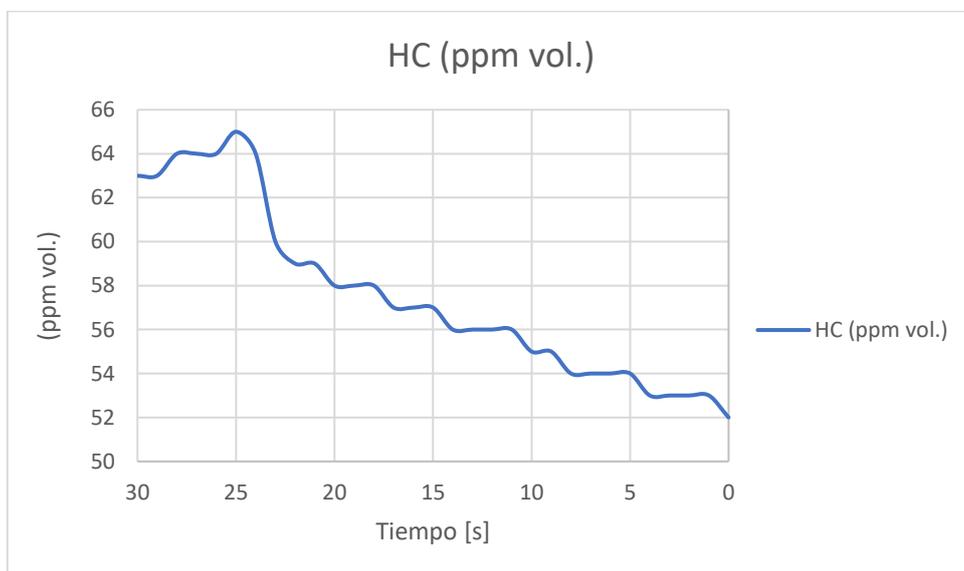
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,4	14,4	63	1,001	0,87
29	0,3	13,9	63	1,059	1,45
28	0,3	13,8	64	1,077	1,77
27	0,3	13,7	64	1,081	1,83
26	0,2	13,6	64	1,076	1,70
25	0,2	13,3	65	1,067	1,49
24	0,2	13,5	64	1,055	1,25
23	0,2	13,8	60	1,045	1,05
22	0,1	14,0	59	1,036	0,87
21	0,1	14,1	59	1,029	0,73
20	0,1	14,3	58	1,023	0,59
19	0,1	14,4	58	1,019	0,50
18	0,1	14,5	58	1,019	0,41
17	0,1	14,5	57	1,015	0,36
16	0,1	14,6	57	1,010	0,29
15	0,1	14,6	57	1,008	0,25
14	0,1	14,7	56	1,006	0,20
13	0,1	14,7	56	1,005	0,18
12	0,1	14,7	56	1,003	0,14
11	0,1	14,8	56	1,003	0,13
10	0,1	14,8	55	1,001	0,09
9	0,1	14,8	55	1,001	0,09
8	0,1	14,8	54	0,999	0,06
7	0,1	14,8	54	0,999	0,05
6	0,1	14,8	54	0,999	0,03
5	0,1	14,8	54	0,998	0,03
4	0,1	14,9	53	0,998	0,02
3	0,1	14,9	53	0,998	0,01
2	0,1	14,9	53	0,997	0,00
1	0,1	14,8	53	0,997	0,00
0	0,1	14,8	52	0,997	0,00

**Anexo 21.** Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



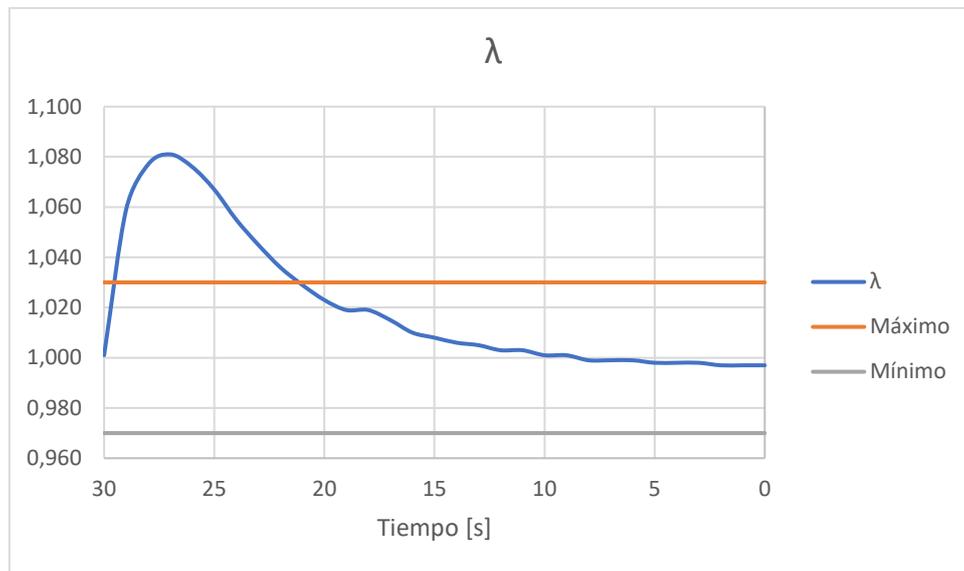
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 22.** Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



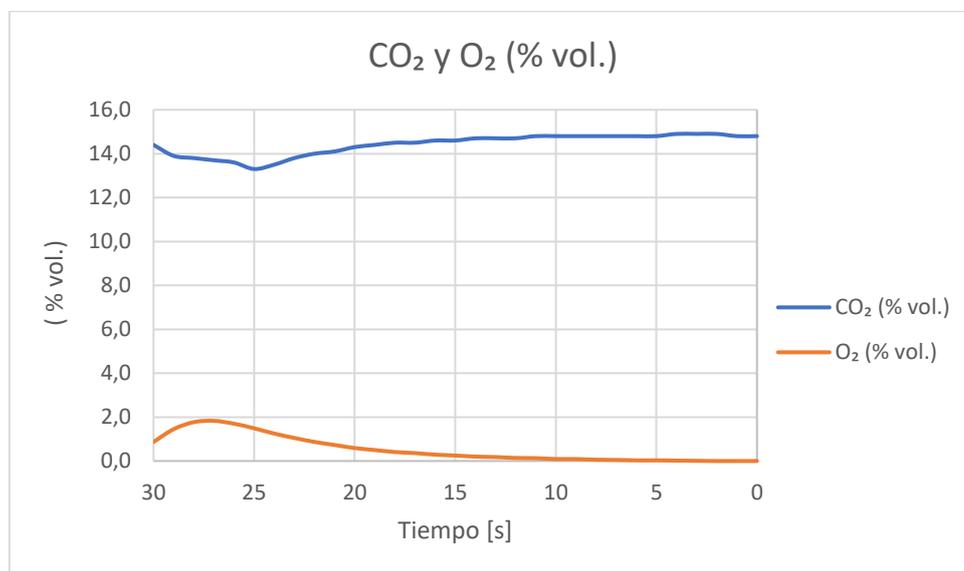
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 23.** Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 24.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 25.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Super con  
Hyundai i10 Sedán.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,04	10,9	16	1,364	5,58
29	0,04	10,9	15	1,359	5,58
28	0,05	11,0	16	1,346	5,42
27	0,05	11,2	18	1,325	5,18
26	0,05	11,3	19	1,307	4,94
25	0,04	11,5	19	1,291	4,76
24	0,04	11,5	20	1,290	4,76
23	0,04	11,4	20	1,315	5,12
22	0,04	11,2	20	1,348	5,58
21	0,04	10,9	21	1,381	5,91
20	0,04	10,9	21	1,385	5,97
19	0,05	10,8	21	1,377	5,79
18	0,04	10,8	21	1,356	5,47
17	0,03	11,1	22	1,324	4,86
16	0,03	11,3	22	1,301	4,86
15	0,03	11,5	22	1,280	4,61
14	0,03	11,6	23	1,265	4,41
13	0,03	11,7	23	1,255	4,27
12	0,03	11,8	23	1,249	4,18
11	0,02	11,8	24	1,245	4,14
10	0,02	11,9	24	1,241	4,11
9	0,02	12,1	24	1,236	4,07
8	0,02	12,1	24	1,233	4,03
7	0,03	12,1	24	1,230	3,99
6	0,03	12,1	24	1,230	3,99
5	0,03	12,1	24	1,230	4,03
4	0,02	12,1	24	1,230	4,03
3	0,02	12,1	23	1,235	4,07
2	0,01	12,1	23	1,238	4,11
1	0,01	12,1	23	1,240	4,15
0	0,01	12,0	22	1,244	4,19

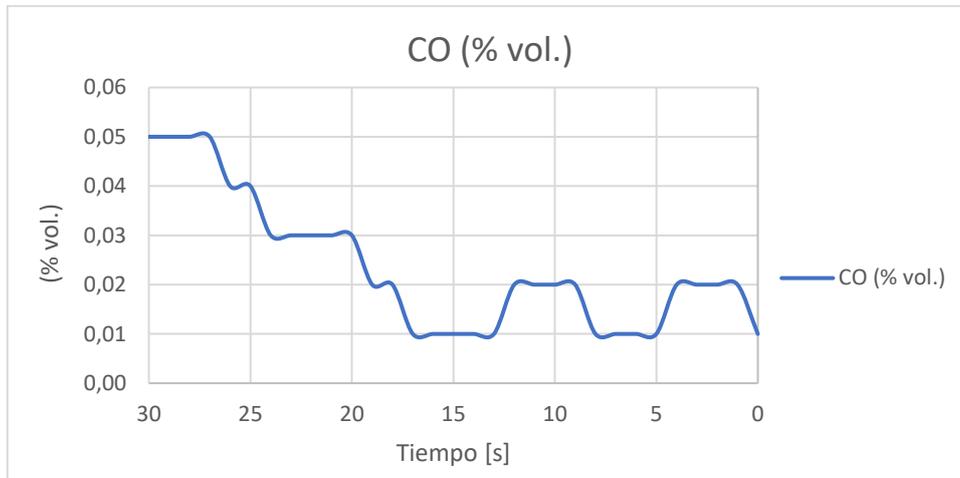
**Anexo 26.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,01	11,3	17	1,360	6,10
29	0,01	11,3	17	1,379	6,10
28	0,01	11,2	17	1,381	6,10
27	0,01	11,2	17	1,371	5,93
26	0,01	10,8	16	1,371	5,73
25	0,00	10,8	16	1,357	5,51
24	0,00	10,9	16	1,343	5,36
23	0,00	11,1	15	1,331	5,24
22	0,00	11,3	15	1,321	5,17
21	0,02	11,3	15	1,317	5,12
20	0,02	11,4	14	1,315	5,11
19	0,02	11,4	14	1,315	5,10
18	0,02	11,4	14	1,315	5,10
17	0,02	11,4	13	1,315	5,10
16	0,03	11,3	13	1,315	5,11
15	0,03	11,3	13	1,315	5,11
14	0,03	11,3	12	1,316	5,14
13	0,03	11,3	12	1,318	5,14
12	0,02	11,3	12	1,319	5,17
11	0,02	11,3	12	1,322	5,19
10	0,01	11,3	11	1,324	5,22
9	0,01	11,3	11	1,324	5,21
8	0,01	11,3	11	1,322	5,19
7	0,01	11,3	10	1,320	5,16
6	0,01	11,3	10	1,319	5,16
5	0,01	11,3	10	1,319	5,15
4	0,01	11,3	10	1,319	5,15
3	0,01	11,3	9	1,319	5,16
2	0,01	11,3	10	1,321	5,18
1	0,00	11,3	10	1,321	5,18
0	0,00	11,3	10	1,324	5,23

**Anexo 27.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con  
Hyundai i10 Sedán.

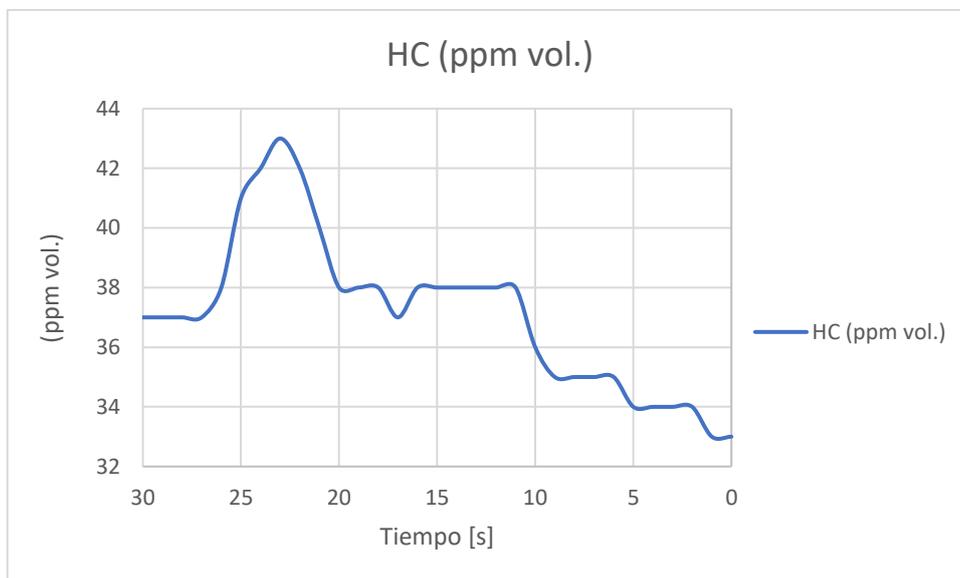
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,05	10,1	37	1,484	7,00
29	0,05	10,3	37	1,454	6,71
28	0,05	10,6	37	1,418	6,35
27	0,05	10,6	37	1,392	5,96
26	0,04	10,8	38	1,360	5,60
25	0,04	11,1	41	1,350	5,34
24	0,03	11,3	42	1,328	5,18
23	0,03	11,6	43	1,307	5,10
22	0,03	11,6	42	1,302	5,05
21	0,03	11,7	40	1,300	5,02
20	0,03	11,7	38	1,298	5,00
19	0,02	11,7	38	1,297	4,97
18	0,02	11,7	38	1,293	4,93
17	0,01	11,7	37	1,289	4,87
16	0,01	11,8	38	1,285	4,82
15	0,01	11,7	38	1,303	5,79
14	0,01	11,2	38	1,360	5,79
13	0,01	11,1	38	1,416	6,61
12	0,02	11,0	38	1,446	7,05
11	0,02	11,0	38	1,444	7,02
10	0,02	10,9	36	1,429	6,71
9	0,02	10,8	35	1,406	6,31
8	0,01	10,8	35	1,382	5,92
7	0,01	11,0	35	1,353	5,33
6	0,01	11,3	35	1,329	5,33
5	0,01	11,4	34	1,313	5,13
4	0,02	11,6	34	1,301	4,99
3	0,02	11,6	34	1,295	4,89
2	0,02	11,7	34	1,289	4,83
1	0,02	11,7	33	1,283	4,77
0	0,01	11,8	33	1,276	4,68

**Anexo 28.** Resultados de emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



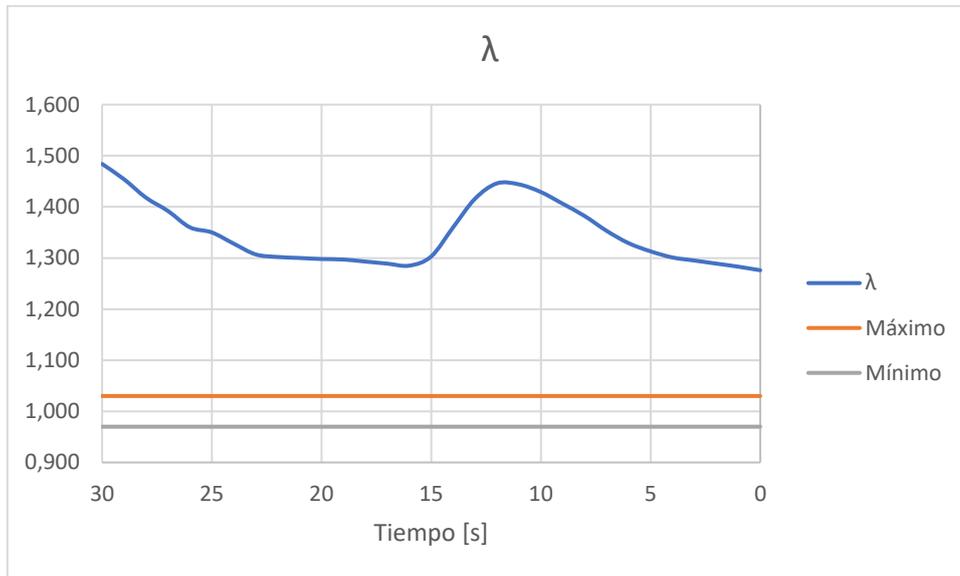
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 29.** Resultados de emisiones de HC de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



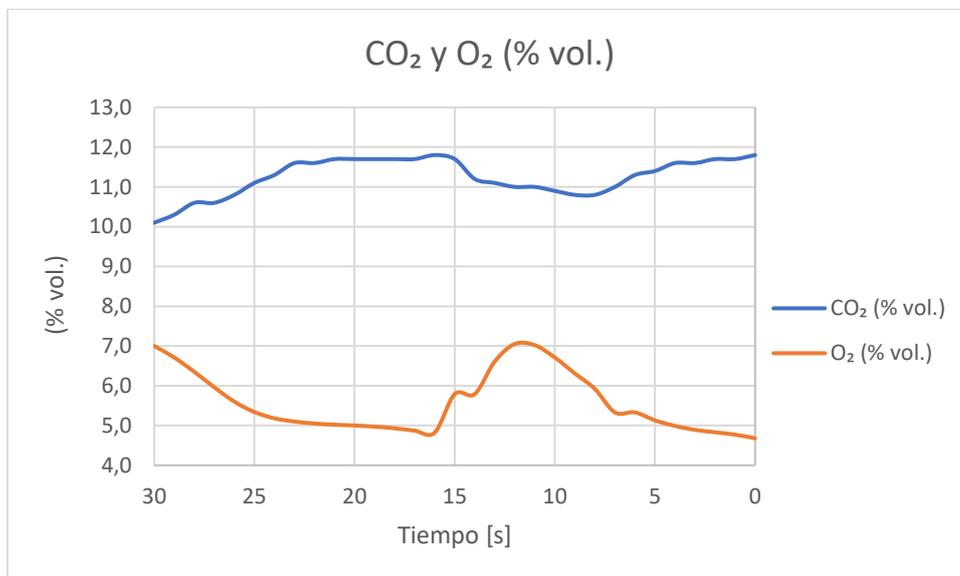
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 30.** Resultados de la relación Lambda de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 31.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.

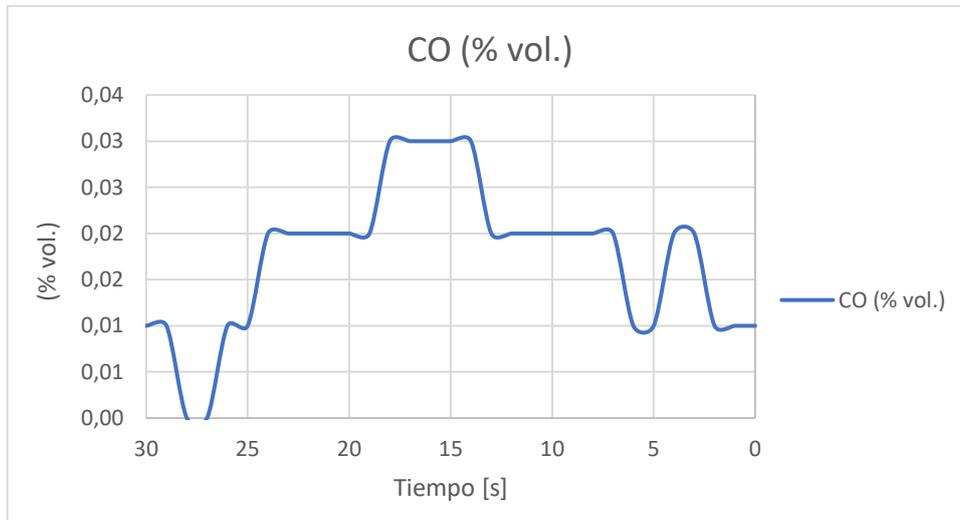


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 32.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Super con  
Hyundai i10 Sedán.

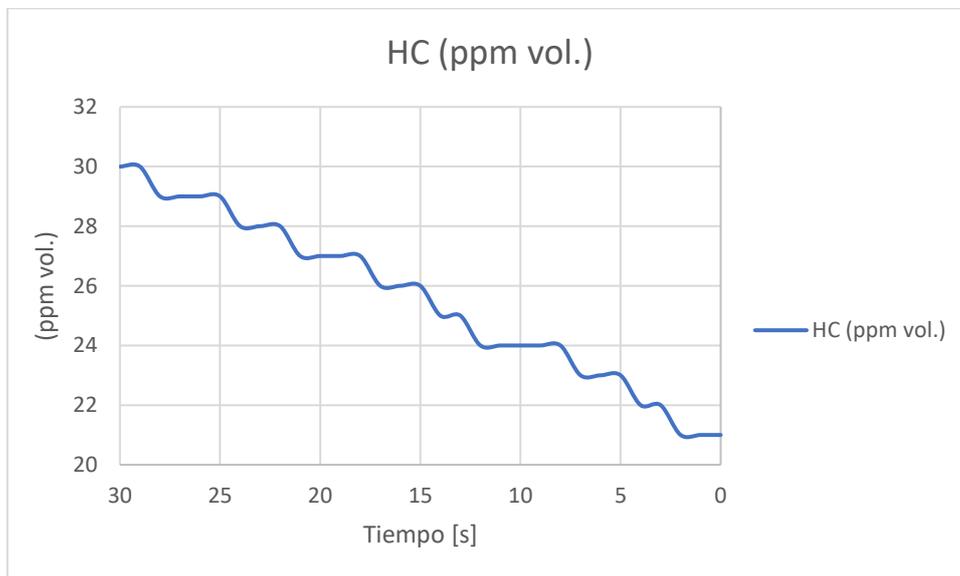
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,01	11,7	30	1,300	5,85
29	0,01	11,5	30	1,356	6,53
28	0,00	11,2	29	1,408	6,53
27	0,00	11,2	29	1,427	6,83
26	0,01	11,1	29	1,426	6,78
25	0,01	11,1	29	1,413	6,54
24	0,02	10,9	28	1,401	6,25
23	0,02	10,6	28	1,393	5,98
22	0,02	10,8	28	1,372	5,75
21	0,02	11,0	27	1,364	5,57
20	0,02	11,2	27	1,349	5,44
19	0,02	11,3	27	1,330	5,34
18	0,03	11,4	27	1,324	5,26
17	0,03	11,4	26	1,318	5,21
16	0,03	11,5	26	1,314	5,17
15	0,03	11,5	26	1,311	5,12
14	0,03	11,6	25	1,308	5,10
13	0,02	11,6	25	1,306	5,07
12	0,02	11,6	24	1,304	5,06
11	0,02	11,6	24	1,303	5,03
10	0,02	11,6	24	1,302	5,03
9	0,02	11,3	24	1,301	5,02
8	0,02	11,3	24	1,301	5,02
7	0,02	11,7	23	1,301	5,02
6	0,01	11,7	23	1,301	5,02
5	0,01	11,7	23	1,301	5,02
4	0,02	11,6	22	1,301	5,02
3	0,02	11,3	22	1,302	5,02
2	0,01	11,3	21	1,302	5,03
1	0,01	11,6	21	1,303	5,03
0	0,01	11,6	21	1,303	5,04

**Anexo 33.** Resultados de emisiones de CO de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



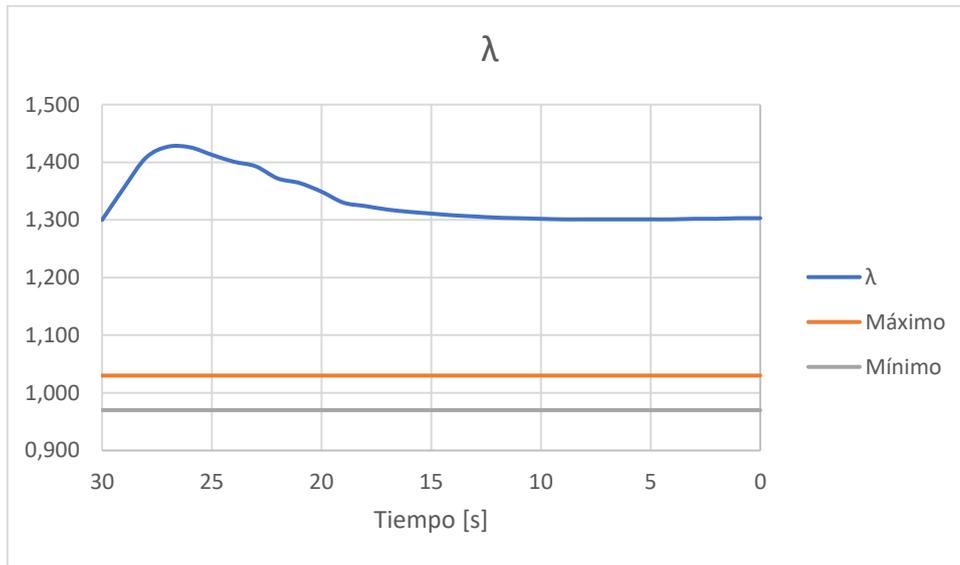
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 34.** Resultados de emisiones de HC de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



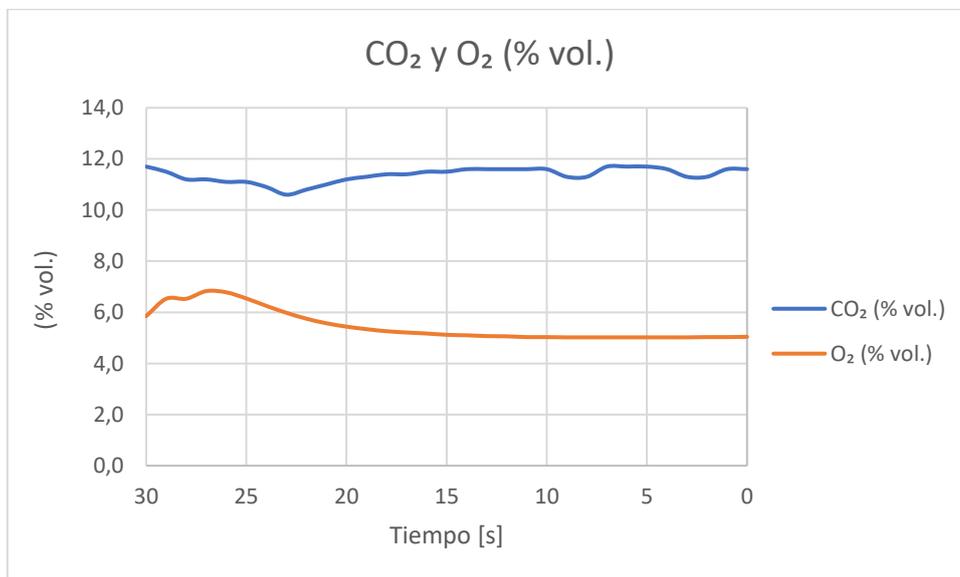
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 35.** Resultados de la relación Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 36.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> la segunda prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.

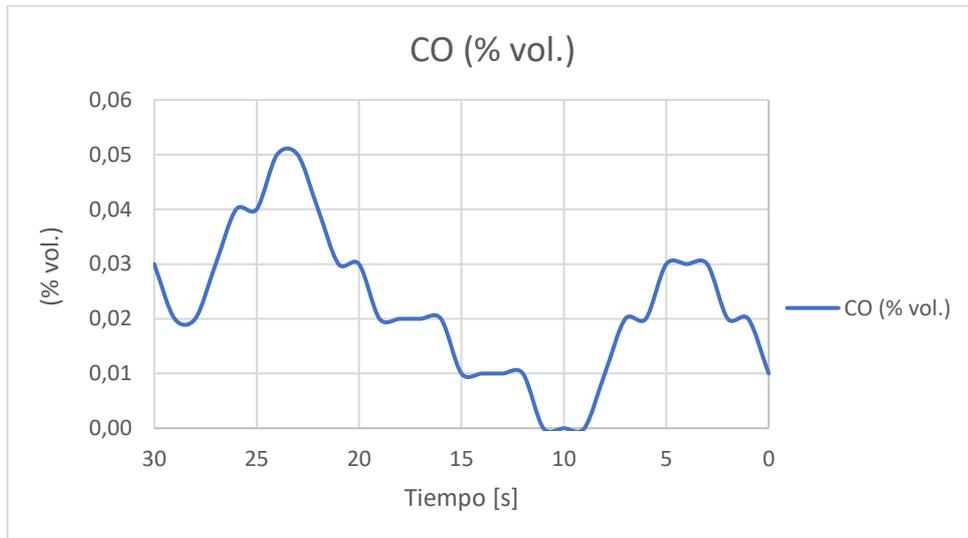


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 37.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con  
Hyundai i10 Sedán.

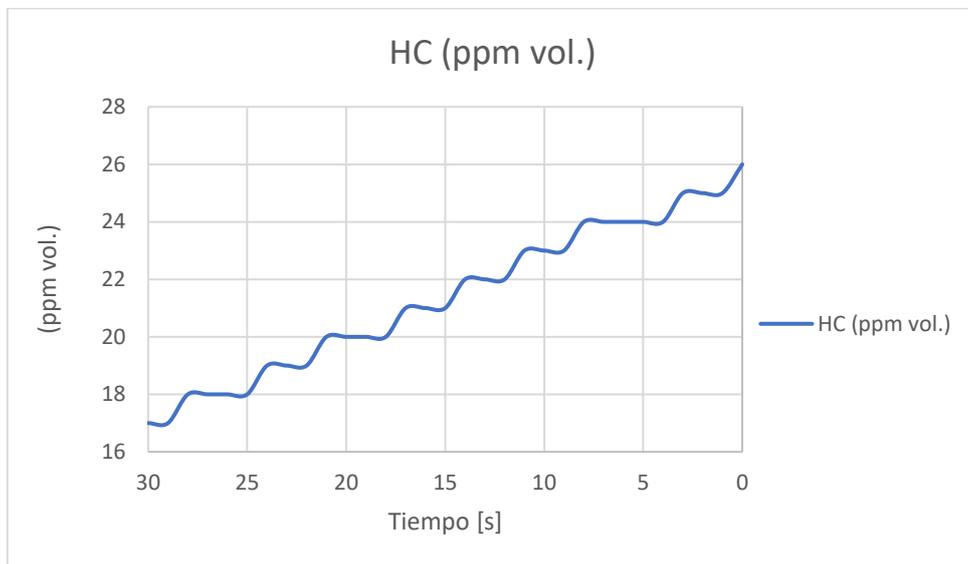
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,03	10,8	17	1,398	5,98
29	0,02	11,0	17	1,369	5,80
28	0,02	11,1	18	1,353	5,60
27	0,03	11,4	18	1,335	5,40
26	0,04	11,4	18	1,322	5,23
25	0,04	11,5	18	1,311	5,10
24	0,05	11,6	19	1,304	5,02
23	0,05	11,6	19	1,299	4,97
22	0,04	11,7	19	1,296	4,94
21	0,03	11,7	20	1,294	4,91
20	0,03	11,7	20	1,293	4,91
19	0,02	11,7	20	1,291	4,87
18	0,02	11,7	20	1,291	4,83
17	0,02	11,8	21	1,285	4,78
16	0,02	11,8	21	1,281	4,74
15	0,01	11,8	21	1,277	4,69
14	0,01	11,9	22	1,274	4,65
13	0,01	11,9	22	1,271	4,60
12	0,01	11,9	22	1,268	4,57
11	0,00	12,0	23	1,265	4,53
10	0,00	12,0	23	1,263	4,50
9	0,00	12,0	23	1,260	4,46
8	0,01	12,0	24	1,258	4,44
7	0,02	12,0	24	1,256	4,41
6	0,02	12,0	24	1,255	4,40
5	0,03	12,1	24	1,253	4,37
4	0,03	12,1	24	1,252	4,35
3	0,03	12,1	25	1,250	4,32
2	0,02	12,1	25	1,249	4,32
1	0,02	12,1	25	1,249	4,29
0	0,01	12,1	26	1,247	4,29

**Anexo 38.** Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



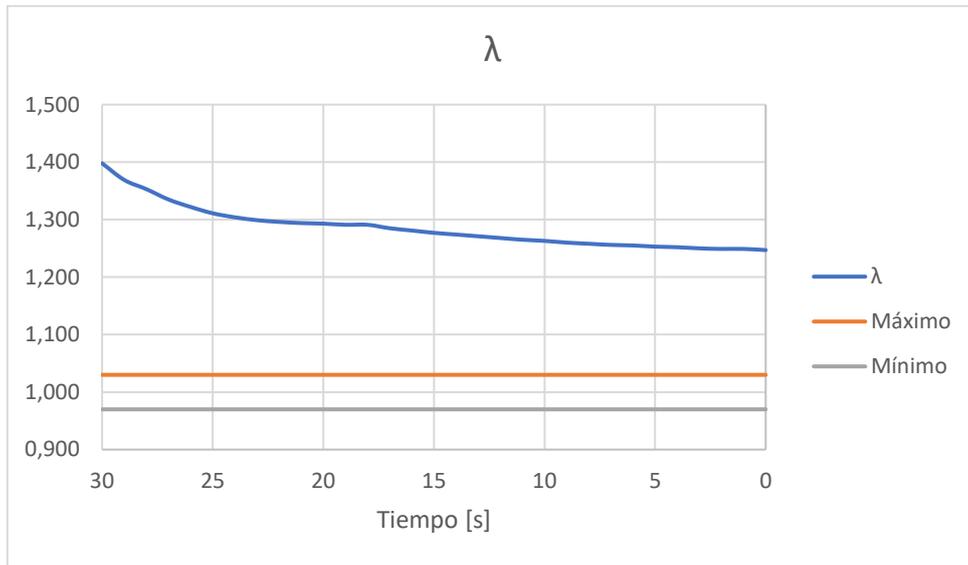
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 39.** Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



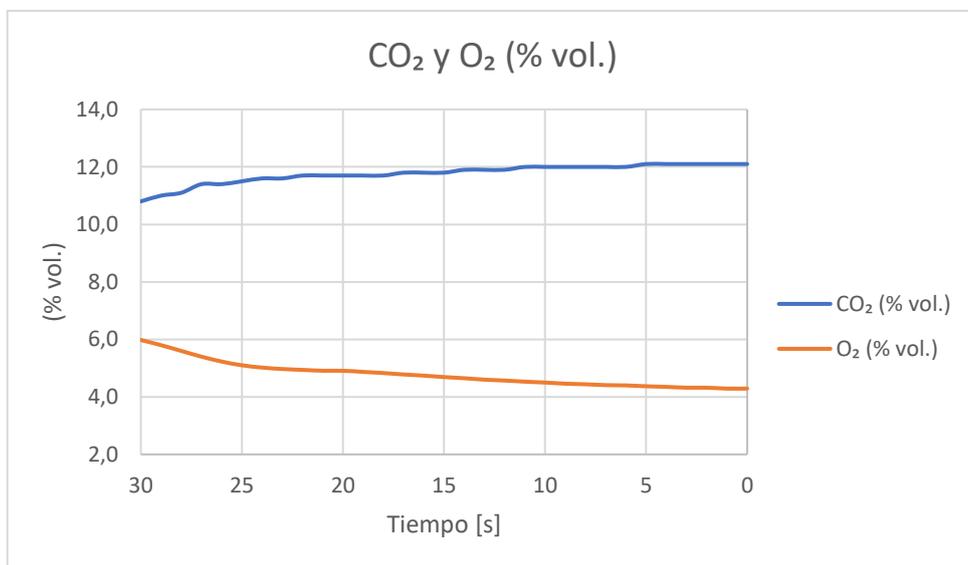
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 40.** Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 41.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.

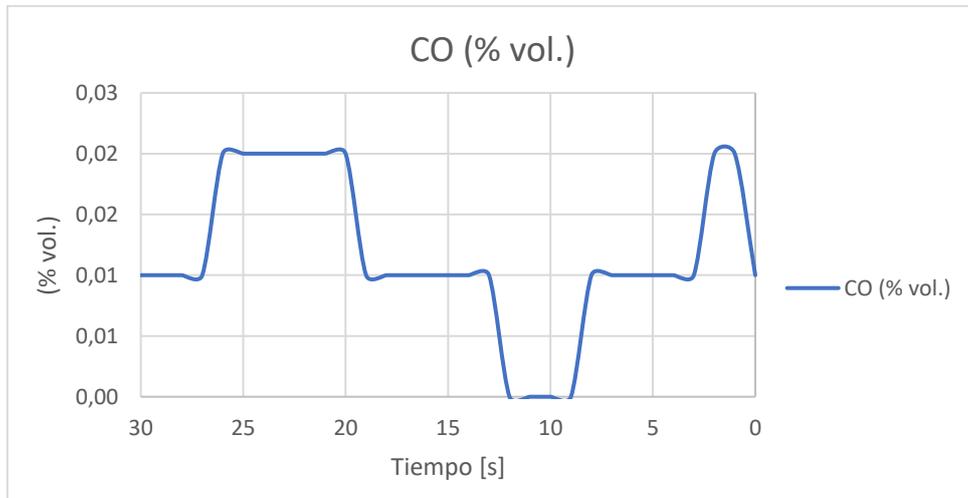


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 42.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Super con  
Hyundai i10 Sedán.

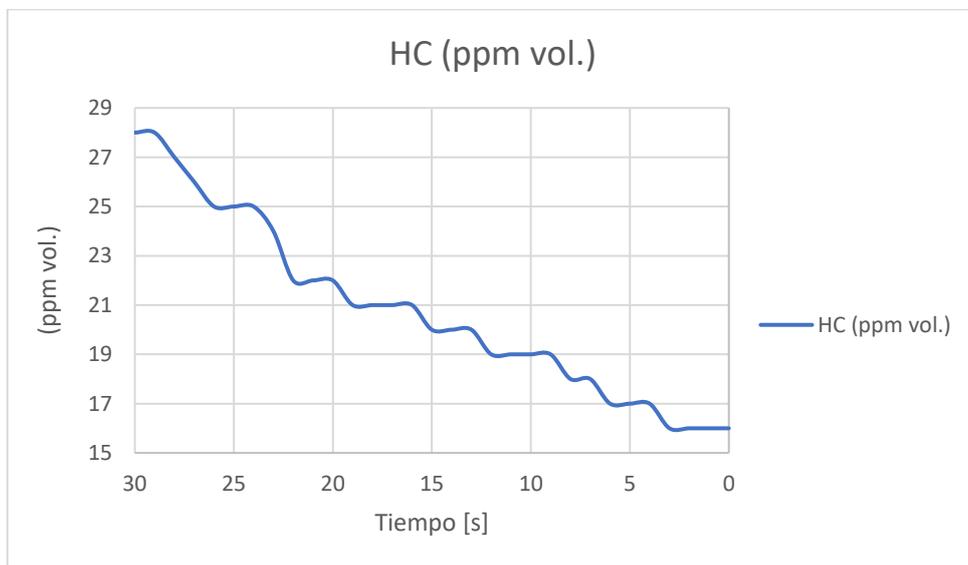
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,01	12,1	28	1,243	4,23
29	0,01	12,0	28	1,263	4,53
28	0,01	11,8	27	1,310	5,25
27	0,01	11,5	26	1,376	6,15
26	0,02	11,4	25	1,417	6,79
25	0,02	11,3	25	1,431	6,99
24	0,02	11,3	25	1,431	6,86
23	0,02	11,0	24	1,419	6,58
22	0,02	10,3	22	1,425	6,27
21	0,02	10,5	22	1,400	6,00
20	0,02	10,7	22	1,376	5,77
19	0,01	11,1	21	1,352	5,58
18	0,01	11,2	21	1,340	5,44
17	0,01	11,3	21	1,330	5,33
16	0,01	11,3	21	1,330	5,23
15	0,01	11,4	20	1,322	5,17
14	0,01	11,4	20	1,312	5,10
13	0,01	11,5	20	1,308	5,05
12	0,00	11,5	19	1,304	5,00
11	0,00	11,6	19	1,300	4,96
10	0,00	11,6	19	1,297	4,92
9	0,00	11,6	19	1,295	4,91
8	0,01	11,7	18	1,295	4,90
7	0,01	11,7	18	1,295	4,91
6	0,01	11,7	17	1,295	4,91
5	0,01	11,7	17	1,296	4,93
4	0,01	11,7	17	1,297	4,93
3	0,01	11,6	16	1,297	4,94
2	0,02	11,6	16	1,298	4,95
1	0,02	11,6	16	1,299	4,95
0	0,01	11,6	16	1,299	4,96

**Anexo 43.** Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



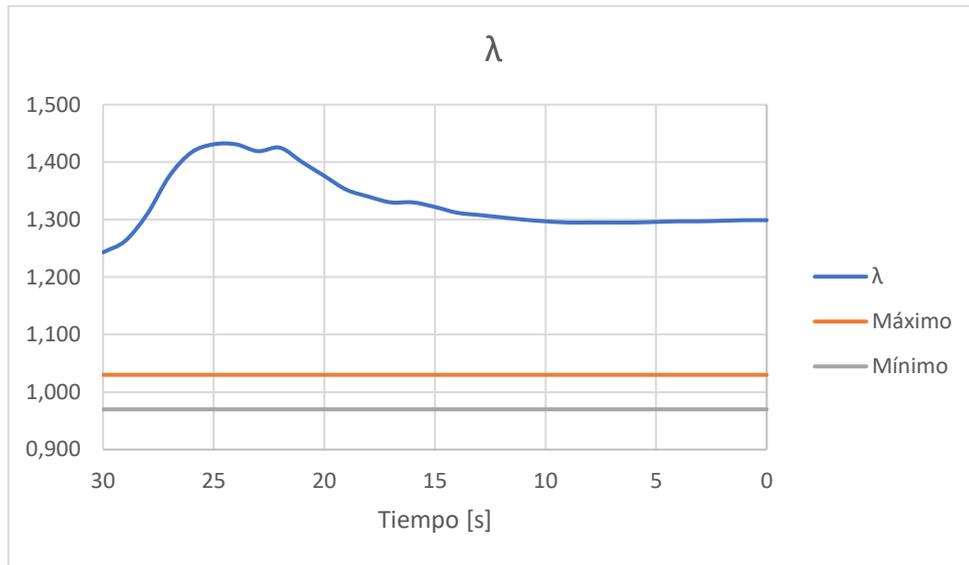
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 44.** Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



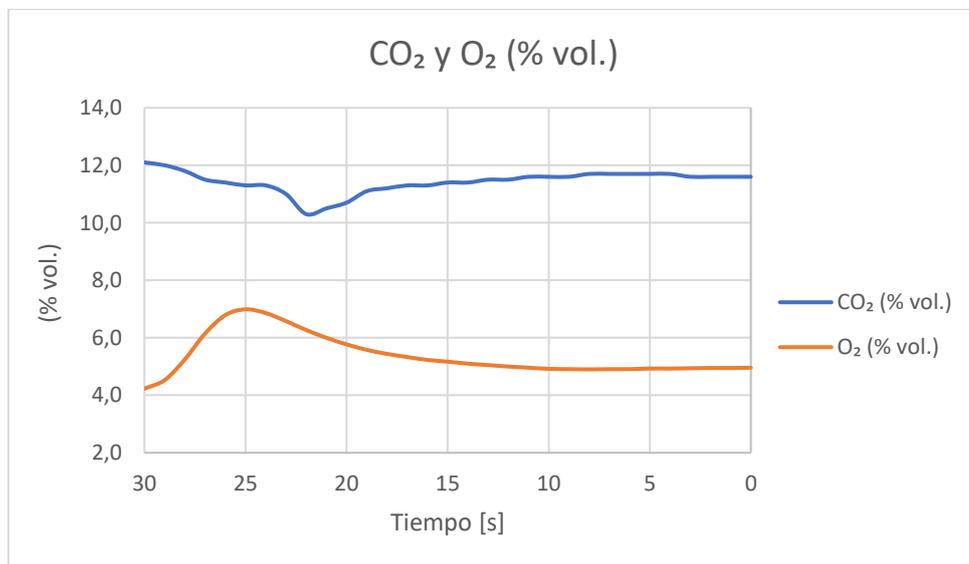
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 45.** Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 46.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 47.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,1	9,1	10	1,484	5,39
29	0,1	10,3	16	1,358	5,39
28	0,1	11,1	29	1,275	4,49
27	0,1	11,8	28	1,219	3,77
26	0,1	12,3	27	1,174	3,13
25	0,1	12,8	26	1,137	2,55
24	0,1	13,1	26	1,108	2,09
23	0,1	13,4	28	1,088	1,75
22	0,1	13,6	30	1,074	1,50
21	0,1	13,8	32	1,063	1,31
20	0,1	13,9	32	1,054	1,13
19	0,1	14,0	32	1,043	0,97
18	0,3	14,0	33	1,029	0,79
17	0,3	14,1	33	1,021	0,64
16	0,3	14,2	33	1,015	0,50
15	0,3	14,3	34	1,010	0,39
14	0,2	14,3	34	1,006	0,30
13	0,2	14,4	34	1,004	0,24
12	0,2	14,4	35	1,002	0,18
11	0,1	14,4	35	1,002	0,15
10	0,1	14,5	35	1,001	0,12
9	0,1	14,5	35	1,001	0,11
8	0,1	14,5	36	0,999	0,08
7	0,1	14,5	36	0,999	0,07
6	0,1	14,5	36	0,999	0,06
5	0,1	14,5	35	0,997	0,06
4	0,1	14,5	34	0,996	0,03
3	0,2	14,5	32	0,995	0,03
2	0,2	14,5	31	0,994	0,03
1	0,2	14,5	30	0,993	0,02
0	0,2	14,5	30	0,993	0,01

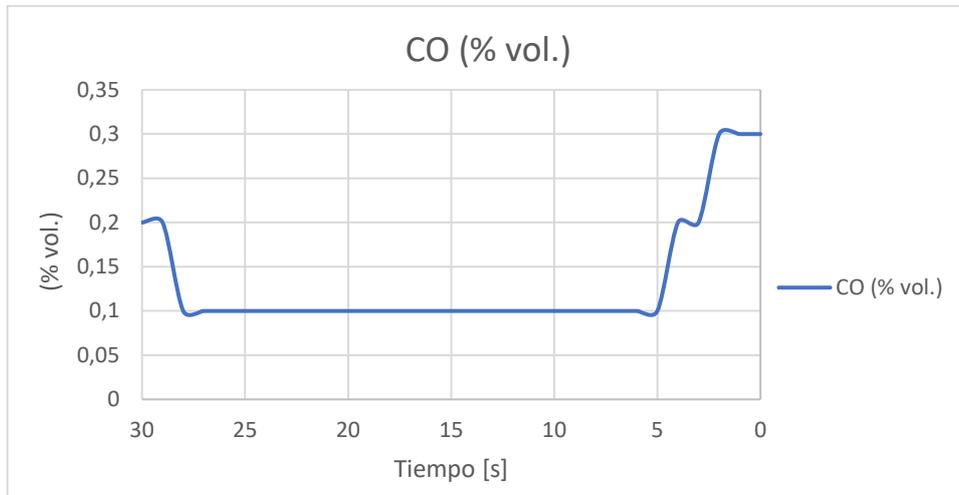
**Anexo 48.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,1	14,4	28	1,004	0,38
29	0,2	14,2	27	1,012	0,38
28	0,2	14,0	27	1,018	0,51
27	0,2	13,7	28	1,025	0,64
26	0,2	13,6	29	1,031	0,74
25	0,2	13,5	31	1,032	0,76
24	0,2	13,4	32	1,029	0,71
23	0,2	13,4	32	1,025	0,61
22	0,2	13,6	31	1,019	0,51
21	0,2	13,8	29	1,014	0,42
20	0,1	13,9	27	1,012	0,34
19	0,1	14,1	27	1,011	0,27
18	0,1	14,2	26	1,009	0,22
17	0,1	14,3	26	1,007	0,18
16	0,1	14,3	26	1,006	0,15
15	0,1	14,4	26	1,004	0,12
14	0,1	14,5	25	1,004	0,11
13	0,1	14,7	25	1,002	0,08
12	0,1	14,7	25	1,001	0,07
11	0,1	14,8	24	1,000	0,05
10	0,1	14,8	24	0,999	0,04
9	0,1	14,8	24	0,999	0,04
8	0,1	14,8	23	0,999	0,30
7	0,1	14,8	23	0,999	0,02
6	0,1	14,8	23	0,998	0,01
5	0,1	14,7	23	0,998	0,01
4	0,1	14,7	22	0,998	0,00
3	0,1	14,7	22	0,998	0,00
2	0,1	14,7	22	0,998	0,00
1	0,1	14,7	21	0,998	0,00
0	0,1	14,7	21	0,998	0,00

**Anexo 49.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.

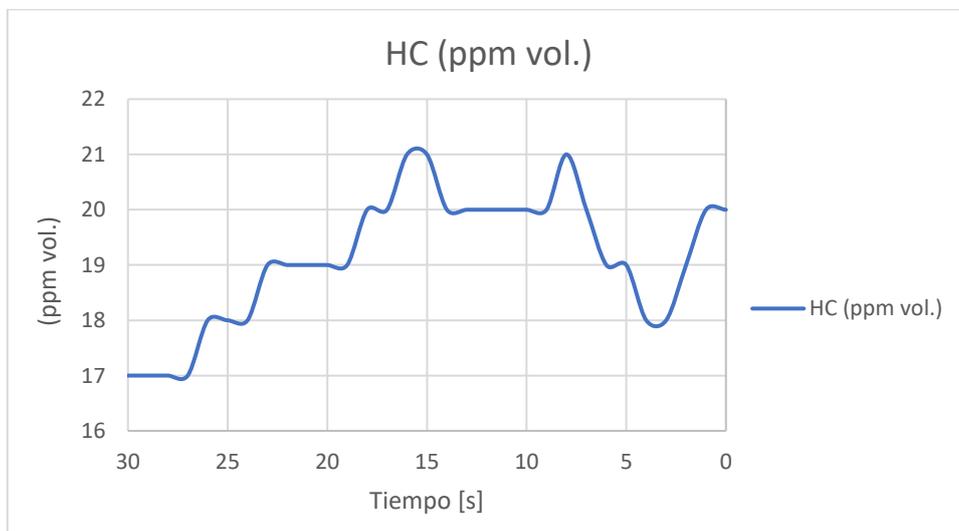
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,2	8,6	17	1,586	7,53
29	0,2	9,6	17	1,454	6,41
28	0,1	10,5	17	1,356	5,52
27	0,1	11,1	17	1,292	4,78
26	0,1	11,8	18	1,235	4,07
25	0,1	12,3	18	1,189	3,40
24	0,1	12,8	18	1,151	2,84
23	0,1	13,1	19	1,122	2,37
22	0,1	13,5	19	1,099	1,68
21	0,1	13,8	19	1,082	1,68
20	0,1	14,0	19	1,067	1,42
19	0,1	14,0	19	1,067	1,18
18	0,1	14,0	20	1,044	0,97
17	0,1	14,5	20	1,034	0,78
16	0,1	14,6	21	1,026	0,62
15	0,1	14,7	21	1,020	0,49
14	0,1	14,8	20	1,015	0,38
13	0,1	14,9	20	1,011	0,30
12	0,1	14,9	20	1,008	0,24
11	0,1	14,9	20	1,006	0,19
10	0,1	15,0	20	1,004	0,15
9	0,1	15,0	20	1,002	0,13
8	0,1	15,0	21	1,001	0,10
7	0,1	15,0	20	1,001	0,07
6	0,1	15,0	19	1,000	0,07
5	0,1	15,0	19	0,999	0,06
4	0,2	15,0	18	0,997	0,05
3	0,2	15,0	18	0,996	0,05
2	0,3	15,0	19	0,994	0,04
1	0,3	14,9	20	0,993	0,04
0	0,3	14,9	20	0,992	0,03

**Anexo 50.** Resultados de emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



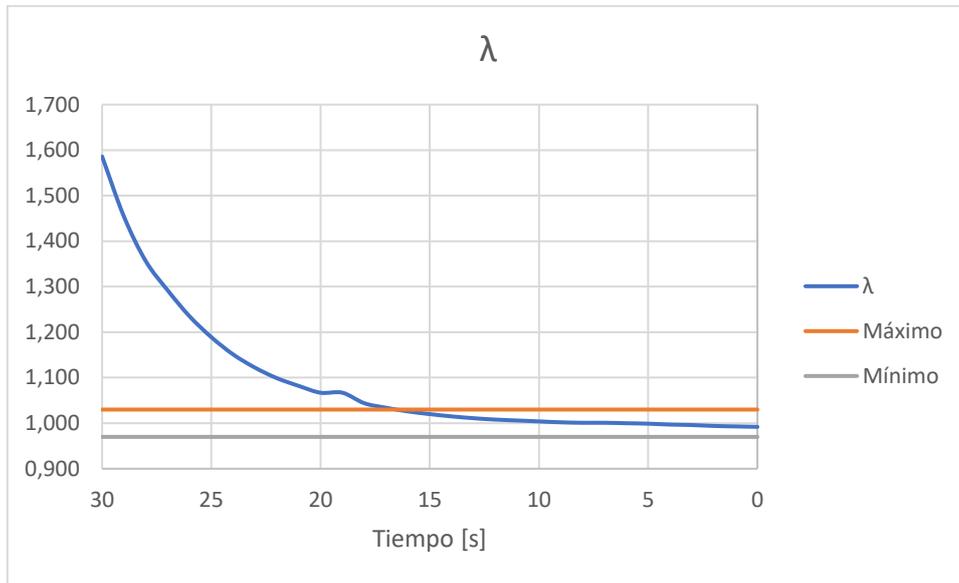
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 51.** Resultados de emisiones de HC de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



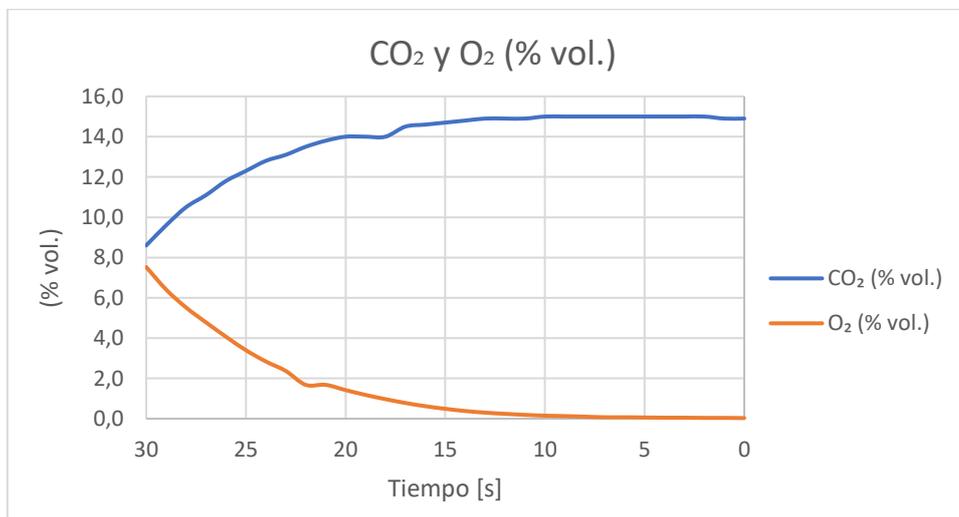
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 52.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 53.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.

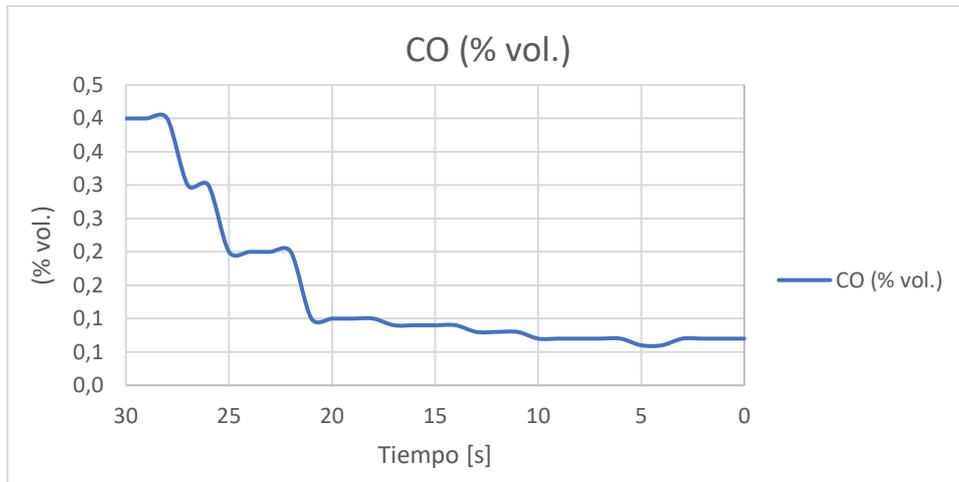


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 54.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.

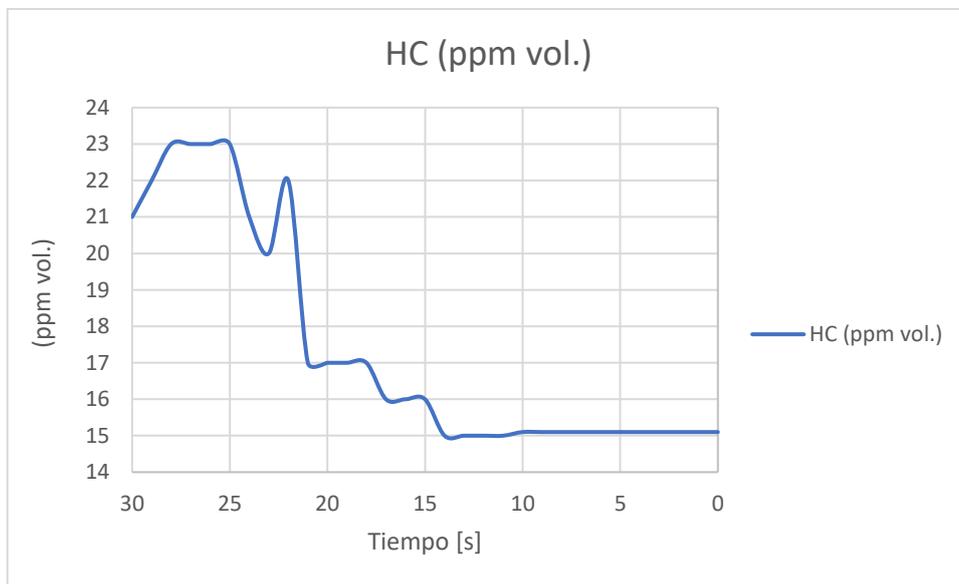
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
<b>30</b>	0,4	14,6	21	0,992	0,11
<b>29</b>	0,4	14,4	22	0,996	0,18
<b>28</b>	0,4	14,1	23	0,999	0,25
<b>27</b>	0,3	14,0	23	1,002	0,28
<b>26</b>	0,3	13,9	23	1,003	0,27
<b>25</b>	0,2	14,0	23	1,003	0,19
<b>24</b>	0,2	14,2	21	1,002	0,15
<b>23</b>	0,2	14,3	20	1,002	0,15
<b>22</b>	0,2	14,5	22	1,001	0,09
<b>21</b>	0,1	14,6	17	1,000	0,07
<b>20</b>	0,1	14,7	17	1,000	0,06
<b>19</b>	0,1	14,8	17	0,999	0,04
<b>18</b>	0,1	14,8	17	0,999	0,03
<b>17</b>	0,1	14,9	16	0,999	0,02
<b>16</b>	0,1	14,9	16	0,999	0,02
<b>15</b>	0,1	15,0	16	0,999	0,01
<b>14</b>	0,1	15,0	15	0,999	0,00
<b>13</b>	0,1	15,0	15	0,999	0,00
<b>12</b>	0,1	15,0	15	0,999	0,00
<b>11</b>	0,1	14,0	15	0,999	0,00
<b>10</b>	0,1	14,0	15,1	0,999	0,00
<b>9</b>	0,1	14,0	15,1	0,999	0,00
<b>8</b>	0,1	14,0	15,1	0,999	0,00
<b>7</b>	0,1	13,0	15,1	0,999	0,00
<b>6</b>	0,1	13,0	15,1	0,999	0,00
<b>5</b>	0,1	13,0	15,1	0,999	0,00
<b>4</b>	0,1	12,0	15,1	0,999	0,00
<b>3</b>	0,1	12,0	15,1	0,999	0,00
<b>2</b>	0,1	12,0	15,1	0,999	0,00
<b>1</b>	0,1	11,0	15,1	0,999	0,00
<b>0</b>	0,1	11,0	15,1	0,999	0,00

**Anexo 55.** Resultados de emisiones de CO de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



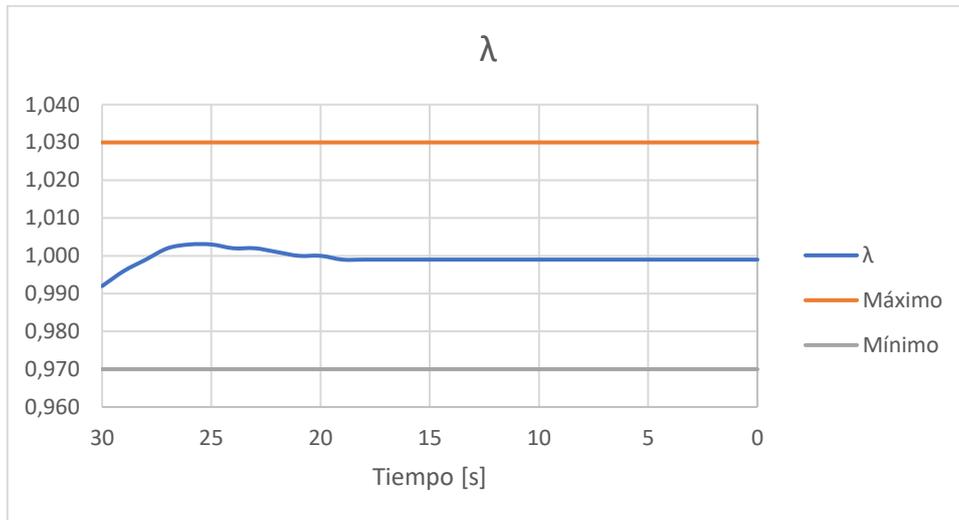
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 56.** Resultados de emisiones de HC de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



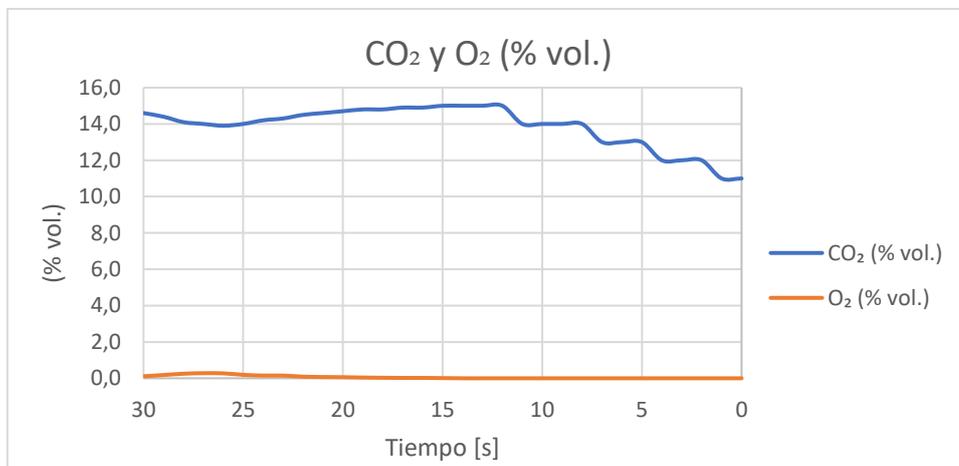
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 57.** Resultados de la relación Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 58.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.

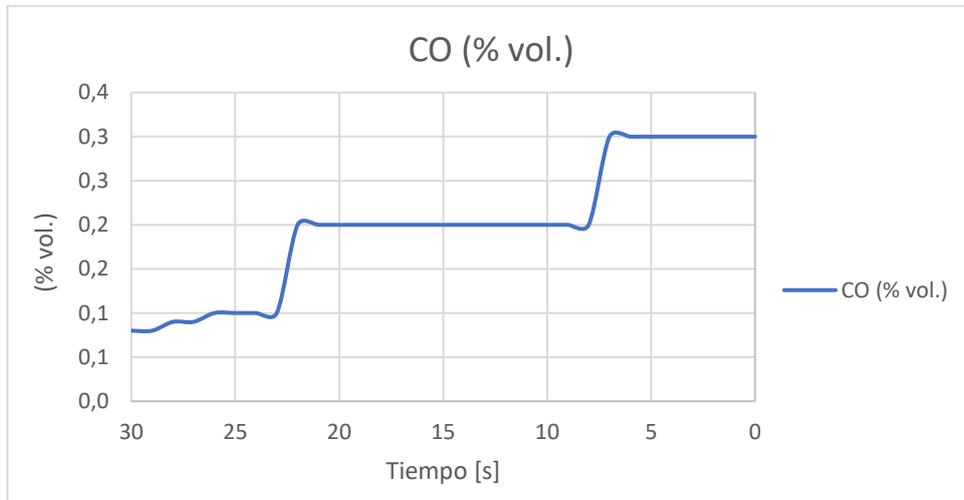


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 59.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con  
Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.

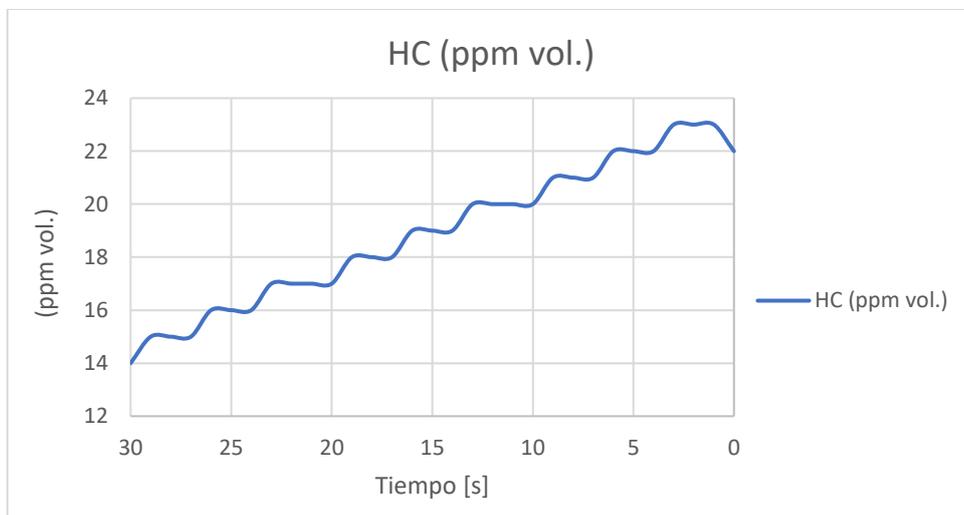
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,0	13,9	14	1,076	1,55
29	0,0	14,0	15	1,064	1,33
28	0,0	14,2	15	1,054	1,13
27	0,0	14,3	15	1,046	0,98
26	0,1	14,4	16	1,039	0,86
25	0,1	14,5	16	1,034	0,77
24	0,1	14,6	16	1,030	0,71
23	0,1	14,6	17	1,026	0,65
22	0,2	14,6	17	1,021	0,56
21	0,2	14,7	17	1,016	0,47
20	0,2	14,7	17	1,011	0,38
19	0,2	14,8	18	1,008	0,30
18	0,2	14,8	18	1,004	0,24
17	0,2	14,8	18	1,002	0,19
16	0,2	14,9	19	1,000	0,14
15	0,2	14,9	19	0,998	0,11
14	0,2	14,9	19	0,998	0,09
13	0,2	14,9	20	0,996	0,06
12	0,2	14,9	20	0,996	0,06
11	0,2	14,9	20	0,995	0,05
10	0,2	14,9	20	0,995	0,04
9	0,2	14,9	21	0,994	0,03
8	0,2	14,8	21	0,994	0,03
7	0,3	14,8	21	0,993	0,02
6	0,3	14,8	22	0,990	0,01
5	0,3	14,8	22	0,990	0,01
4	0,3	14,8	22	0,991	0,00
3	0,3	14,9	23	0,991	0,00
2	0,3	14,9	23	0,991	0,00
1	0,3	14,8	23	0,991	0,00
0	0,3	14,8	22	0,990	0,00

**Anexo 60.** Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



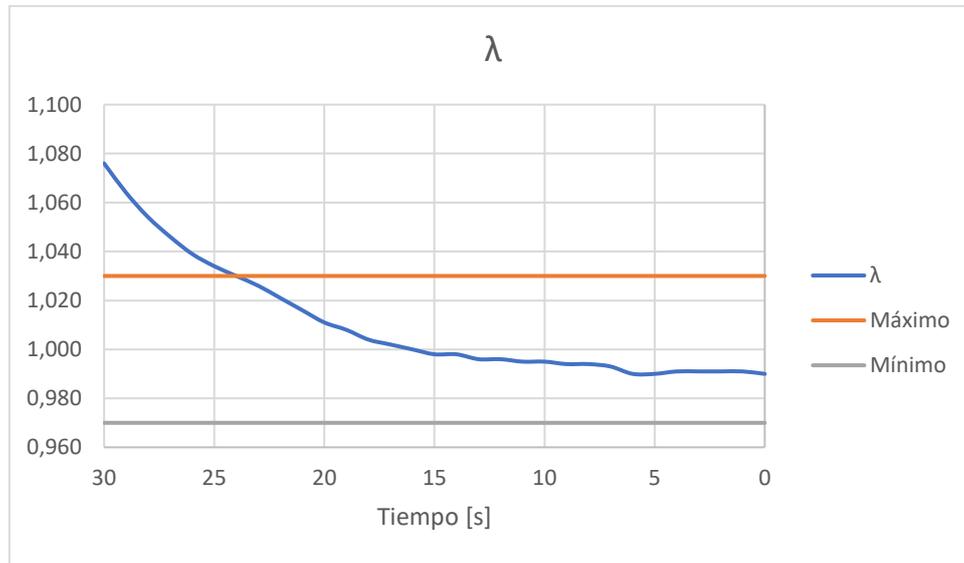
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 61.** Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



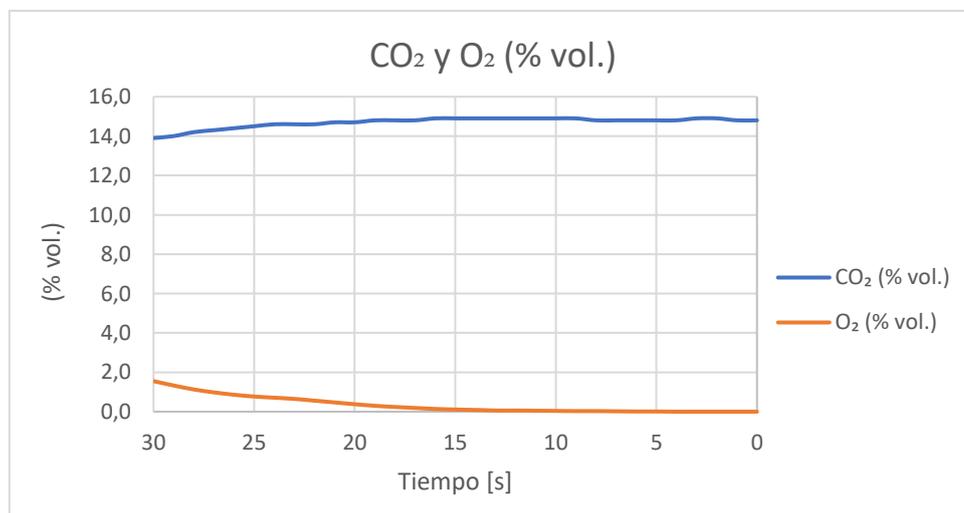
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 62.** Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 63.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.

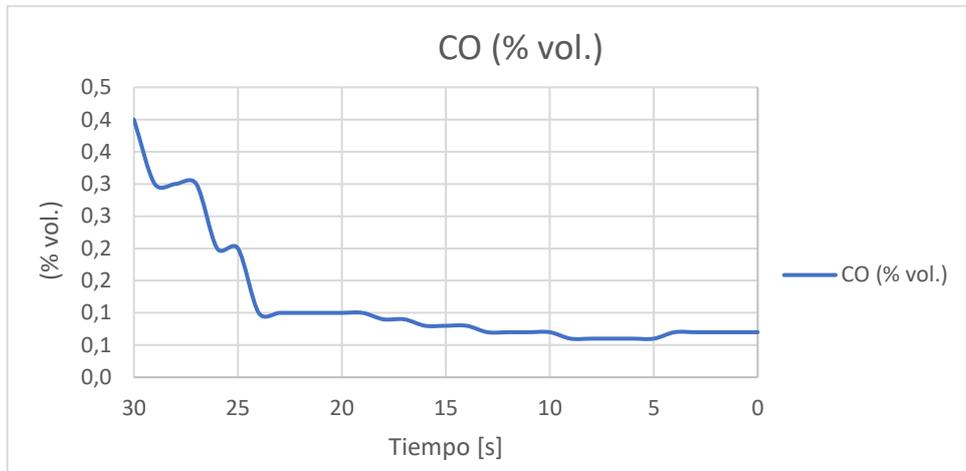


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 64.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.

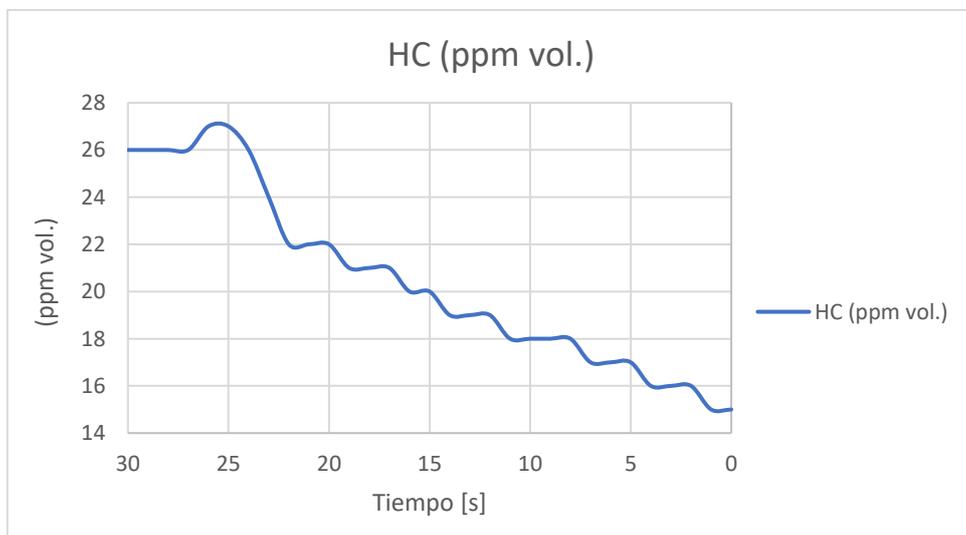
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,4	14,0	26	1,030	1,08
29	0,3	13,9	26	1,042	1,08
28	0,3	13,8	26	1,046	1,12
27	0,3	13,8	26	1,042	1,02
26	0,2	13,5	27	1,038	0,87
25	0,2	13,8	27	1,031	0,73
24	0,1	14,1	26	1,024	0,59
23	0,1	14,2	24	1,020	0,49
22	0,1	14,4	22	1,016	0,40
21	0,1	14,4	22	1,012	0,33
20	0,1	14,5	22	1,010	0,27
19	0,1	14,6	21	1,008	0,22
18	0,1	14,7	21	1,008	0,18
17	0,1	14,8	21	1,005	0,15
16	0,1	14,9	20	1,004	0,12
15	0,1	14,9	20	1,003	0,10
14	0,1	14,9	19	1,003	0,09
13	0,1	15,0	19	1,001	0,06
12	0,1	15,0	19	1,001	0,05
11	0,1	15,0	18	1,001	0,05
10	0,1	15,0	18	1,001	0,04
9	0,1	15,0	18	1,000	0,03
8	0,1	15,0	18	1,000	0,02
7	0,1	15,0	17	1,000	0,01
6	0,1	15,0	17	0,999	0,01
5	0,1	15,0	17	0,999	0,00
4	0,1	15,1	16	0,999	0,00
3	0,1	15,1	16	0,999	0,00
2	0,1	15,1	16	0,999	0,00
1	0,1	15,1	15	0,999	0,00
0	0,1	15,1	15	0,999	0,00

**Anexo 65.** Resultados de emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



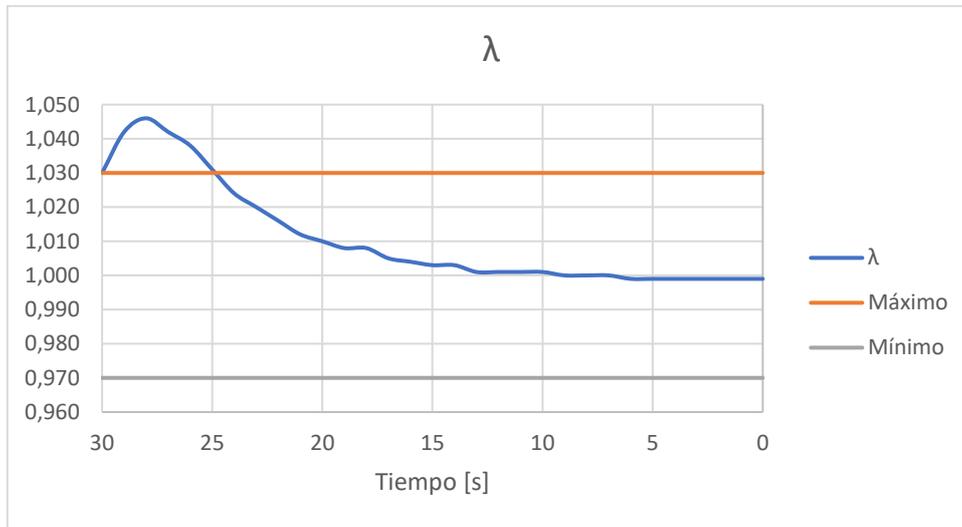
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 66.** Resultados de emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



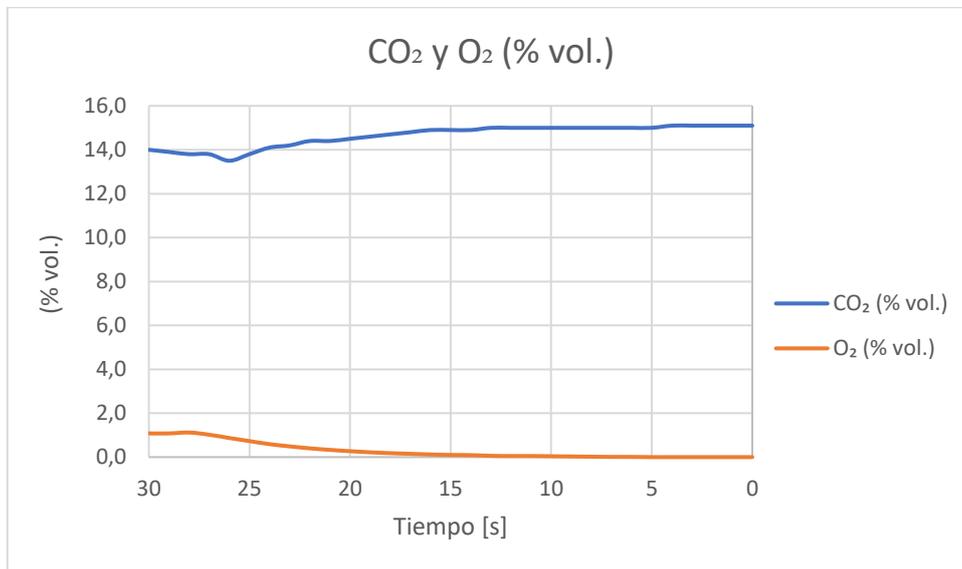
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 67.** Resultados de la relación Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 68.** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Hyundai i10 Sedán.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 69.** Resultados promedio de emisiones CO a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

Tiempo	Extra	Super	Biocombustible
30	0,7	0,1	0,2
29	0,7	0,1	0,2
28	0,7	0,1	0,1
27	0,7	0,1	0,1
26	0,7	0,1	0,2
25	0,9	0,1	0,2
24	1,5	0,1	0,2
23	1,6	0,1	0,2
22	1,9	0,1	0,3
21	1,9	0,1	0,3
20	1,9	0,1	0,3
19	2,0	0,1	0,3
18	2,0	0,1	0,3
17	2,0	0,1	0,3
16	1,9	0,1	0,3
15	1,7	0,1	0,3
14	1,7	0,1	0,3
13	1,5	0,1	0,3
12	1,4	0,1	0,3
11	1,4	0,0	0,3
10	1,4	0,0	0,3
9	1,4	0,0	0,3
8	1,4	0,0	0,3
7	1,3	0,1	0,4
6	1,3	0,1	0,4
5	1,2	0,1	0,4
4	1,2	0,1	0,5
3	1,2	0,1	0,5
2	1,1	0,1	0,6
1	1,1	0,1	0,6
0	1,2	0,0	0,6

**Anexo 70.** Resultados promedio de emisiones CO a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

Tiempo	Extra	Super	Biocombustible
30	1,1	0,0	0,9
29	0,9	0,0	0,9
28	0,9	0,0	0,9
27	0,8	0,0	0,8
26	0,7	0,0	0,7
25	0,7	0,0	0,6
24	0,6	0,0	0,5
23	0,7	0,0	0,5
22	0,9	0,0	0,5
21	0,9	0,1	0,4
20	0,9	0,1	0,3
19	0,8	0,1	0,2
18	0,8	0,1	0,1
17	0,8	0,1	0,0
16	0,8	0,1	0,0
15	0,8	0,1	0,0
14	0,8	0,1	0,0
13	0,8	0,1	0,0
12	0,7	0,0	0,0
11	0,6	0,0	0,1
10	0,6	0,0	0,1
9	0,8	0,0	0,1
8	0,8	0,0	0,1
7	0,8	0,0	0,0
6	0,8	0,0	0,0
5	0,8	0,0	0,0
4	0,8	0,0	0,0
3	0,7	0,0	0,0
2	0,7	0,0	0,0
1	0,7	0,0	0,0
0	0,7	0,0	0,0

**Anexo 71.** Resultados promedio de emisiones HC a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	330	70	47
29	350	69	47
28	352	71	48
27	356	73	50
26	365	75	53
25	371	78	53
24	381	81	54
23	416	82	56
22	419	81	56
21	495	81	57
20	480	79	57
19	469	79	58
18	460	79	59
17	467	80	60
16	453	81	62
15	438	81	62
14	431	83	62
13	397	83	63
12	385	83	63
11	377	85	64
10	358	83	64
9	338	82	65
8	318	83	66
7	292	83	65
6	283	83	65
5	267	82	65
4	246	82	64
3	241	82	64
2	228	82	65
1	226	81	66
0	217	81	64

**Anexo 72.** Resultados promedio de emisiones HC a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	218	75	75
29	233	75	75
28	234	73	76
27	232	72	77
26	232	70	79
25	234	70	81
24	234	69	79
23	231	67	76
22	234	65	75
21	244	64	68
20	243	63	66
19	246	62	65
18	256	62	64
17	261	60	63
16	265	60	62
15	267	59	62
14	265	57	59
13	267	57	59
12	266	55	59
11	262	55	57
10	256	54	57
9	253	54	57
8	250	53	56
7	248	51	55
6	244	50	55
5	240	50	55
4	237	49	53
3	236	47	53
2	235	47	53
1	235	47	51
0	232	47	51

**Anexo 73.** Resultados promedio de  
lambda a 2500 rpm con Hyundai i10  
Sedán.

Tiempo	Extra	Super	Biocombustible
30	1,090	1,415	1,382
29	1,070	1,394	1,292
28	1,060	1,372	1,228
27	1,065	1,351	1,186
26	1,074	1,330	1,149
25	1,078	1,317	1,120
24	1,071	1,307	1,096
23	1,062	1,307	1,079
22	1,055	1,315	1,065
21	1,034	1,325	1,054
20	1,021	1,325	1,044
19	1,012	1,322	1,039
18	1,007	1,313	1,026
17	1,003	1,299	1,019
16	0,999	1,289	1,014
15	0,995	1,287	1,009
14	0,994	1,300	1,006
13	0,992	1,314	1,004
12	0,991	1,321	1,002
11	0,991	1,318	1,001
10	0,990	1,311	1,000
9	0,989	1,301	0,999
8	0,989	1,291	0,998
7	0,988	1,280	0,998
6	0,991	1,271	0,996
5	0,987	1,265	0,995
4	0,987	1,261	0,995
3	0,987	1,260	0,994
2	0,987	1,259	0,993
1	0,987	1,257	0,992
0	0,987	1,256	0,992

**Anexo 74.** Resultados promedio de  
lambda a 700 rpm con Hyundai i10  
Sedán.

Tiempo	Extra	Super	Biocombustible
30	0,997	1,301	1,009
29	1,019	1,333	1,017
28	1,025	1,366	1,021
27	1,037	1,391	1,023
26	1,038	1,405	1,024
25	1,035	1,400	1,022
24	1,030	1,392	1,018
23	1,025	1,381	1,016
22	1,019	1,373	1,012
21	1,014	1,360	1,009
20	1,010	1,347	1,007
19	1,008	1,332	1,006
18	1,007	1,326	1,005
17	1,004	1,321	1,004
16	1,002	1,320	1,003
15	1,001	1,316	1,002
14	0,999	1,312	1,002
13	0,999	1,311	1,001
12	0,998	1,309	1,000
11	0,998	1,308	1,000
10	0,997	1,308	1,000
9	0,996	1,307	0,999
8	0,995	1,306	0,999
7	0,995	1,305	0,999
6	0,995	1,305	0,999
5	0,995	1,305	0,999
4	0,994	1,306	0,999
3	0,994	1,306	0,999
2	0,994	1,307	0,999
1	0,994	1,308	0,999
0	0,994	1,309	0,999

**Anexo 75.** Resultados promedio de emisiones CO<sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	12,90	10,60	11,13
29	13,47	10,73	11,50
28	13,43	10,90	11,90
27	13,57	11,07	12,20
26	13,53	11,17	12,50
25	13,60	11,37	12,77
24	13,63	11,47	12,97
23	13,53	11,53	13,03
22	13,57	11,50	13,10
21	13,40	11,43	13,13
20	13,57	11,43	13,20
19	13,67	11,40	13,20
18	13,83	11,40	13,20
17	13,87	11,53	13,47
16	13,93	11,63	13,60
15	14,03	11,67	13,70
14	14,10	11,57	13,77
13	14,17	11,57	13,83
12	14,23	11,57	13,87
11	14,23	11,60	13,87
10	14,30	11,60	13,93
9	14,33	11,63	14,00
8	14,30	11,63	13,97
7	14,33	11,70	13,97
6	14,33	11,80	13,97
5	14,37	11,87	13,97
4	14,40	11,93	13,97
3	14,40	11,93	14,00
2	14,40	11,97	14,00
1	14,40	11,97	13,93
0	14,43	11,97	13,90

**Anexo 76.** Resultados promedio de emisiones CO<sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	13,33	11,70	14,33
29	13,67	11,60	14,17
28	13,63	11,40	13,97
27	13,70	11,30	13,83
26	13,80	11,10	13,67
25	13,77	11,07	13,77
24	13,87	11,03	13,90
23	14,03	10,90	13,97
22	14,10	10,80	14,17
21	14,13	10,93	14,27
20	14,23	11,10	14,37
19	14,30	11,27	14,50
18	14,37	11,33	14,57
17	14,37	11,37	14,67
16	14,40	11,37	14,70
15	14,40	11,40	14,77
14	14,47	11,43	14,80
13	14,47	11,47	14,90
12	14,47	11,47	14,90
11	14,50	11,50	14,60
10	14,53	11,50	14,60
9	14,53	11,40	14,60
8	14,50	11,43	14,60
7	14,50	11,57	14,27
6	14,50	11,57	14,27
5	14,50	11,57	14,23
4	14,53	11,53	13,93
3	14,53	11,40	13,93
2	14,53	11,40	13,93
1	14,50	11,50	13,60
0	14,50	11,50	13,60

**Anexo 77.** Resultados promedio de emisiones O<sub>2</sub> a 2500 rpm con Hyundai i10 Sedán.

Tiempo	Extra	Super	Biocombustible
30	1,0	6,2	4,8
29	0,9	6,0	4,4
28	0,9	5,8	3,7
27	1,0	5,5	3,2
26	1,3	5,3	2,7
25	1,5	5,1	2,2
24	1,5	5,0	1,9
23	1,4	5,1	1,6
22	1,2	5,2	1,2
21	1,0	5,3	1,2
20	0,8	5,3	1,0
19	0,7	5,2	0,8
18	0,5	5,1	0,7
17	0,5	4,8	0,5
16	0,4	4,8	0,4
15	0,4	5,0	0,3
14	0,3	5,0	0,3
13	0,2	5,2	0,2
12	0,2	5,3	0,2
11	0,2	5,2	0,1
10	0,2	5,1	0,1
9	0,1	4,9	0,1
8	0,1	4,8	0,1
7	0,1	4,6	0,1
6	0,1	4,6	0,0
5	0,1	4,5	0,0
4	0,1	4,5	0,0
3	0,0	4,4	0,0
2	0,0	4,4	0,0
1	0,0	4,4	0,0
0	0,0	4,4	0,0

**Anexo 78.** Resultados promedio de emisiones O<sub>2</sub> a 700 rpm con Hyundai i10 Sedán.

Tiempo	Extra	Super	Biocombustible
30	0,5	5,4	0,5
29	0,8	5,7	0,5
28	1,0	6,0	0,6
27	1,1	6,3	0,6
26	1,1	6,4	0,6
25	1,0	6,3	0,6
24	0,8	6,2	0,5
23	0,7	5,9	0,4
22	0,6	5,7	0,3
21	0,5	5,6	0,3
20	0,4	5,4	0,2
19	0,3	5,3	0,2
18	0,3	5,3	0,1
17	0,2	5,2	0,1
16	0,2	5,2	0,1
15	0,2	5,1	0,1
14	0,1	5,1	0,1
13	0,1	5,1	0,0
12	0,1	5,1	0,0
11	0,1	5,1	0,0
10	0,1	5,1	0,0
9	0,0	5,0	0,0
8	0,0	5,0	0,1
7	0,0	5,0	0,0
6	0,0	5,0	0,0
5	0,0	5,0	0,0
4	0,0	5,0	0,0
3	0,0	5,0	0,0
2	0,0	5,1	0,0
1	0,0	5,1	0,0
0	0,0	5,1	0,0

**Anexo 79.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Extra,  
Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,8	9,6	507	1,360	6,47
29	0,7	9,7	506	1,368	6,43
28	0,6	9,8	508	1,370	6,43
27	0,6	9,8	508	1,347	6,08
26	0,6	10	504	1,271	4,69
25	0,6	10,4	488	1,262	4,95
24	0,5	11	479	1,231	4,6
23	0,5	11,2	476	1,215	4,37
22	0,4	11,4	474	1,201	4,14
21	0,4	11,4	474	1,191	3,96
20	0,4	11,5	435	1,197	4,03
19	0,4	11,5	344	1,213	4,2
18	0,4	11,4	331	1,220	4,27
17	0,4	11,4	331	1,210	4,1
16	0,4	11,4	325	1,190	3,77
15	0,4	11,7	313	1,166	3,38
14	0,4	11,9	301	1,144	3,02
13	0,3	12,2	285	1,129	2,78
12	0,3	12,3	274	1,121	2,65
11	0,3	12,5	262	1,117	2,58
10	0,3	12,6	254	1,113	2,5
9	0,3	12,6	246	1,108	2,4
8	0,3	12,8	240	1,102	2,27
7	0,3	12,8	239	1,100	2,26
6	0,3	12,8	239	1,100	2,26
5	0,3	12,8	238	1,100	2,25
4	0,3	12,8	238	1,096	2,19
3	0,3	12,8	239	1,092	2,11
2	0,3	12,9	240	1,088	2,04
1	0,3	12,9	242	1,087	2,03
0	0,3	12,9	243	1,085	2,01

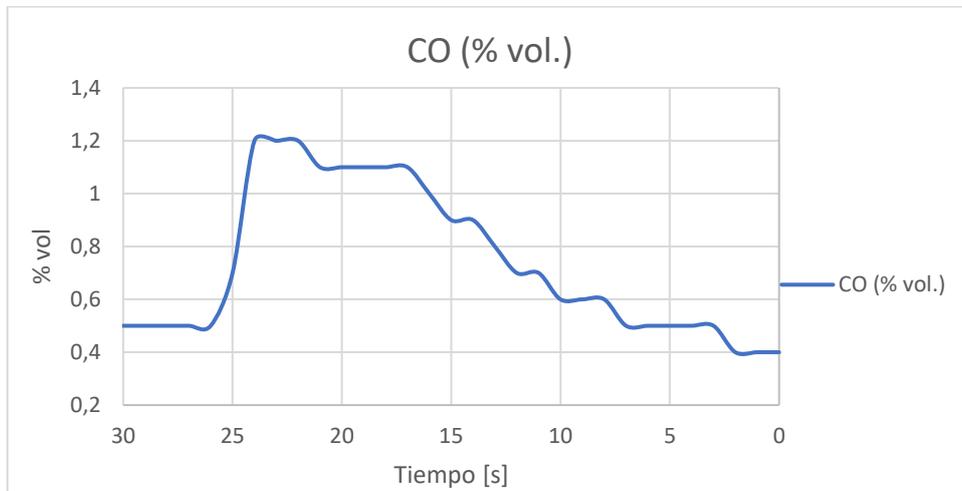
**Anexo 80.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Extra,  
Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,3	10,7	437	1,278	4,61
29	0,3	10,7	437	1,251	4,61
28	0,3	11,1	438	1,216	4,14
27	0,3	11,3	434	1,182	3,67
26	0,4	11,6	424	1,153	3,29
25	0,4	11,9	414	1,134	2,99
24	0,4	12,1	399	1,122	2,79
23	0,4	12,2	386	1,114	2,65
22	0,3	12,4	370	1,109	2,42
21	0,3	12,5	359	1,102	2,42
20	0,3	12,7	336	1,096	2,19
19	0,3	12,7	336	1,091	2,19
18	0,3	12,8	325	1,087	2,11
17	0,3	12,8	317	1,082	2,02
16	0,3	12,9	308	1,078	1,94
15	0,3	13	295	1,073	1,79
14	0,3	13	295	1,071	1,75
13	0,3	13,1	285	1,069	1,75
12	0,3	13,1	285	1,069	1,74
11	0,3	13,1	282	1,069	1,74
10	0,3	13,1	278	1,068	1,69
9	0,3	13,1	274	1,066	1,68
8	0,3	13,2	274	1,066	1,68
7	0,3	13,2	273	1,066	1,68
6	0,3	13,2	272	1,066	1,68
5	0,3	13,1	271	1,066	1,68
4	0,3	13,2	269	1,066	1,67
3	0,3	13,2	268	1,065	1,65
2	0,3	13,2	267	1,065	1,65
1	0,3	13,2	267	1,065	1,65
0	0,3	13,2	267	1,065	1,65

**Anexo 81.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra,  
Chevrolet Optra.

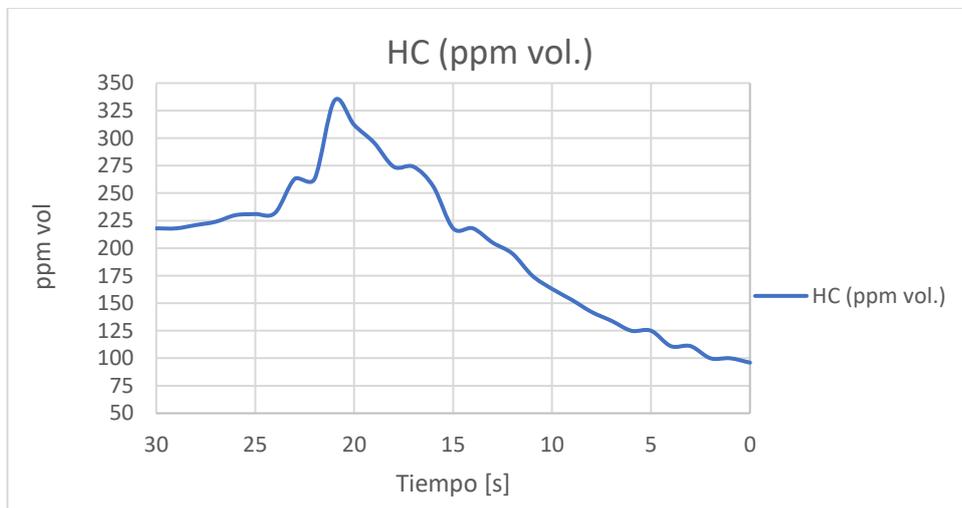
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,5	13,7	218	1,011	0,7
29	0,5	13,7	218	1,011	0,69
28	0,5	13,5	221	1,012	0,76
27	0,5	13,4	224	1,042	1,34
26	0,5	12,9	230	1,096	2,38
25	0,7	12,9	231	1,127	3,13
24	1,2	12,8	232	1,119	3,34
23	1,2	12,4	263	1,111	3,09
22	1,2	12,4	263	1,110	2,63
21	1,1	11,7	334	1,090	2,12
20	1,1	12,3	312	1,037	1,7
19	1,1	12,5	296	1,021	1,38
18	1,1	12,8	274	1,010	1,12
17	1,1	12,8	274	1,011	0,95
16	1	13	256	1,005	0,95
15	0,9	13,3	218	0,999	0,72
14	0,9	13,3	218	1,000	0,63
13	0,8	13,4	205	0,998	0,55
12	0,7	13,5	195	0,996	0,49
11	0,7	13,6	175	0,992	0,42
10	0,6	13,8	163	0,991	0,37
9	0,6	13,8	153	0,990	0,32
8	0,6	13,9	142	0,990	0,28
7	0,5	13,9	134	0,990	0,24
6	0,5	14	125	0,988	0,2
5	0,5	14	125	0,987	0,17
4	0,5	14	111	0,987	0,14
3	0,5	14	111	0,987	0,12
2	0,4	14,1	100	0,988	0,11
1	0,4	14,1	100	0,988	0,09
0	0,4	14,1	96	0,987	0,08

**Anexo 82.** Emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



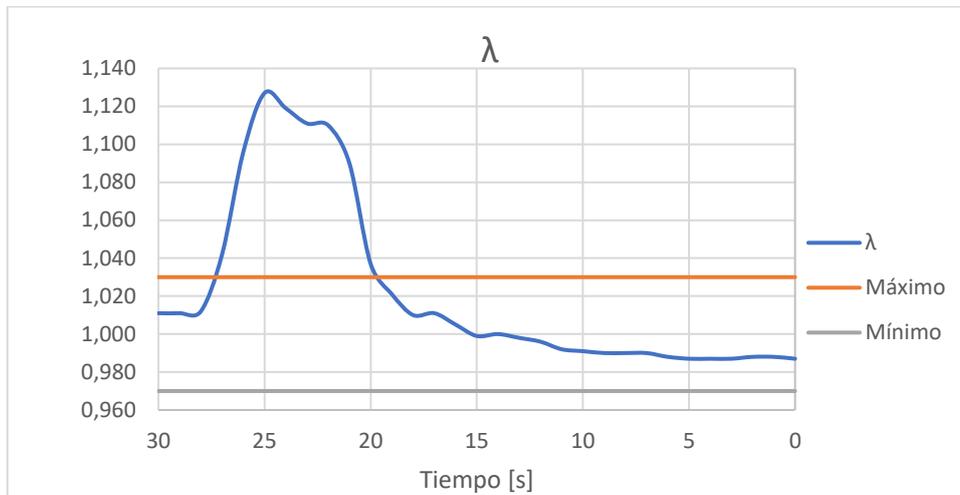
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 83.** Emisiones de HC de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



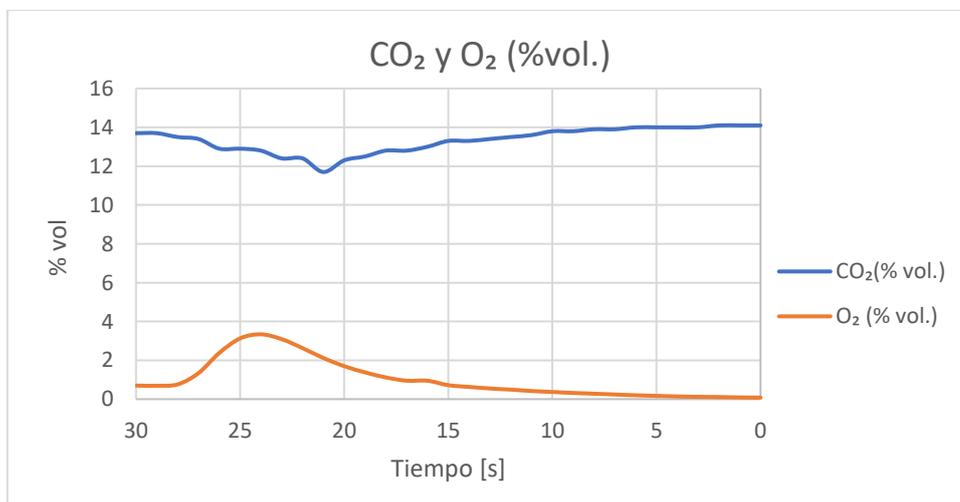
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 84.** Valores de relación Lambda de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 85.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la segunda prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.

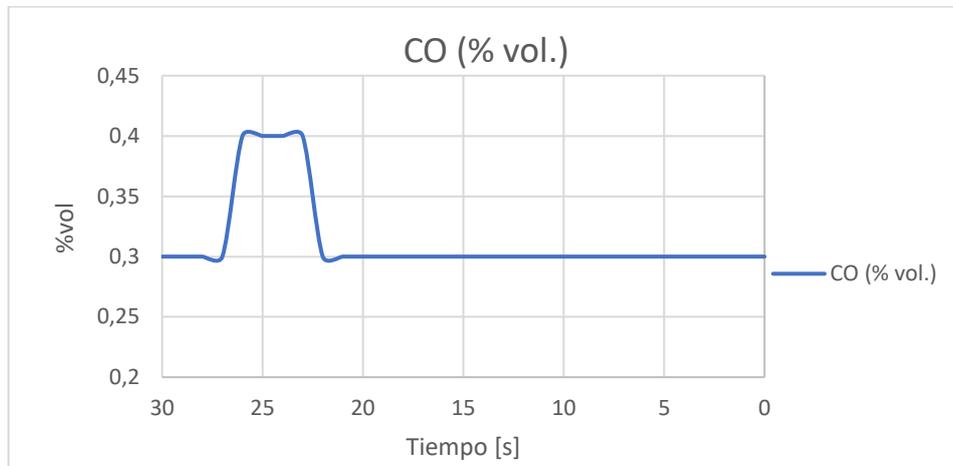


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 86.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Extra,  
Chevrolet Optra.

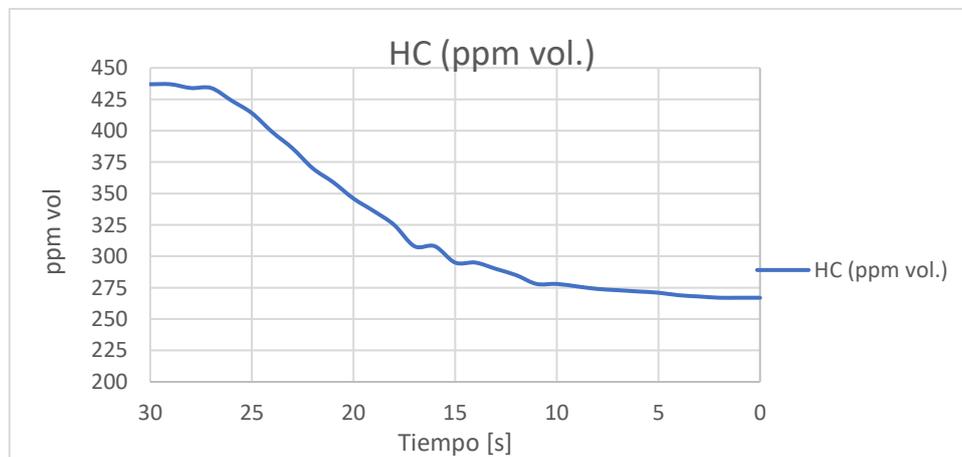
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,3	10,7	437	1,278	4,61
29	0,3	10,7	437	1,251	4,61
28	0,3	11,3	434	1,210	3,67
27	0,3	11,3	434	1,182	3,67
26	0,4	11,6	424	1,153	3,29
25	0,4	11,9	414	1,134	2,99
24	0,4	12,1	399	1,122	2,79
23	0,4	12,2	386	1,114	2,65
22	0,3	12,4	370	1,109	2,54
21	0,3	12,5	359	1,102	2,42
20	0,3	12,6	346	1,097	2,3
19	0,3	12,7	336	1,091	2,19
18	0,3	12,8	325	1,087	2,02
17	0,3	12,9	308	1,082	1,94
16	0,3	12,9	308	1,078	1,85
15	0,3	13	295	1,073	1,79
14	0,3	13	295	1,071	1,79
13	0,3	13,1	290	1,069	1,75
12	0,3	13,1	285	1,069	1,75
11	0,3	13,1	278	1,069	1,72
10	0,3	13,1	278	1,068	1,69
9	0,3	13,1	276	1,066	1,69
8	0,3	13,2	274	1,066	1,68
7	0,3	13,2	273	1,066	1,68
6	0,3	13,2	272	1,066	1,68
5	0,3	13,1	271	1,066	1,68
4	0,3	13,2	269	1,066	1,67
3	0,3	13,2	268	1,065	1,65
2	0,3	13,2	267	1,065	1,65
1	0,3	13,2	267	1,065	1,65
0	0,3	13,2	267	1,065	1,65

**Anexo 87.** Emisiones de CO de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



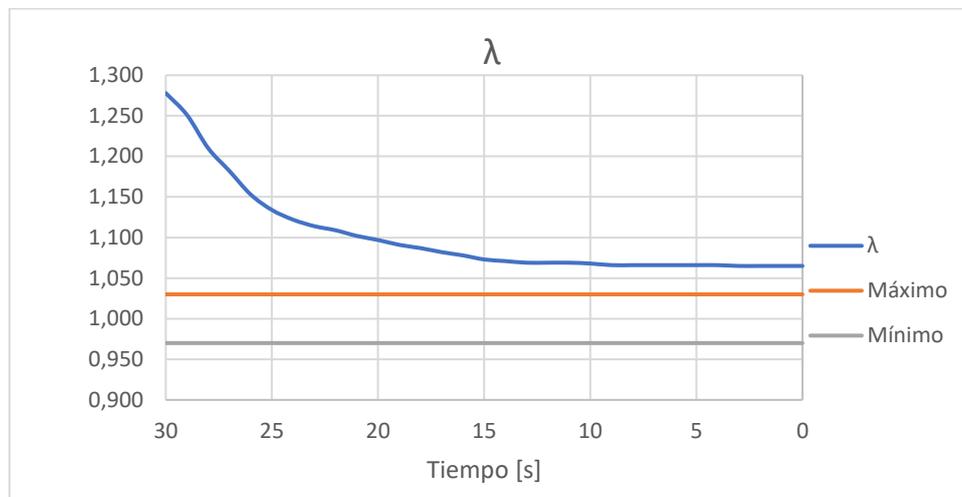
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 88.** Emisiones de HC de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



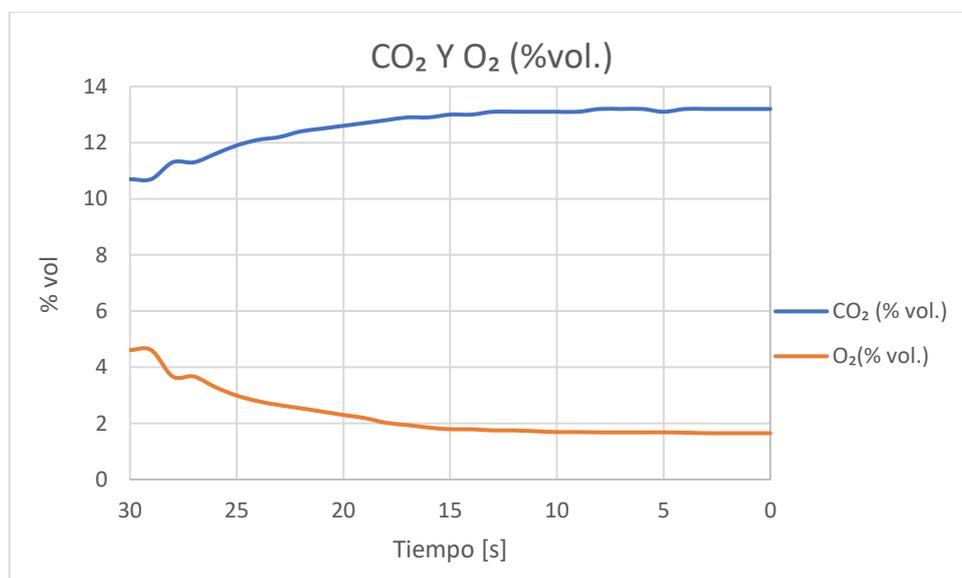
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 89.** Valores de relación Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 90.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la segunda prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.

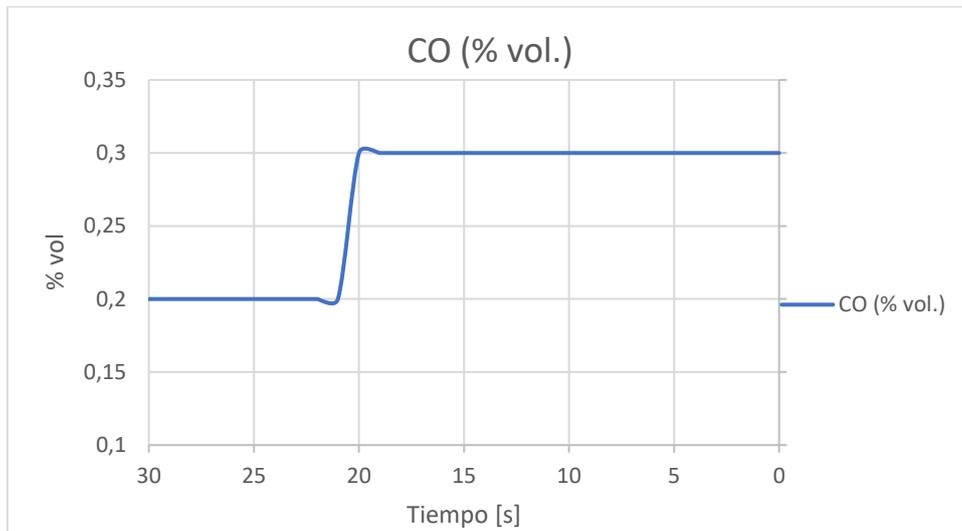


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 91.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra,  
Chevrolet Optra.

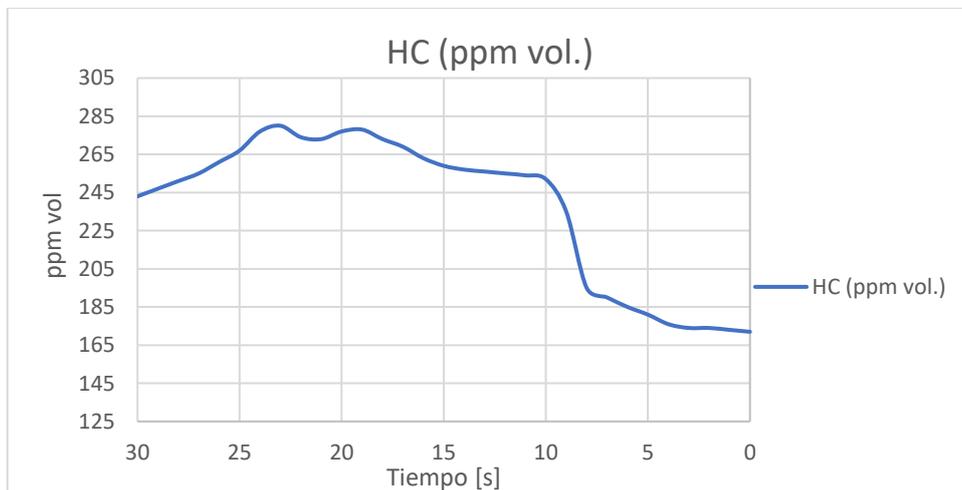
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,2	11,7	243	1,218	4,04
29	0,2	11,8	247	1,217	4,04
28	0,2	11,8	251	1,229	4,25
27	0,2	11,7	255	1,248	4,55
26	0,2	11,4	261	1,271	4,87
25	0,2	11,2	267	1,289	5,12
24	0,2	10,9	277	1,301	5,25
23	0,2	10,9	280	1,301	5,22
22	0,2	10,9	274	1,303	5,24
21	0,2	10,9	273	1,308	5,31
20	0,3	10,8	277	1,308	5,3
19	0,3	10,7	278	1,294	5,09
18	0,3	10,9	273	1,276	4,86
17	0,3	11	269	1,267	4,74
16	0,3	11,1	263	1,256	4,57
15	0,3	11,2	259	1,229	4,17
14	0,3	11,4	257	1,202	3,78
13	0,3	11,4	256	1,189	3,59
12	0,3	11,5	255	1,188	3,59
11	0,3	11,5	254	1,185	3,55
10	0,3	11,7	252	1,174	3,4
9	0,3	12,1	235	1,155	3,13
8	0,3	12,2	195	1,141	2,89
7	0,3	12,3	190	1,138	2,85
6	0,3	12,3	185	1,143	2,94
5	0,3	12,4	181	1,143	2,94
4	0,3	12,4	176	1,138	2,63
3	0,3	12,4	174	1,125	2,63
2	0,3	12,6	174	1,114	2,45
1	0,3	12,7	173	1,113	2,44
0	0,3	12,7	172	1,118	2,53

**Anexo 92.** Emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



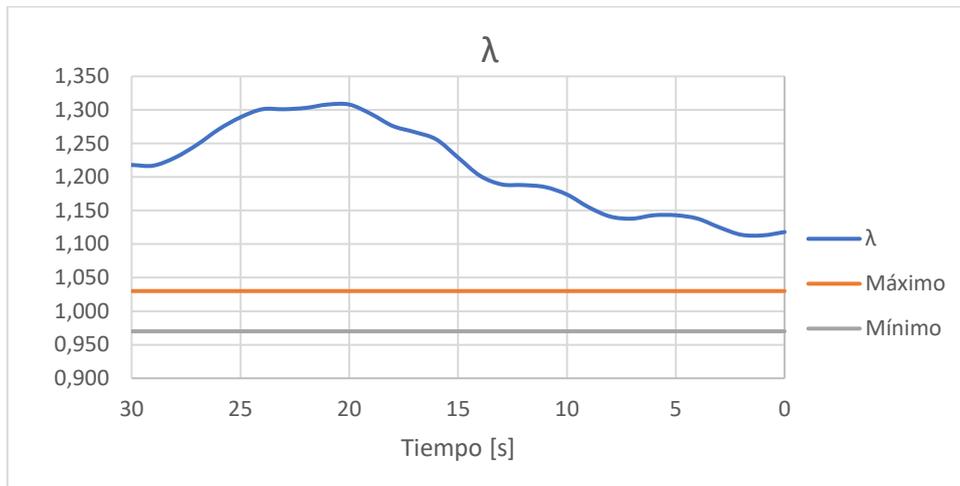
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 93.** Emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



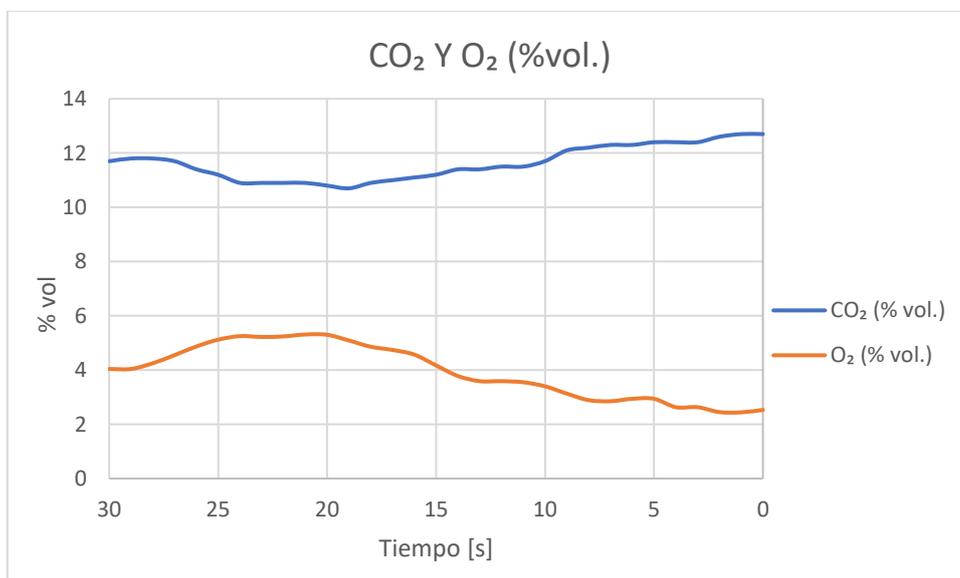
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 94.** Valores de relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 95.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 2500 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



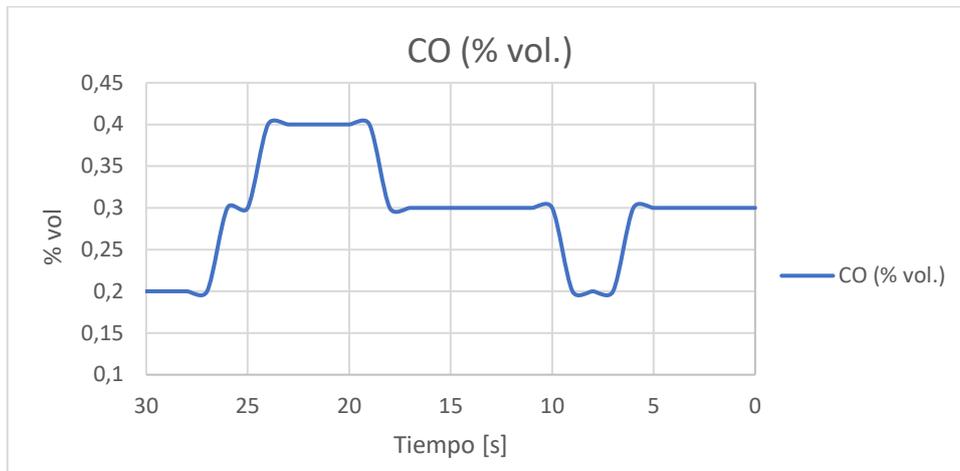
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 96.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Extra, Chevrolet

Optra.

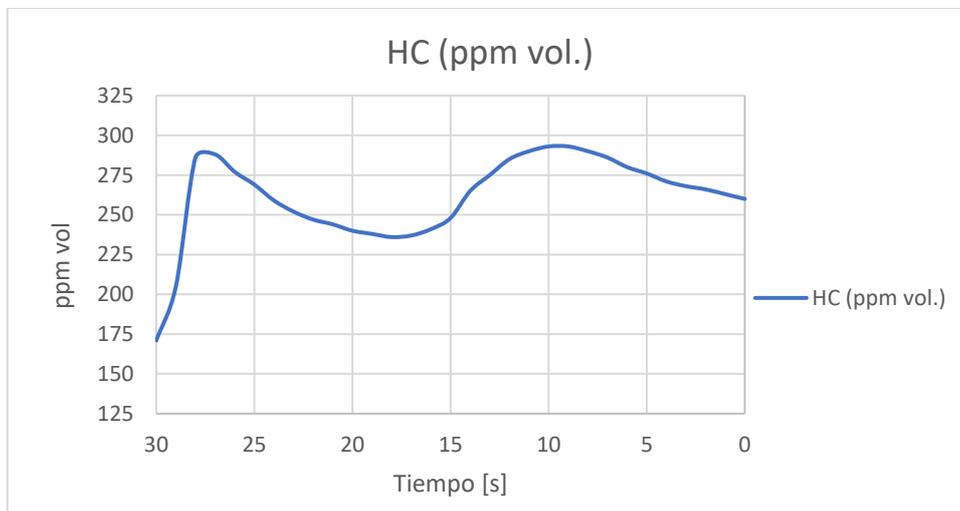
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,2	11,9	171	1,366	6,63
29	0,2	11,3	205	1,384	6,63
28	0,2	11,3	286	1,382	6,24
27	0,2	10,1	288	1,352	5,65
26	0,3	10,5	277	1,295	5,01
25	0,3	10,9	269	1,244	4,36
24	0,4	11,4	259	1,198	3,41
23	0,4	11,7	252	1,168	3,41
22	0,4	12	247	1,147	3,13
21	0,4	12,2	244	1,136	2,97
20	0,4	12,4	240	1,132	2,88
19	0,4	12,5	238	1,127	2,78
18	0,3	12,6	236	1,123	2,63
17	0,3	12,6	237	1,119	2,63
16	0,3	12,7	241	1,120	2,79
15	0,3	12,6	248	1,127	2,74
14	0,3	12,5	265	1,140	3,04
13	0,3	12,4	275	1,156	3,3
12	0,3	12,2	285	1,173	3,56
11	0,3	12,1	290	1,176	3,71
10	0,3	12	293	1,188	3,74
9	0,2	12	293	1,183	3,63
8	0,2	12,1	290	1,169	3,11
7	0,2	12,2	286	1,151	3,11
6	0,3	12,4	280	1,133	2,84
5	0,3	12,6	276	1,120	2,64
4	0,3	12,7	271	1,113	2,54
3	0,3	12,8	268	1,111	2,5
2	0,3	12,8	266	1,111	2,49
1	0,3	12,9	263	1,108	2,44
0	0,3	12,9	260	1,104	2,36

**Anexo 97.** Emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



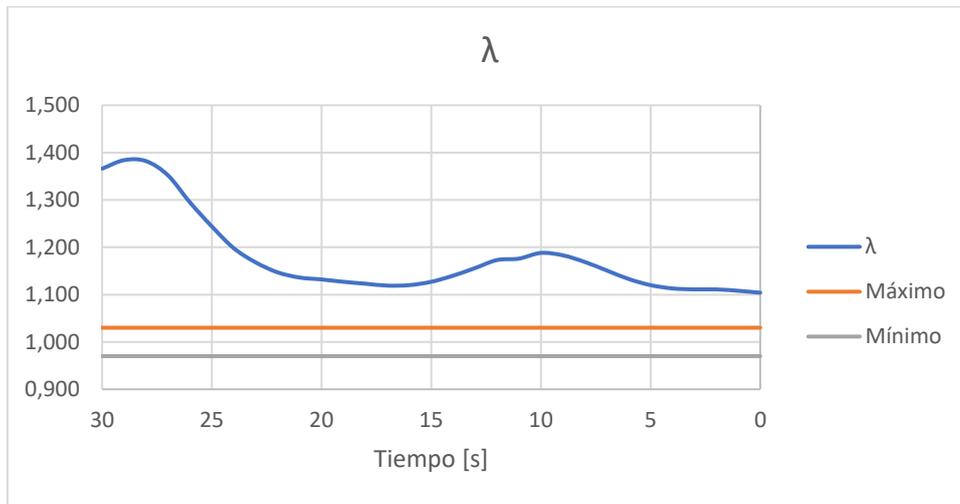
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 98.** Emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



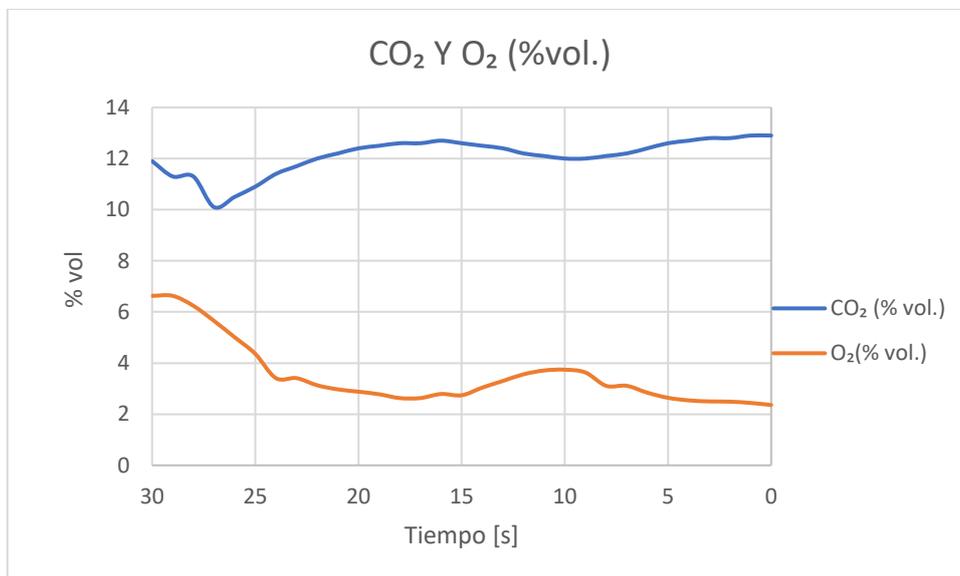
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 99.** Valores de relación Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 100.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Extra con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 101.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con Super,  
Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,1	10	144	1,245	3,69
29	0,2	11	162	1,214	3,16
28	0,2	11,8	178	1,169	3,01
27	0,2	12,1	190	1,173	3,32
26	0,2	12,1	204	1,170	3,32
25	0,2	11,9	211	1,198	4,24
24	0,2	11,5	212	1,231	4,24
23	0,2	11,4	211	1,251	4,51
22	0,2	11,2	206	1,258	4,28
21	0,2	11,2	202	1,240	3,86
20	0,3	11,5	196	1,209	3,63
19	0,3	11,6	192	1,193	3,63
18	0,3	11,7	187	1,198	3,96
17	0,3	11,6	185	1,221	4,09
16	0,2	11,5	185	1,225	3,97
15	0,2	11,5	184	1,218	3,97
14	0,3	11,6	184	1,196	3,37
13	0,3	11,7	183	1,177	3,3
12	0,3	11,9	180	1,171	3,3
11	0,3	11,9	178	1,174	3,37
10	0,3	11,9	177	1,175	3,22
9	0,3	11,9	177	1,166	2,96
8	0,3	12,1	176	1,149	2,77
7	0,3	12,2	175	1,137	2,78
6	0,3	12,3	173	1,137	2,89
5	0,3	12,3	171	1,143	2,94
4	0,3	12,2	169	1,147	2,86
3	0,3	12,2	168	1,142	2,69
2	0,3	12,3	170	1,131	2,69
1	0,3	12,4	171	1,124	2,57
0	0,3	12,4	171	1,124	2,57

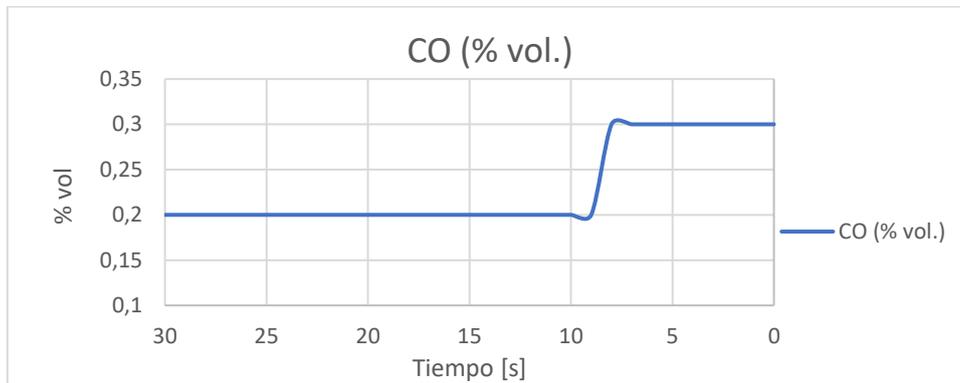
**Anexo 102.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Super,  
Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,3	12,5	164	1,113	2,54
29	0,3	12,5	172	1,121	2,54
28	0,3	12,3	176	1,169	4,78
27	0,3	11,7	178	1,258	6,03
26	0,3	11,7	179	1,331	6,6
25	0,3	11,6	180	1,362	6,53
24	0,3	11	268	1,347	6,59
23	0,3	9,8	477	1,331	5,48
22	0,3	10,1	490	1,280	4,85
21	0,3	10,6	487	1,231	4,28
20	0,3	10,9	482	1,224	4,28
19	0,3	11,3	470	1,190	3,45
18	0,3	11,3	470	1,169	3,45
17	0,3	11,6	461	1,151	3,19
16	0,3	12	447	1,135	2,83
15	0,3	12,1	443	1,125	2,68
14	0,3	12,2	439	1,116	2,54
13	0,3	12,44	436	1,102	2,54
12	0,3	12,5	432	1,102	2,35
11	0,3	12,5	426	1,097	2,3
10	0,3	12,6	421	1,094	2,25
9	0,3	12,6	414	1,092	2,21
8	0,3	12,6	414	1,090	2,21
7	0,3	12,6	404	1,088	2,18
6	0,3	12,7	400	1,089	2,22
5	0,3	12,6	397	1,091	2,26
4	0,3	12,6	393	1,094	2,26
3	0,3	12,6	387	1,094	2,23
2	0,3	12,6	381	1,093	2,16
1	0,3	12,7	372	1,089	2,16
0	0,3	12,7	367	1,089	2,16

**Anexo 103.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Super,  
Chevrolet Optra.

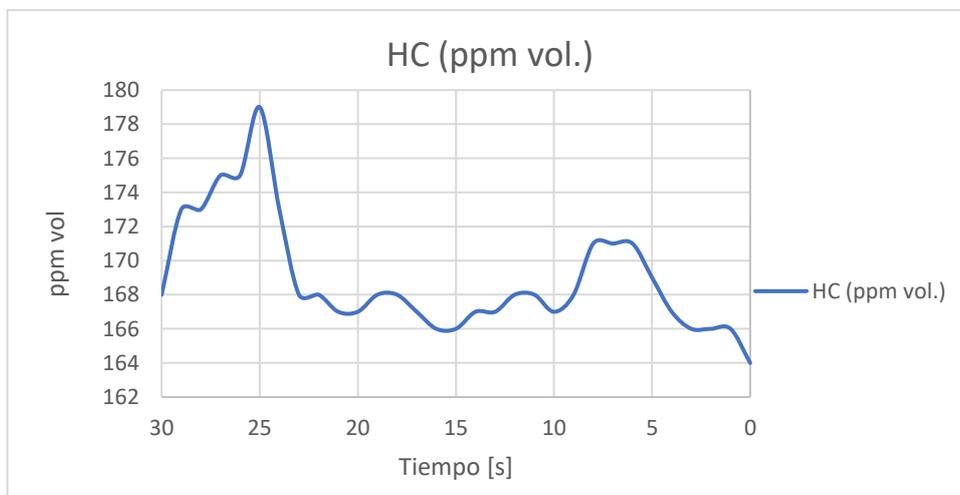
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,2	12,6	168	1,119	2,45
29	0,2	12,6	173	1,121	2,5
28	0,2	12,6	173	1,118	2,46
27	0,2	12,6	175	1,113	2,37
26	0,2	12,6	175	1,110	2,31
25	0,2	12,6	179	1,109	2,3
24	0,2	12,6	173	1,109	2,31
23	0,2	12,7	168	1,109	2,31
22	0,2	12,7	168	1,107	2,27
21	0,2	12,7	167	1,104	2,2
20	0,2	12,7	167	1,103	2,2
19	0,2	12,7	168	1,103	2,24
18	0,2	12,7	168	1,109	2,3
17	0,2	12,7	167	1,111	2,35
16	0,2	12,6	166	1,111	2,34
15	0,2	12,6	166	1,108	2,29
14	0,2	12,7	167	1,108	2,29
13	0,2	12,7	167	1,110	2,32
12	0,2	12,6	168	1,112	2,36
11	0,2	12,6	168	1,112	2,36
10	0,2	12,6	167	1,110	2,32
9	0,2	12,6	168	1,108	2,29
8	0,3	12,7	171	1,106	2,26
7	0,3	12,7	171	1,106	2,26
6	0,3	12,7	171	1,106	2,26
5	0,3	12,7	169	1,106	2,25
4	0,3	12,7	167	1,105	2,19
3	0,3	12,7	166	1,101	2,19
2	0,3	12,7	166	1,101	2,18
1	0,3	12,7	166	1,101	2,19
0	0,3	12,7	164	1,103	2,21

**Anexo 104.** Emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.



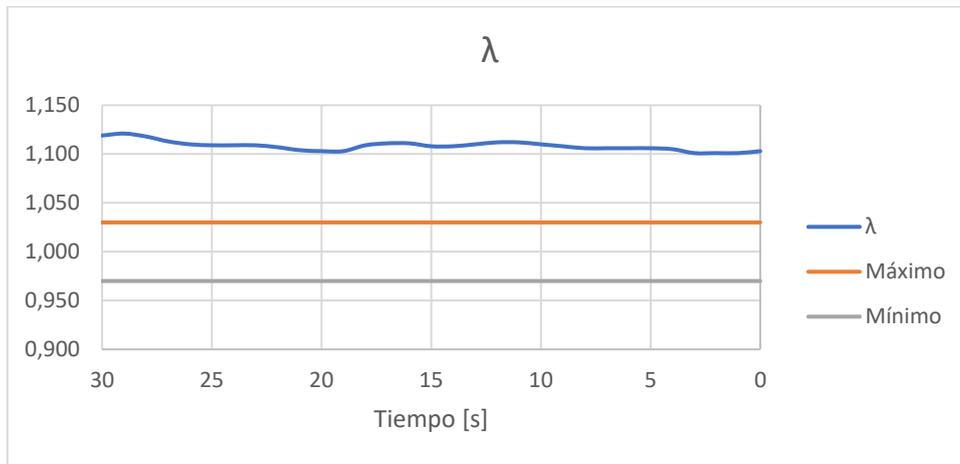
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 105.** Emisiones de HC de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.



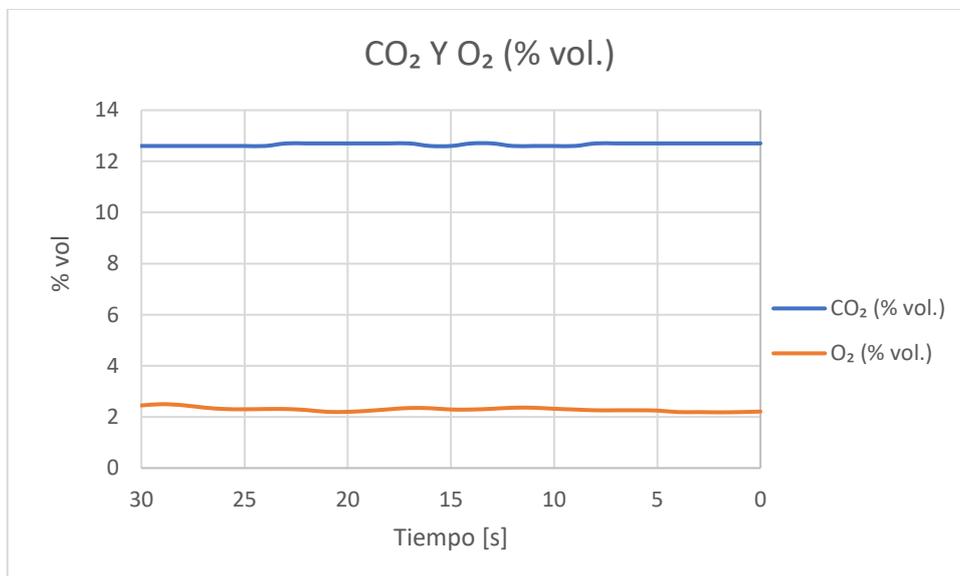
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 106.** Valores de relación Lambda de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 107.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la segunda prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.

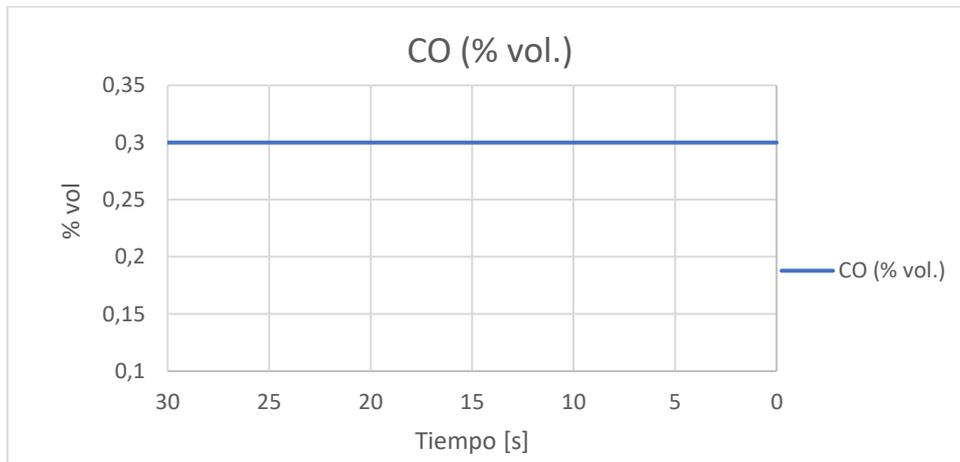


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 108.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con Super,  
Chevrolet Optra con Chevrolet Optra.

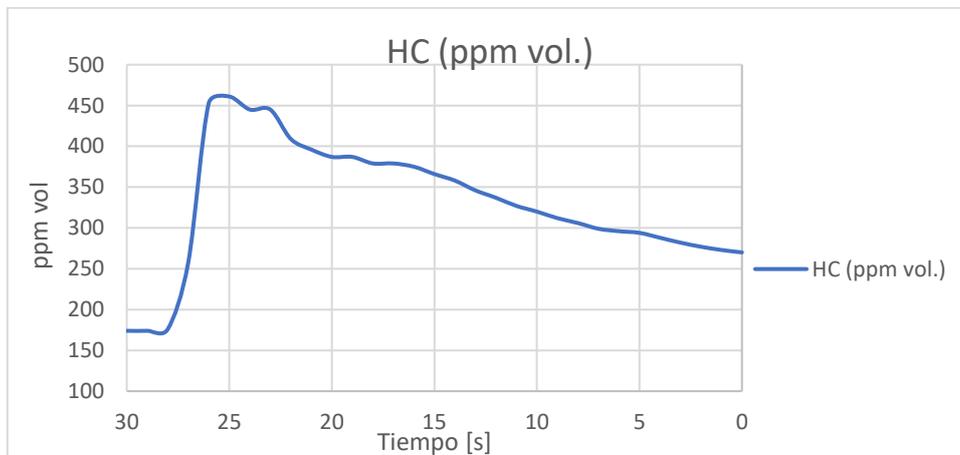
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,3	12,1	174	1,181	3,52
29	0,3	12,1	174	1,264	5
28	0,3	11,9	176	1,327	6,05
27	0,3	11,3	258	1,362	6,33
26	0,3	9,9	453	1,386	6,07
25	0,3	10,1	461	1,327	5,5
24	0,3	10,5	445	1,273	4,87
23	0,3	10,5	445	1,233	4,23
22	0,3	11,3	409	1,188	3,72
21	0,3	11,6	396	1,161	3,3
20	0,3	11,6	387	1,145	3,02
19	0,3	11,9	387	1,132	2,84
18	0,3	12,2	379	1,119	2,71
17	0,3	12,2	379	1,113	2,59
16	0,3	12,3	375	1,106	2,47
15	0,3	12,4	366	1,101	2,36
14	0,3	12,5	358	1,098	2,300
13	0,3	12,5	346	1,098	2,29
12	0,3	12,6	337	1,098	2,28
11	0,3	12,6	327	1,096	2,23
10	0,3	12,6	320	1,092	2,15
9	0,3	12,7	312	1,087	2,05
8	0,3	12,7	306	1,084	2
7	0,3	12,8	299	1,084	2
6	0,3	12,8	296	1,084	2
5	0,3	12,8	294	1,084	2
4	0,3	12,8	288	1,082	1,97
3	0,3	12,8	282	1,079	1,89
2	0,3	12,8	277	1,077	1,85
1	0,3	12,9	273	1,076	1,84
0	0,3	12,9	270	1,079	1,88

**Anexo 109.** Emisiones de CO de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



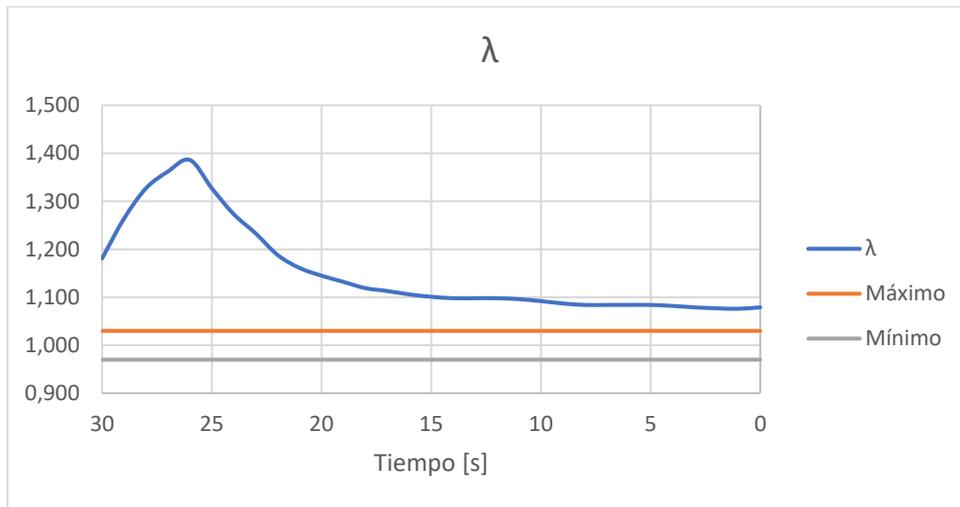
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 110.** Emisiones de HC de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



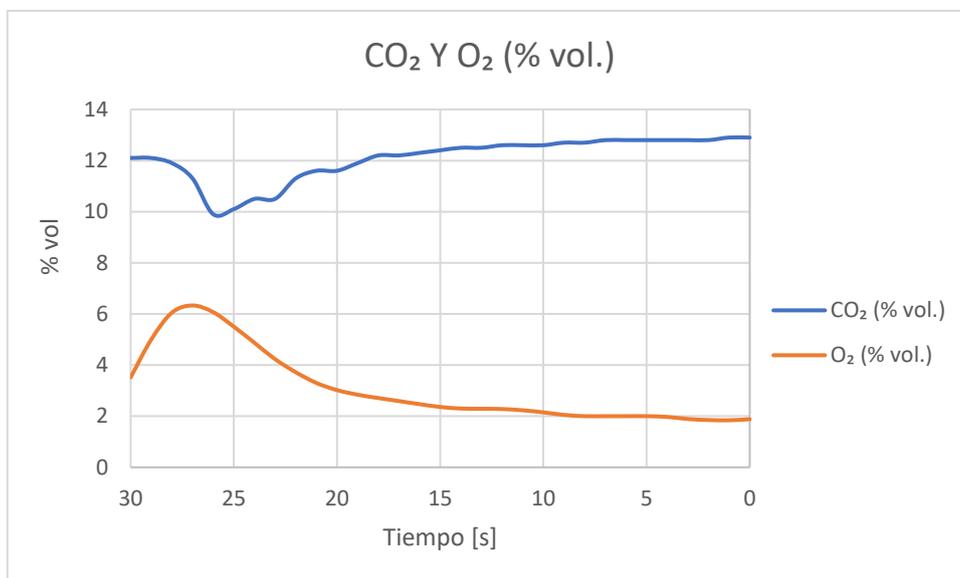
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 111.** Valores de relación Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 112.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la segunda prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.

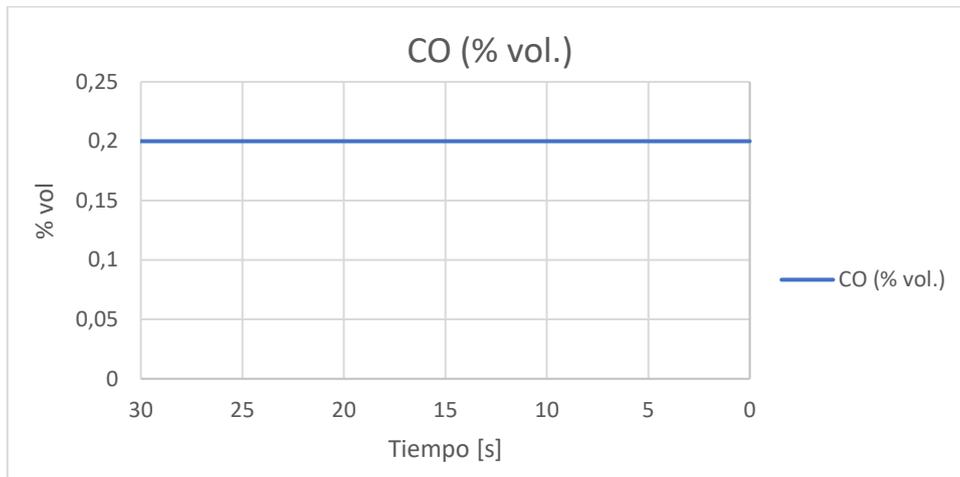


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 113.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con Super,  
Chevrolet Optra.

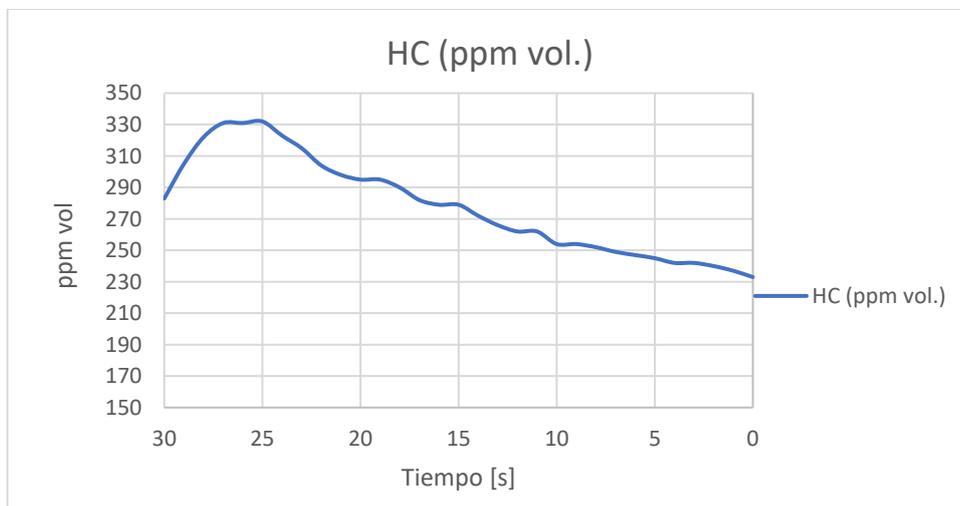
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,2	8,9	283	1,532	6,49
29	0,2	9,6	305	1,434	6,49
28	0,2	10,2	322	1,361	5,79
27	0,2	10,6	331	1,304	5,13
26	0,2	10,6	331	1,275	4,68
25	0,2	11,2	332	1,249	4,51
24	0,2	11,3	323	1,249	4,51
23	0,2	11,3	315	1,254	4,6
22	0,2	11,2	304	1,262	4,69
21	0,2	11,2	298	1,267	4,74
20	0,2	11,2	295	1,271	4,79
19	0,2	11,2	295	1,274	4,79
18	0,2	11,1	290	1,273	4,8
17	0,2	11,1	282	1,273	4,79
16	0,2	11,1	279	1,274	4,79
15	0,2	11,1	279	1,272	4,76
14	0,2	11,1	272	1,272	4,75
13	0,2	11,1	266	1,271	4,71
12	0,2	11,1	262	1,270	4,71
11	0,2	11,1	262	1,268	4,68
10	0,2	11,1	254	1,265	4,58
9	0,2	11,1	254	1,262	4,58
8	0,2	11,1	252	1,258	4,53
7	0,2	11,2	249	1,255	4,5
6	0,2	11,2	247	1,255	4,49
5	0,2	11,2	245	1,253	4,46
4	0,2	11,2	242	1,249	4,42
3	0,2	11,2	242	1,245	4,35
2	0,2	11,3	240	1,239	4,25
1	0,2	11,4	237	1,231	4,14
0	0,2	11,4	233	1,223	4,03

**Anexo 114.** Emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.



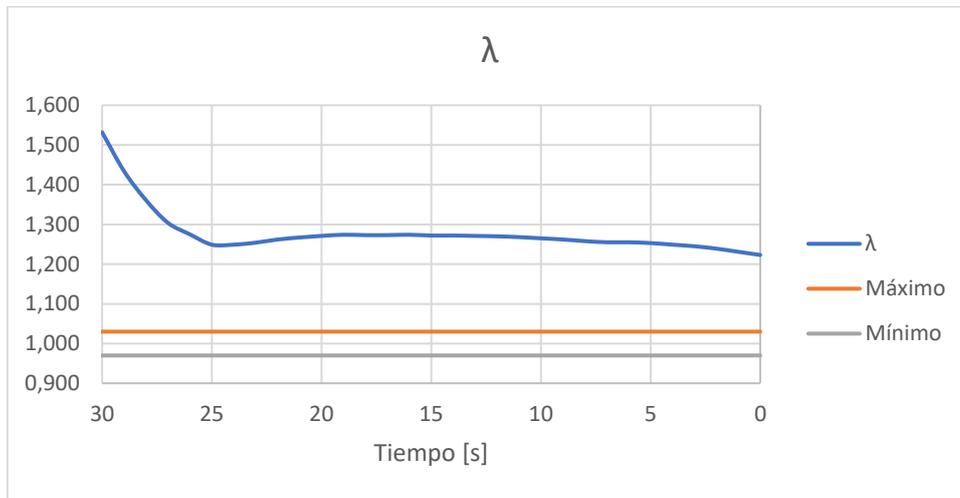
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 115.** Emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.



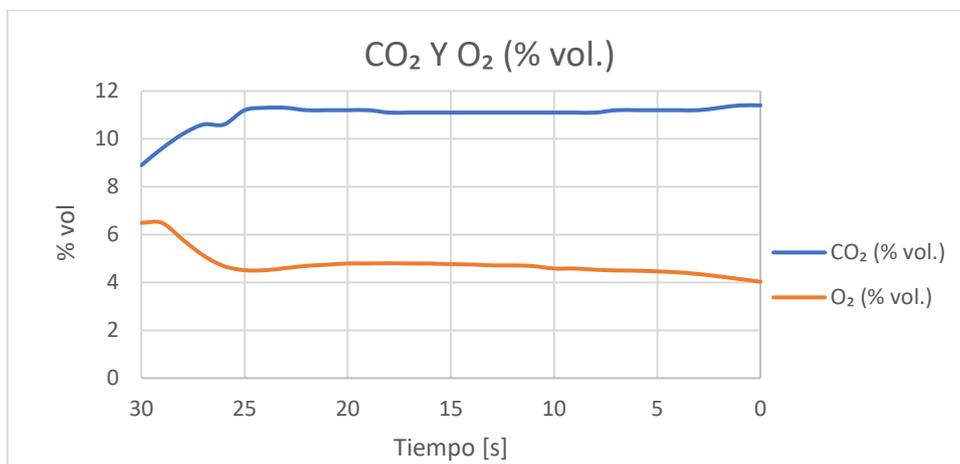
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 116.** Valores de relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 117.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 2500 rpm con Super con Chevrolet Optra.

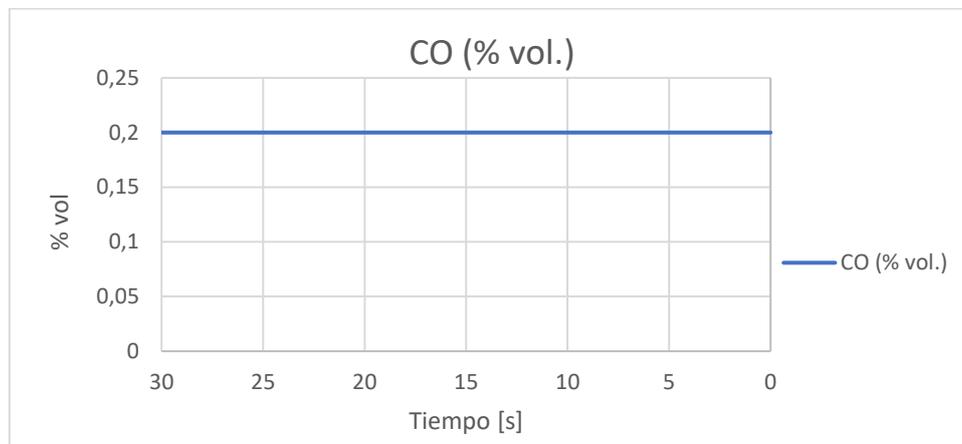


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 118.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con Super,  
Chevrolet Optra con Chevrolet Optra.

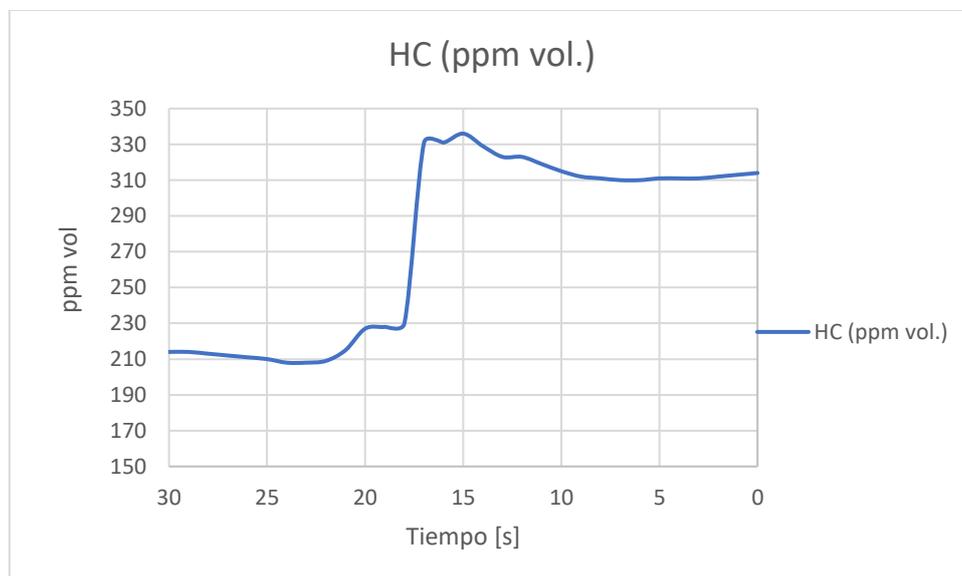
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,2	12	214	1,174	3,34
29	0,2	12	214	1,174	3,34
28	0,2	12	213	1,174	3,34
27	0,2	12	212	1,174	3,34
26	0,2	12	211	1,174	3,34
25	0,2	12	210	1,176	3,37
24	0,2	11,9	208	1,180	3,43
23	0,2	11,9	208	1,193	3,65
22	0,2	11,7	209	1,241	4,42
21	0,2	11,5	215	1,312	5,55
20	0,2	11,2	227	1,377	6,47
19	0,2	11,1	228	1,399	6,8
18	0,2	11,1	230	1,390	6,64
17	0,2	9,8	331	1,401	5,64
16	0,2	9,8	331	1,360	5,13
15	0,2	10,1	336	1,316	5,13
14	0,2	10,8	329	1,239	4,26
13	0,2	11,2	323	1,232	3,96
12	0,2	11,2	323	1,214	3,72
11	0,2	11,4	319	1,197	3,72
10	0,2	11,6	315	1,184	3,56
9	0,2	11,7	312	1,174	3,41
8	0,2	11,9	311	1,167	3,31
7	0,2	12	310	1,161	3,21
6	0,2	12	310	1,156	3,14
5	0,2	12,1	311	1,151	3,07
4	0,2	12,2	311	1,147	3,01
3	0,2	12,2	311	1,144	2,95
2	0,2	12,2	312	1,141	2,91
1	0,2	12,3	313	1,137	2,86
0	0,2	12,3	314	1,135	2,78

**Anexo 119.** Emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



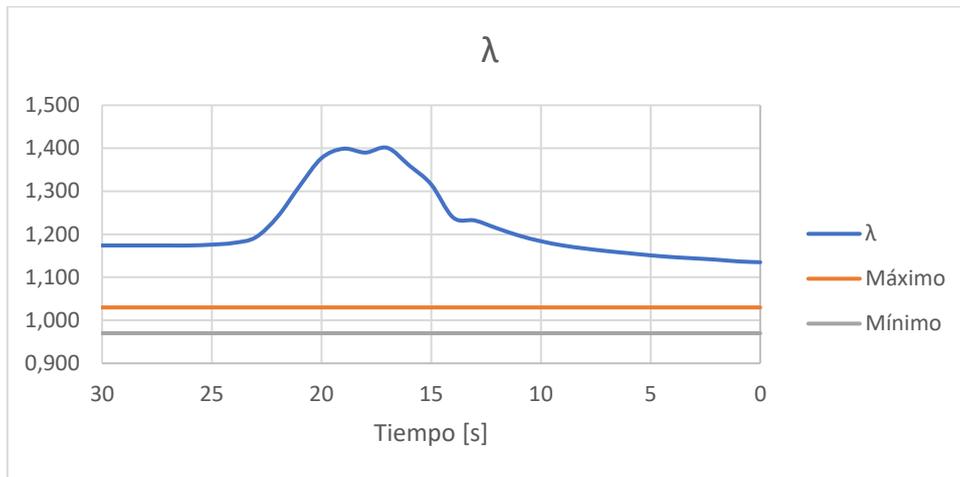
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 120.** Emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



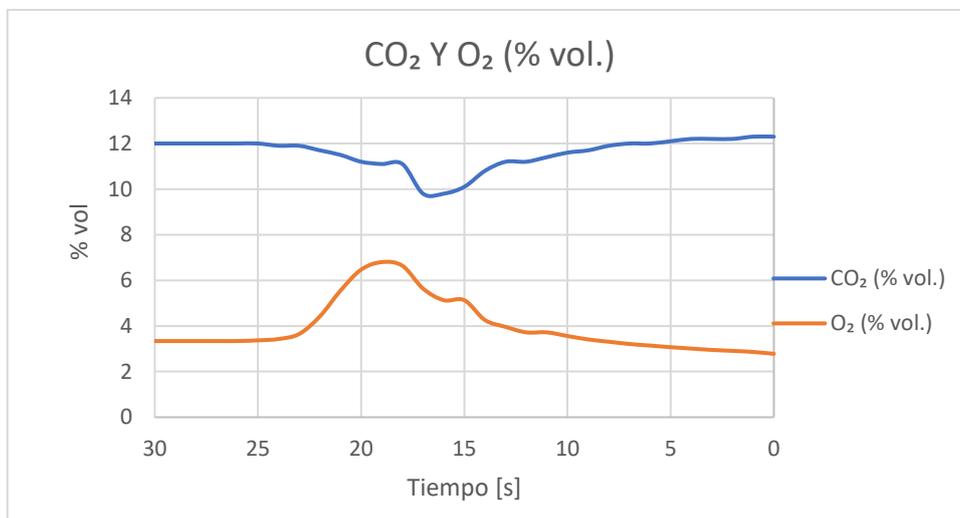
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 121.** Valores de relación Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 122.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Super con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 123.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 2500 rpm con  
Biocombustible, Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,3	7,6	254	1,677	8,14
29	0,3	8,4	290	1,530	7,17
28	0,3	9,3	312	1,417	6,25
27	0,3	9,8	319	1,336	5,42
26	0,3	10,5	312	1,271	4,69
25	0,3	10,9	303	1,230	4,17
24	0,3	11,3	285	1,212	3,95
23	0,3	11,4	269	1,213	4
22	0,2	11,4	249	1,222	4,09
21	0,2	11,4	238	1,222	4,09
20	0,2	11,3	231	1,235	4,26
19	0,2	11,3	234	1,247	4,45
18	0,3	11,1	251	1,253	4,53
17	0,3	11	263	1,254	4,53
16	0,3	11	273	1,254	4,53
15	0,3	11	279	1,243	4,37
14	0,3	11,2	284	1,218	4,02
13	0,3	11,4	281	1,189	3,58
12	0,3	11,6	267	1,163	3,18
11	0,3	11,7	255	1,142	2,84
10	0,3	11,7	237	1,129	2,59
9	0,3	11,8	224	1,119	2,44
8	0,3	12,1	210	1,113	2,35
7	0,3	12,6	200	1,106	2,29
6	0,3	12,6	191	1,020	2,21
5	0,3	12,7	185	1,097	2,12
4	0,3	12,7	180	1,093	2,05
3	0,3	12,8	178	1,092	2,05
2	0,3	12,8	177	1,092	2,04
1	0,3	12,8	177	1,090	2,02
0	0,3	12,8	170	1,088	1,96

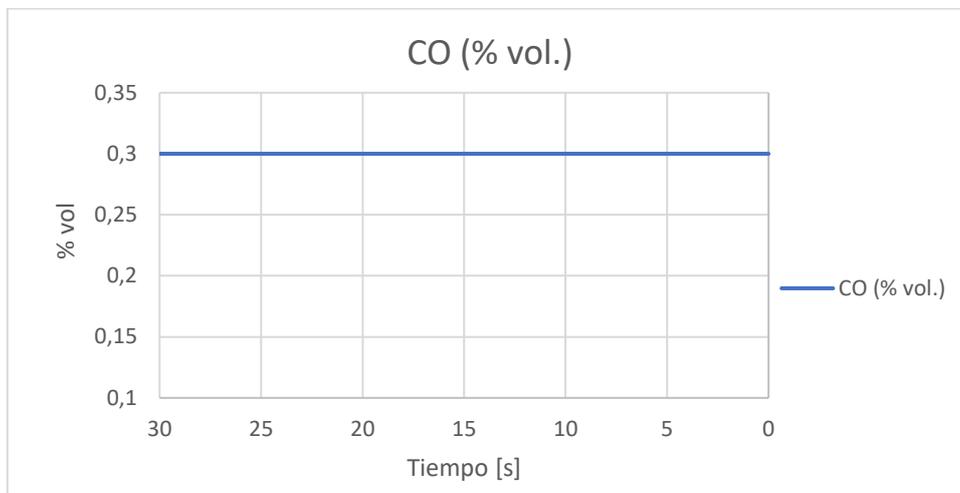
**Anexo 124.** Resultados de emisiones de la primera prueba a 700 rpm con Biocombustible, Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,3	12,3	170	1,206	4,02
29	0,3	12,1	173	1,285	5,38
28	0,3	12,1	173	1,330	6,17
27	0,3	12	174	1,331	6,32
26	0,3	11,4	217	1,338	6,04
25	0,3	10,1	316	1,343	5,51
24	0,3	10,4	314	1,289	4,93
23	0,3	10,8	306	1,243	4,38
22	0,3	11,1	299	1,209	3,9
21	0,3	11,5	289	1,180	3,51
20	0,3	11,7	283	1,159	3,2
19	0,3	12	277	1,143	2,95
18	0,3	12,1	273	1,129	2,74
17	0,3	12,3	268	1,118	2,56
16	0,3	12,4	265	1,110	2,34
15	0,3	12,5	262	1,105	2,27
14	0,3	12,5	260	1,100	2,27
13	0,3	12,6	258	1,097	2,2
12	0,3	12,7	256	1,092	2,04
11	0,3	12,7	255	1,087	2,04
10	0,3	12,7	255	1,084	1,98
9	0,3	12,8	253	1,082	1,95
8	0,3	12,8	252	1,082	1,94
7	0,3	12,8	253	1,081	1,87
6	0,3	12,9	253	1,078	1,87
5	0,3	12,9	253	1,076	1,83
4	0,3	12,9	256	1,073	1,78
3	0,3	12,9	258	1,073	1,82
2	0,3	12,9	259	1,075	1,82
1	0,3	12,9	259	1,077	1,87
0	0,3	12,9	260	1,078	1,87

**Anexo 125.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible, Chevrolet Optra.

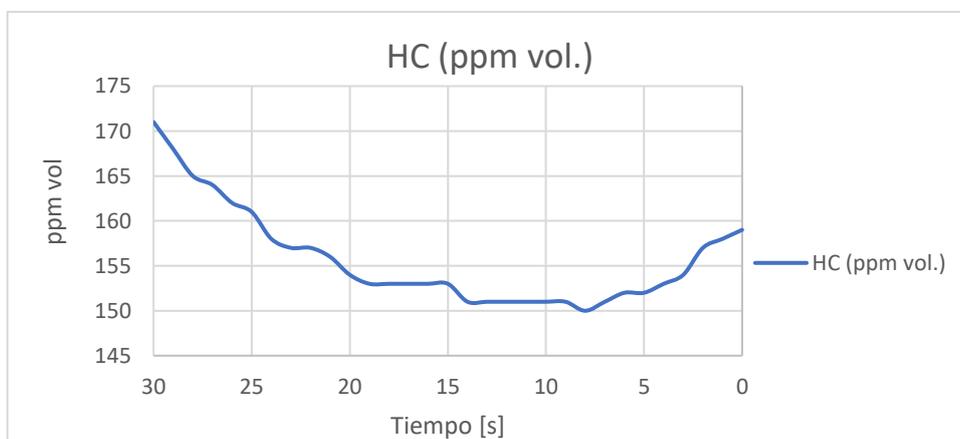
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,3	12,7	171	1,114	2,45
29	0,3	12,8	168	1,111	2,38
28	0,3	12,8	165	1,107	2,32
27	0,3	12,8	164	1,104	2,28
26	0,3	12,9	162	1,103	2,22
25	0,3	12,9	161	1,101	2,22
24	0,3	12,9	158	1,098	2,11
23	0,3	12,9	157	1,095	2,11
22	0,3	13	157	1,095	2,11
21	0,3	13	156	1,095	2,11
20	0,3	13	154	1,095	2,11
19	0,3	13	153	1,092	2,05
18	0,3	13	153	1,086	1,96
17	0,3	13,1	153	1,084	1,92
16	0,3	13,1	153	1,085	1,95
15	0,3	13,1	153	1,085	1,95
14	0,3	13	151	1,085	1,93
13	0,3	13,1	151	1,084	1,93
12	0,3	13,1	151	1,081	1,88
11	0,3	13,1	151	1,080	1,85
10	0,3	13,1	151	1,079	1,85
9	0,3	13,1	151	1,079	1,85
8	0,3	13,1	150	1,080	1,85
7	0,3	13,2	151	1,078	1,83
6	0,3	13,2	152	1,077	1,79
5	0,3	13,2	152	1,076	1,73
4	0,3	13,2	153	1,073	1,73
3	0,3	13,2	154	1,068	1,65
2	0,3	13,3	157	1,063	1,56
1	0,3	13,3	158	1,060	1,51
0	0,3	13,3	159	1,064	1,58

**Anexo 126.** Emisiones de CO de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



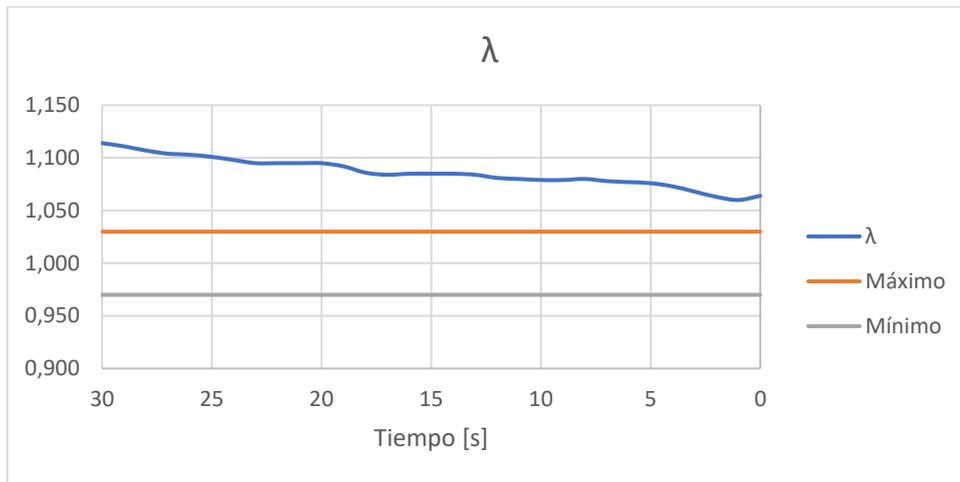
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 127.** Emisiones de HC de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



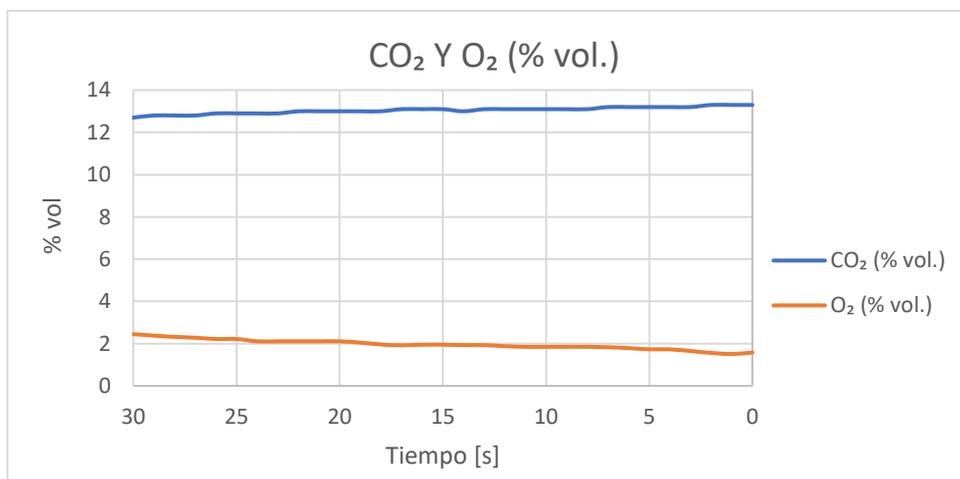
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 128.** Valores de relación Lambda de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 129.** Emisión de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la segunda prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.

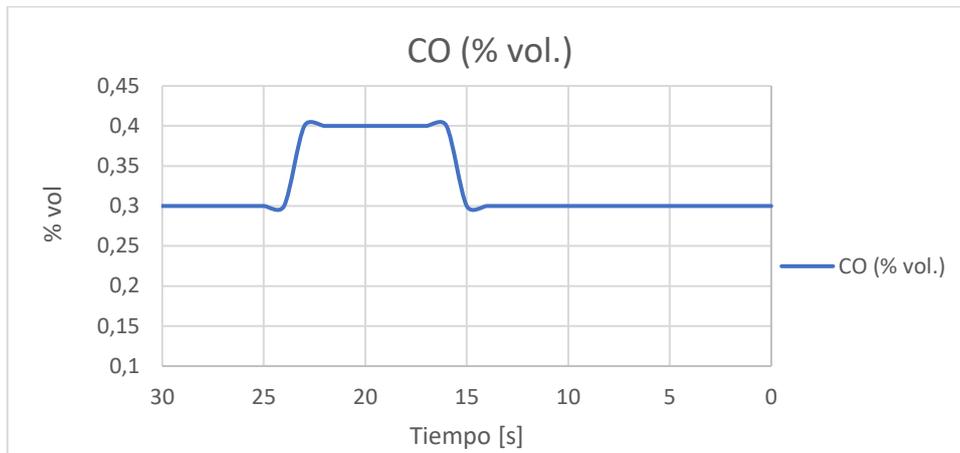


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 130.** Resultados de emisiones de la segunda prueba a 700 rpm con  
Biocombustible, Chevrolet Optra.

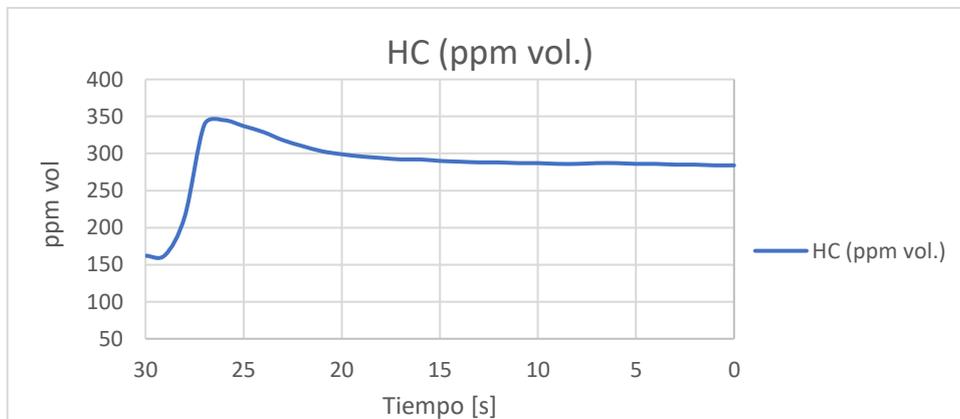
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,3	12,5	162	1,256	5,91
29	0,3	12,4	163	1,304	6,11
28	0,3	11,7	215	1,330	5,85
27	0,3	10,2	339	1,351	5,36
26	0,3	10,3	345	1,314	4,79
25	0,3	10,7	337	1,267	4,24
24	0,3	11,1	329	1,226	3,73
23	0,4	11,5	318	1,189	3,73
22	0,4	11,8	310	1,160	3,3
21	0,4	12,1	303	1,139	2,99
20	0,4	12,3	299	1,126	2,67
19	0,4	12,4	296	1,119	2,6
18	0,4	12,5	294	1,111	2,53
17	0,4	12,6	292	1,110	2,53
16	0,4	12,6	292	1,105	2,43
15	0,3	12,8	290	1,098	2,31
14	0,3	12,8	289	1,091	2,08
13	0,3	12,9	288	1,085	2,08
12	0,3	13	288	1,079	1,98
11	0,3	13,1	287	1,075	1,9
10	0,3	13,1	287	1,071	1,79
9	0,3	13,2	286	1,069	1,78
8	0,3	13,2	286	1,069	1,78
7	0,3	13,2	287	1,069	1,79
6	0,3	13,2	287	1,069	1,8
5	0,3	13,2	286	1,071	1,82
4	0,3	13,2	286	1,071	1,81
3	0,3	13,2	285	1,071	1,78
2	0,3	13,2	285	1,069	1,78
1	0,3	13,2	284	1,067	1,69
0	0,3	13,3	284	1,064	1,68

**Anexo 131.** Emisiones de CO de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



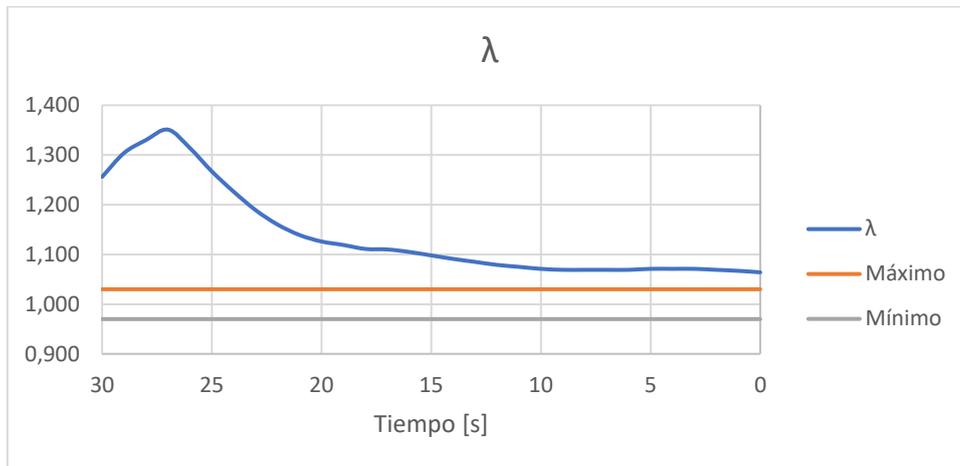
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 132.** Emisiones de HC de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



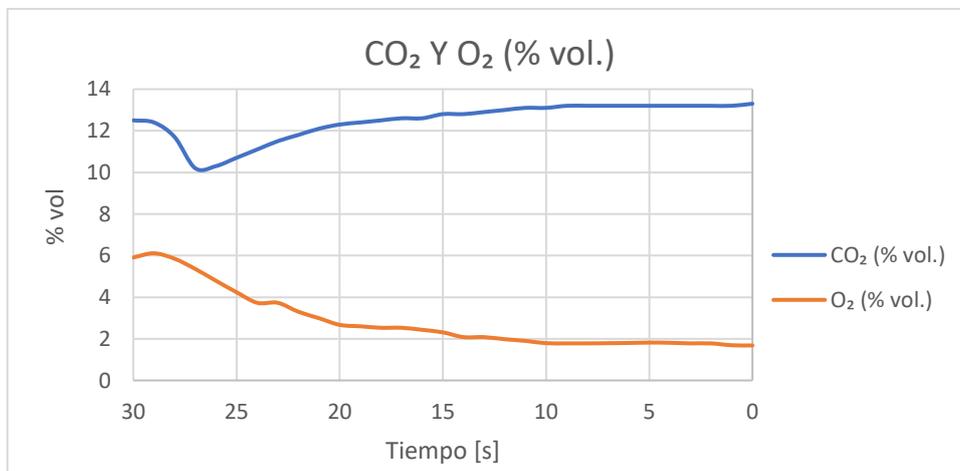
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 133.** Valores de Lambda de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 134.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la segunda prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.

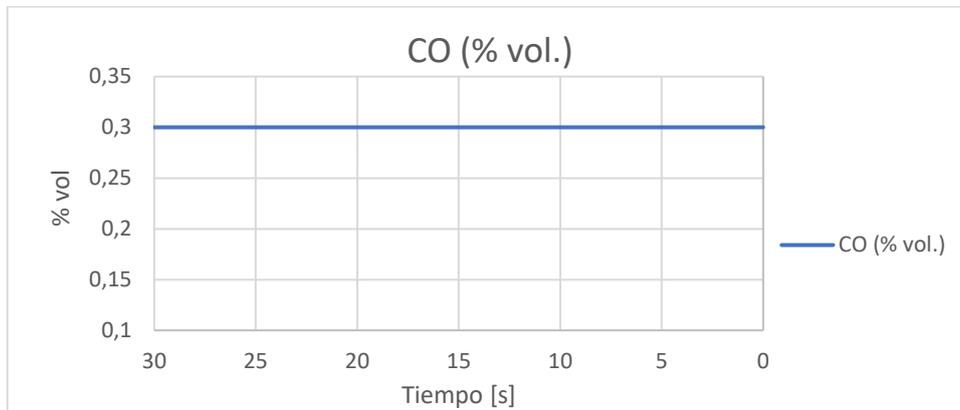


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 135.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 2500 rpm con  
Biocombustible, Chevrolet Optra.

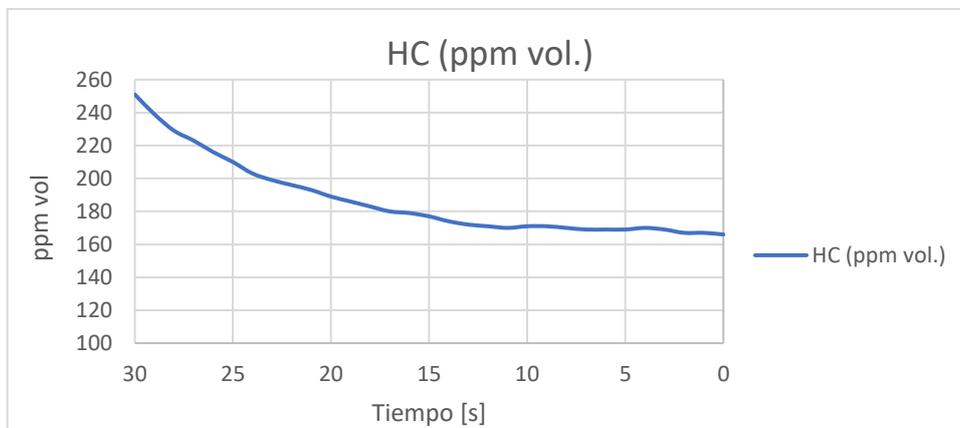
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,3	11,8	251	1,224	4,09
29	0,3	12	239	1,202	3,93
28	0,3	12,1	229	1,201	3,72
27	0,3	12,2	223	1,177	3,52
26	0,3	12,4	216	1,165	3,35
25	0,3	12,5	210	1,152	3,14
24	0,3	12,7	203	1,139	2,91
23	0,3	12,8	199	1,127	2,71
22	0,3	13	196	1,126	2,62
21	0,3	13,1	193	1,120	2,58
20	0,3	13,1	189	1,117	2,56
19	0,3	13,1	186	1,113	2,48
18	0,3	13,2	183	1,112	2,38
17	0,3	13,2	180	1,107	2,3
16	0,3	13,3	179	1,102	2,3
15	0,3	13,3	177	1,103	2,32
14	0,3	13,3	174	1,104	2,33
13	0,3	13,3	172	1,102	2,29
12	0,3	13,3	171	1,101	2,21
11	0,3	13,3	170	1,097	2,09
10	0,3	13,4	171	1,087	2,03
9	0,3	13,4	171	1,087	2,03
8	0,3	13,5	170	1,087	2,03
7	0,3	13,5	169	1,087	2,03
6	0,3	13,5	169	1,085	1,99
5	0,3	13,5	169	1,082	1,93
4	0,3	13,5	170	1,082	1,93
3	0,3	13,5	169	1,082	1,93
2	0,3	13,5	167	1,083	1,96
1	0,3	13,5	167	1,081	1,92
0	0,3	13,5	166	1,079	1,88

**Anexo 136.** Emisiones de CO de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



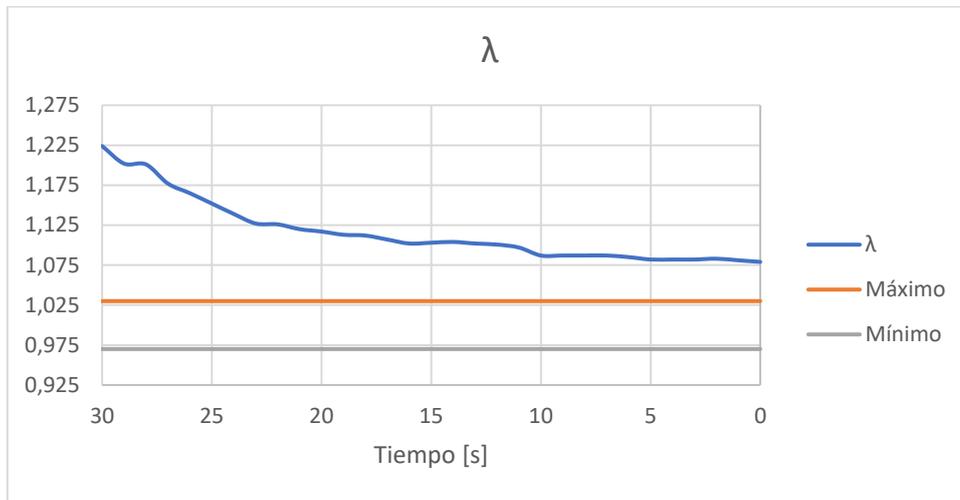
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 137.** Emisiones de HC de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



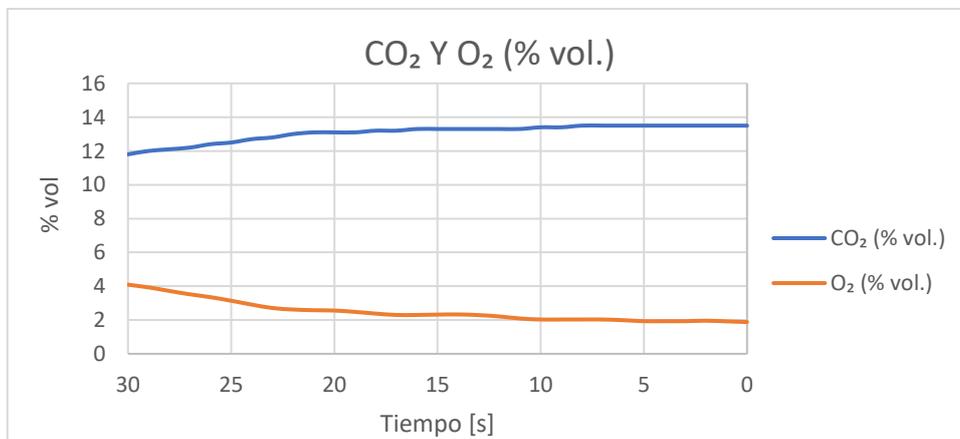
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 138.** Valores de relación Lambda de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 139.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 2500 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.

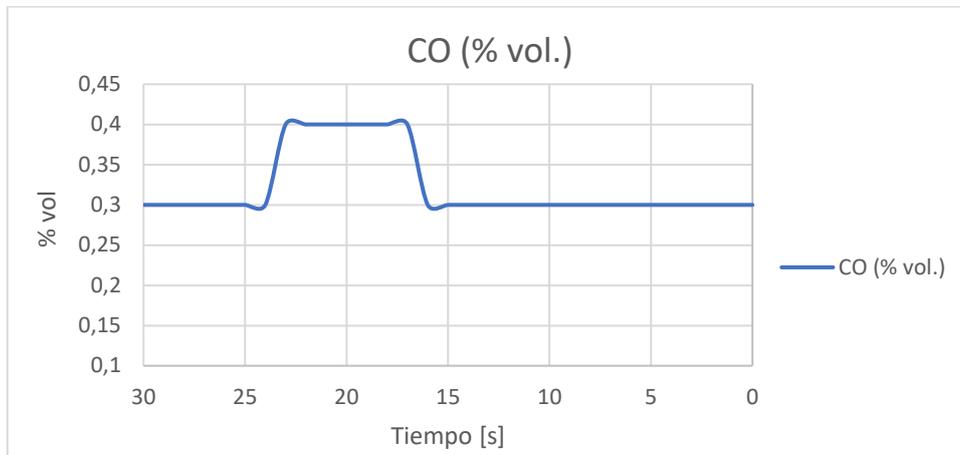


**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 140.** Resultados de emisiones de la tercera prueba a 700 rpm con  
Biocombustible, Chevrolet Optra.

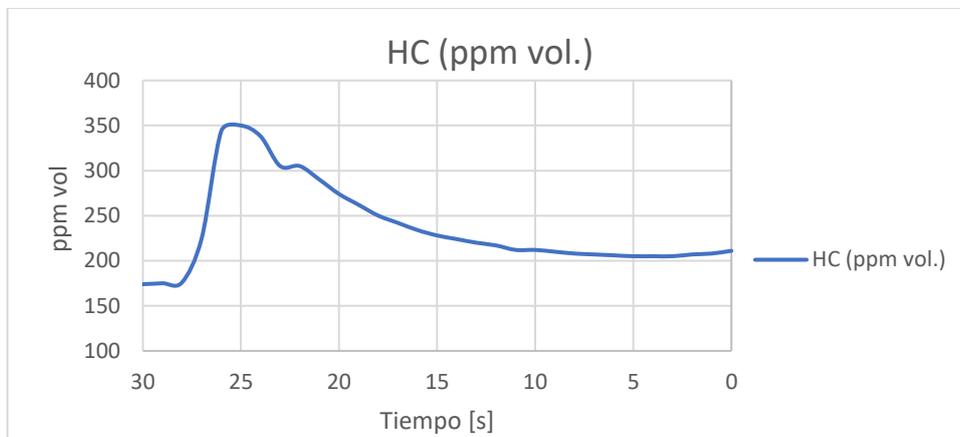
<b>Tiempo</b>	<b>CO (% vol.)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (% vol.)</b>	<b>HC (ppm vol.)</b>	<b>λ</b>	<b>O<sub>2</sub> (% vol.)</b>
30	0,3	12,8	174	1,130	4,06
29	0,3	12,7	175	1,269	5,34
28	0,3	12,6	176	1,310	6,09
27	0,3	11,9	225	1,327	6,13
26	0,3	10,3	344	1,341	5,73
25	0,3	10,5	350	1,297	5,12
24	0,3	10,9	338	1,248	4,51
23	0,4	11,8	305	1,193	3,93
22	0,4	11,8	305	1,167	3,45
21	0,4	12,1	290	1,142	3,06
20	0,4	12,4	274	1,124	2,77
19	0,4	12,6	262	1,110	2,54
18	0,4	12,9	250	1,109	2,35
17	0,4	13	242	1,091	2,19
16	0,3	13,1	234	1,085	2,07
15	0,3	13,2	228	1,081	1,98
14	0,3	13,3	224	1,079	1,94
13	0,3	13,3	220	1,076	1,89
12	0,3	13,4	217	1,074	1,84
11	0,3	13,4	212	1,070	1,76
10	0,3	13,5	212	1,066	1,7
9	0,3	13,5	210	1,064	1,65
8	0,3	13,5	208	1,064	1,65
7	0,3	13,6	207	1,063	1,64
6	0,3	13,6	206	1,063	1,63
5	0,3	13,6	205	1,060	1,57
4	0,3	13,6	205	1,058	1,54
3	0,3	13,7	205	1,057	1,51
2	0,3	13,7	207	1,058	1,53
1	0,3	13,7	208	1,059	1,56
0	0,3	13,6	211	1,060	1,59

**Anexo 141.** Emisiones de CO de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



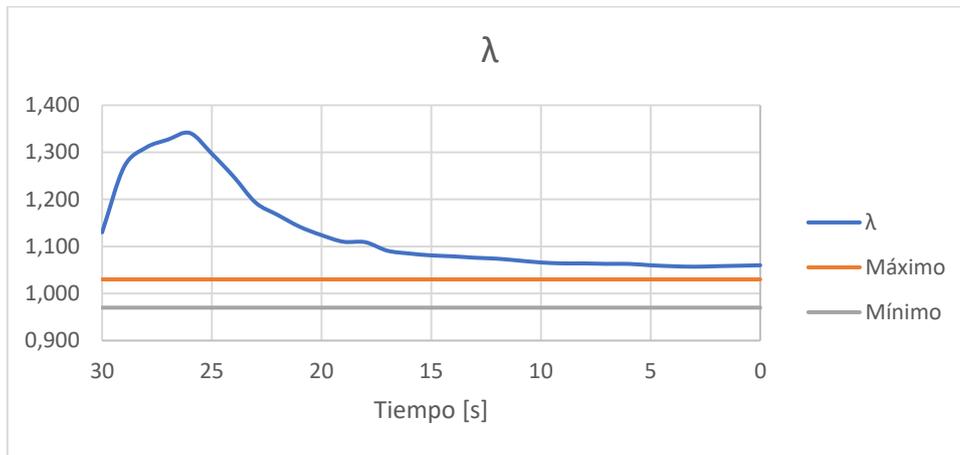
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 142.** Emisiones de HC de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



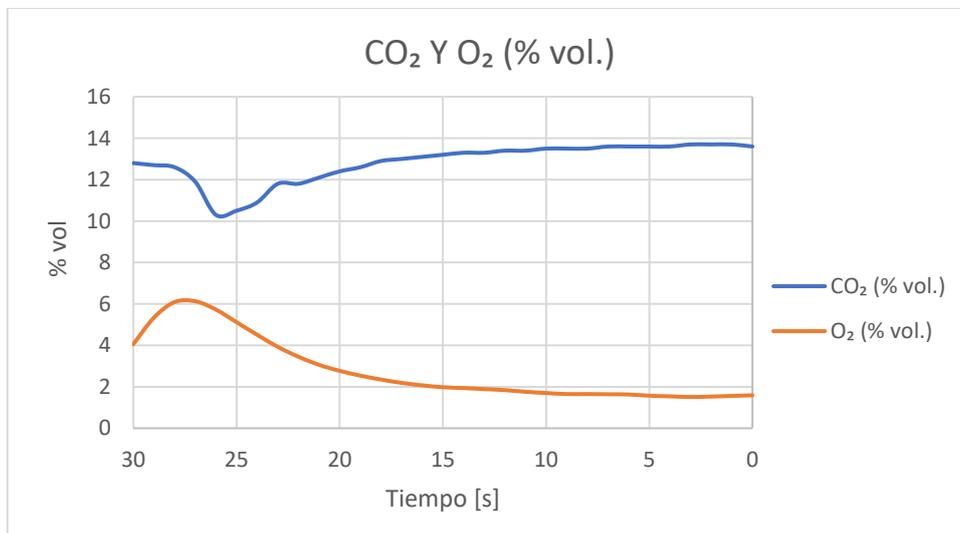
**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 143.** Valores de Lambda de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 144.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de la tercera prueba a 700 rpm con Biocombustible con Chevrolet Optra.



**ELABORADO: AUTORES.**

**Anexo 145.** Resultados promedio de emisiones CO a 2500 rpm, Chevrolet Optra.

Tiempo	Extra	Super	Biocombustible
30	0,50	0,17	0,30
29	0,47	0,20	0,30
28	0,43	0,20	0,30
27	0,43	0,20	0,30
26	0,43	0,20	0,30
25	0,50	0,20	0,30
24	0,63	0,20	0,30
23	0,63	0,20	0,30
22	0,60	0,20	0,27
21	0,57	0,20	0,27
20	0,60	0,23	0,27
19	0,60	0,23	0,27
18	0,60	0,23	0,30
17	0,60	0,23	0,30
16	0,57	0,20	0,30
15	0,53	0,20	0,30
14	0,53	0,23	0,30
13	0,47	0,23	0,30
12	0,43	0,23	0,30
11	0,43	0,23	0,30
10	0,40	0,23	0,30
9	0,40	0,23	0,30
8	0,40	0,27	0,30
7	0,37	0,27	0,30
6	0,37	0,27	0,30
5	0,37	0,27	0,30
4	0,37	0,27	0,30
3	0,37	0,27	0,30
2	0,33	0,27	0,30
1	0,33	0,27	0,30
0	0,33	0,27	0,30

**Anexo 146.** Resultados promedio de emisiones CO a 700 rpm, Chevrolet Optra.

Tiempo	Extra	Super	Biocombustible
30	0,3	0,3	0,3
29	0,3	0,3	0,3
28	0,3	0,3	0,3
27	0,3	0,3	0,3
26	0,4	0,3	0,3
25	0,4	0,3	0,3
24	0,4	0,3	0,3
23	0,4	0,3	0,4
22	0,3	0,3	0,4
21	0,3	0,3	0,4
20	0,3	0,3	0,4
19	0,3	0,3	0,4
18	0,3	0,3	0,4
17	0,3	0,3	0,4
16	0,3	0,3	0,3
15	0,3	0,3	0,3
14	0,3	0,3	0,3
13	0,3	0,3	0,3
12	0,3	0,3	0,3
11	0,3	0,3	0,3
10	0,3	0,3	0,3
9	0,3	0,3	0,3
8	0,3	0,3	0,3
7	0,3	0,3	0,3
6	0,3	0,3	0,3
5	0,3	0,3	0,3
4	0,3	0,3	0,3
3	0,3	0,3	0,3
2	0,3	0,3	0,3
1	0,3	0,3	0,3
0	0,3	0,3	0,3

**Anexo 147.** Resultados promedio de emisiones HC a 2500 rpm, Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	323	198	225
29	324	213	232
28	327	224	235
27	329	232	235
26	332	237	230
25	329	241	225
24	329	236	215
23	340	231	208
22	337	226	201
21	360	222	196
20	341	219	191
19	306	218	191
18	293	215	196
17	291	211	199
16	281	210	202
15	263	210	203
14	259	208	203
13	249	205	201
12	241	203	196
11	230	203	192
10	223	199	186
9	211	200	182
8	192	200	177
7	188	198	173
6	183	197	171
5	181	195	169
4	175	193	168
3	175	192	167
2	171	192	167
1	172	191	167
0	170	189	165

**Anexo 148.** Resultados promedio de emisiones HC a 700 rpm, Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	348	184	169
29	360	187	170
28	386	188	188
27	385	216	246
26	375	281	302
25	366	284	334
24	352	307	327
23	341	377	310
22	329	369	305
21	321	366	294
20	307	365	285
19	303	362	278
18	295	360	272
17	287	390	267
16	286	384	264
15	279	382	260
14	285	375	258
13	283	368	255
12	285	364	254
11	283	357	251
10	283	352	251
9	281	346	250
8	279	344	249
7	277	338	249
6	275	335	249
5	273	334	248
4	270	331	249
3	268	327	249
2	267	323	250
1	266	319	250
0	265	317	252

**Anexo 149.** Resultados promedio de  
Lambda a 2500 rpm, Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	1,196	1,299	1,338
29	1,199	1,256	1,281
28	1,204	1,216	1,242
27	1,212	1,197	1,206
26	1,213	1,185	1,180
25	1,226	1,185	1,161
24	1,217	1,196	1,150
23	1,209	1,205	1,145
22	1,205	1,209	1,148
21	1,196	1,204	1,146
20	1,181	1,194	1,149
19	1,176	1,190	1,151
18	1,169	1,193	1,150
17	1,163	1,202	1,148
16	1,150	1,203	1,147
15	1,131	1,199	1,144
14	1,115	1,192	1,136
13	1,105	1,186	1,125
12	1,102	1,184	1,115
11	1,098	1,185	1,106
10	1,093	1,183	1,098
9	1,084	1,179	1,095
8	1,078	1,171	1,093
7	1,076	1,166	1,090
6	1,077	1,166	1,061
5	1,077	1,167	1,085
4	1,074	1,167	1,083
3	1,068	1,163	1,081
2	1,063	1,157	1,079
1	1,063	1,152	1,077
0	1,063	1,150	1,077

**Anexo 150.** Resultados promedio de  
Lambda a 700 rpm, Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	1,307	1,156	1,197
29	1,295	1,186	1,286
28	1,269	1,223	1,323
27	1,239	1,265	1,336
26	1,200	1,297	1,331
25	1,171	1,288	1,302
24	1,147	1,267	1,254
23	1,132	1,252	1,208
22	1,122	1,236	1,179
21	1,113	1,235	1,154
20	1,108	1,249	1,136
19	1,103	1,240	1,124
18	1,099	1,226	1,116
17	1,094	1,222	1,106
16	1,092	1,200	1,100
15	1,091	1,181	1,095
14	1,094	1,151	1,090
13	1,098	1,144	1,086
12	1,104	1,138	1,082
11	1,105	1,130	1,077
10	1,108	1,123	1,074
9	1,105	1,118	1,072
8	1,100	1,114	1,072
7	1,094	1,111	1,071
6	1,088	1,110	1,070
5	1,084	1,109	1,069
4	1,082	1,108	1,067
3	1,080	1,106	1,067
2	1,080	1,104	1,067
1	1,079	1,101	1,068
0	1,078	1,101	1,067

**Anexo 151.** Resultados promedio de  
CO<sub>2</sub> a 2500 rpm, Chevrolet Optra.

**Anexo 152.** Resultados promedio de  
CO<sub>2</sub> a 700 rpm, Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	11,67	10,50	10,70	30	11,10	12,20	12,53
29	11,73	11,07	11,07	29	10,90	12,20	12,40
28	11,70	11,53	11,40	28	11,23	12,07	12,13
27	11,63	11,77	11,60	27	10,90	11,67	11,37
26	11,43	11,77	11,93	26	11,23	11,20	10,67
25	11,50	11,90	12,10	25	11,57	11,23	10,43
24	11,57	11,80	12,30	24	11,87	11,13	10,80
23	11,50	11,80	12,37	23	12,03	10,73	11,37
22	11,57	11,70	12,47	22	12,27	11,03	11,57
21	11,33	11,70	12,50	21	12,40	11,23	11,90
20	11,53	11,80	12,47	20	12,57	11,23	12,13
19	11,57	11,83	12,47	19	12,63	11,43	12,33
18	11,70	11,83	12,43	18	12,73	11,53	12,50
17	11,73	11,80	12,43	17	12,77	11,20	12,63
16	11,83	11,73	12,47	16	12,83	11,37	12,70
15	12,07	11,73	12,47	15	12,87	11,53	12,83
14	12,20	11,80	12,50	14	12,83	11,83	12,87
13	12,33	11,83	12,60	13	12,87	12,05	12,93
12	12,43	11,87	12,67	12	12,80	12,10	13,03
11	12,53	11,87	12,70	11	12,77	12,17	13,07
10	12,70	11,87	12,73	10	12,73	12,27	13,10
9	12,83	11,87	12,77	9	12,73	12,33	13,17
8	12,97	11,97	12,90	8	12,83	12,40	13,17
7	13,00	12,03	13,10	7	12,87	12,47	13,20
6	13,03	12,07	13,10	6	12,93	12,50	13,23
5	13,07	12,07	13,13	5	12,93	12,50	13,23
4	13,07	12,03	13,13	4	13,03	12,53	13,23
3	13,07	12,03	13,17	3	13,07	12,53	13,27
2	13,20	12,10	13,20	2	13,07	12,53	13,27
1	13,23	12,17	13,20	1	13,10	12,63	13,27
0	13,23	12,17	13,20	0	13,10	12,63	13,27

**Anexo 153.** Resultados promedio de O<sub>2</sub>  
a 2500 rpm, Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	3,5	4,2	4,9
29	3,5	4,1	4,5
28	3,6	3,8	4,1
27	3,5	3,6	3,7
26	3,2	3,4	3,4
25	3,4	3,7	3,2
24	3,3	3,7	3,0
23	3,2	3,8	2,9
22	3,1	3,7	2,9
21	3,1	3,6	2,9
20	3,1	3,5	3,0
19	3,1	3,6	3,0
18	3,0	3,7	3,0
17	2,9	3,7	2,9
16	2,8	3,7	2,9
15	2,5	3,7	2,9
14	2,3	3,5	2,8
13	2,1	3,4	2,6
12	2,1	3,5	2,4
11	2,0	3,5	2,3
10	2,0	3,4	2,2
9	1,8	3,3	2,1
8	1,7	3,2	2,1
7	1,7	3,2	2,1
6	1,7	3,2	2,0
5	1,7	3,2	1,9
4	1,6	3,2	1,9
3	1,6	3,1	1,9
2	1,5	3,0	1,9
1	1,5	3,0	1,8
0	1,5	2,9	1,8

**Anexo 154.** Resultados promedio de O<sub>2</sub>  
a 700 rpm, Chevrolet Optra.

<b>Tiempo</b>	<b>Extra</b>	<b>Super</b>	<b>Biocombustible</b>
30	5,3	3,1	4,7
29	5,3	3,6	5,6
28	4,7	4,7	6,0
27	4,3	5,2	5,9
26	3,9	5,3	5,5
25	3,4	5,1	5,0
24	3,0	5,0	4,4
23	2,9	4,5	4,0
22	2,7	4,3	3,6
21	2,6	4,4	3,2
20	2,5	4,6	2,9
19	2,4	4,4	2,7
18	2,3	4,3	2,5
17	2,2	3,8	2,4
16	2,2	3,5	2,3
15	2,1	3,4	2,2
14	2,2	3,0	2,1
13	2,3	2,9	2,1
12	2,4	2,8	2,0
11	2,4	2,8	1,9
10	2,4	2,7	1,8
9	2,3	2,6	1,8
8	2,2	2,5	1,8
7	2,2	2,5	1,8
6	2,1	2,5	1,8
5	2,0	2,4	1,7
4	2,0	2,4	1,7
3	1,9	2,4	1,7
2	1,9	2,3	1,7
1	1,9	2,3	1,7
0	1,9	2,3	1,7

**Anexo 155.** Limpieza de tanque de combustible.



**Anexo 156.** Prueba estática acelerado a 2500 rpm.



**Anexo 157.** Manejo de interfaz de GASBOX.



**Anexo 158.** Inserción de sonda en escape.



**Anexo 159.** Llenado de tanque con combustible Super.



**Anexo 160.** Personal de “Talleres Unidos”.



**Anexo 161.** Tablero del automóvil a 2500 rpm.



**Anexo 162.** Aceleración de vehículo desde el cuerpo de aceleración.



**Anexo 163.** Combustibles utilizados.



**Anexo 164.** Llenado de tanque con biocombustible.



**Anexo 165.** Resultados de emisiones del vehículo dado por Gasbox.

