



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“UTILIZACIÓN DE SOFTWARE AUTOMOTRIZ PARA LA  
REDUCCIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE UN  
VEHÍCULO A INYECCIÓN ELECTRÓNICA MEDIANTE LA  
MODIFICACIÓN DE LA MEMORIA FLASH SIN AFECTAR SU  
TORQUE Y POTENCIA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES: CRISTIAN JAVIER GADVAY LARA**

**CARLOS MIGUEL MONAR ARGÜELLO**

Riobamba – Ecuador

2021



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

**“UTILIZACIÓN DE SOFTWARE AUTOMOTRIZ PARA LA  
REDUCCIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE UN  
VEHÍCULO A INYECCIÓN ELECTRÓNICA MEDIANTE LA  
MODIFICACIÓN DE LA MEMORIA FLASH SIN AFECTAR SU  
TORQUE Y POTENCIA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES:** CRISTIAN JAVIER GADVAY LARA  
CARLOS MIGUEL MONAR ARGÜELLO

**DIRECTOR:** Ing. JAVIER JOSÉ GAVILANES CARRIÓN MSc.

Riobamba – Ecuador

2021

**©2021, Cristian Javier Gadvay Lara; & Carlos Miguel Monar Argüello**

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

Nosotros, Cristian Javier Gadway Lara y Carlos Miguel Monar Argüello, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de julio de 2021



---

**Cristian Javier Gadway Lara**

**C.I: 060411062-7**



---

**Carlos Miguel Monar Argüello**

**C.I: 025017536-1**

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

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo proyecto de investigación **UTILIZACIÓN DE SOFTWARE AUTOMOTRIZ PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO A INYECCIÓN ELECTRÓNICA MEDIANTE LA MODIFICACIÓN DE LA MEMORIA FLASH SIN AFECTAR SU TORQUE Y POTENCIA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA**, realizado por los señores: **CRISTIAN JAVIER GADVAY LARA Y CARLOS MIGUEL MONAR ARGÜELLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. José Francisco Pérez Fiallos <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-07-16
Ing. Javier José Gavilanes Carrión <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2021-07-16
Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-07-16

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación dedico a mis padres Sergio Gadvay, Carmen Lara y a mi hermano Carlos Gadvay ya que ellos han sido mis pilares fundamentales, mi inspiración gracias a sus enseñanzas de disciplina, constancia, sacrificio, esfuerzo he logrado concluir una etapa más en mi vida

CRISTIAN GADVAY

A Dios por darme la fortaleza para seguir adelante. A mi abuelo Olmedo Monar quien desde el cielo me guía y protege en todo momento. A mi familia en especial a mis hermanas y padres por su comprensión y ayuda, quienes me han enseñado a sobreponerme a todas las adversidades, sin nunca rendirme en el intento, me han brindado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios y mi perseverancia, todo ello con gran amor, sin pedir nada a cambio.

CARLOS MONAR

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios y a la Virgen Santísima por darme sabiduría y salud en mi vida cotidiana para lograr concluir esta meta. A mis padres por el sacrificio y apoyo incondicional brindado durante este largo camino. Al Ing. Diego Álvarez por ser un mentor durante mi vida estudiantil y profesional.

Finalmente agradezco a amigos y familiares que siempre han estado ahí en los buenos y malos momentos apoyándome con sus consejos.

CRISTIAN GADVAY

A mi padre, quien ha sido mi mentor a lo largo de mi vida, y me ha inculcado el gusto y pasión por la rama automotriz, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mi madre, quien con sus consejos me ha guiado para poder sobreponerme en situaciones difíciles, sin desfallecer en ningún momento.

A la carrera de Ing. Automotriz y sus docentes, por compartir sus conocimientos preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

CARLOS MONAR

## TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

<b>1.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.</b>	<b>Motor de combustión interna .....</b>	<b>5</b>
<i>1.1.1.</i>	<i>Motor a gasolina.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2.</i>	<i>Fuentes móviles de contaminantes .....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.3.</i>	<i>Gases emitidos.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.3.1.</i>	<i>Gases no contaminantes .....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.3.2.</i>	<i>Gases Contaminantes .....</i>	<i>7</i>
<b>1.2.</b>	<b>Analizadores de gases.....</b>	<b>7</b>
<i>1.2.1.</i>	<i>Límites de emisiones gaseosas permitidas en Ecuador .....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.2.</i>	<i>Requerimientos técnicos de los analizadores de gases usados en Ecuador.....</i>	<i>8</i>
<b>1.3.</b>	<b>Unidad Central electrónica (ECU).....</b>	<b>9</b>
<i>1.3.1.</i>	<i>Componentes de la Unidad Central Electrónica .....</i>	<i>9</i>
<i>1.3.2.</i>	<i>Memorias de la ECU .....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.2.1.</i>	<i>Memoria ROM.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.2.2.</i>	<i>Memoria RAM .....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.2.3.</i>	<i>Memorias PROM.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.2.4.</i>	<i>Memoria EPROM.....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.2.5.</i>	<i>Memoria FLASH .....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.3.</i>	<i>Reprogramación de ECU .....</i>	<i>12</i>
<i>1.3.4.</i>	<i>Métodos de reprogramación.....</i>	<i>13</i>
<i>1.3.4.1.</i>	<i>Reprogramación FLASH.....</i>	<i>13</i>
<i>1.3.4.2.</i>	<i>Reprogramación de ECU programable .....</i>	<i>13</i>
<i>1.3.4.3.</i>	<i>Reprogramación de ECU estándar .....</i>	<i>13</i>
<i>1.3.5.</i>	<i>Que se puede modificar de la ECU .....</i>	<i>14</i>

1.3.5.1.	<i>Factor Lambda</i> .....	14
1.3.5.2.	<i>El encendido</i> .....	15
1.3.5.3.	<i>Límite de revoluciones</i> .....	15
1.3.5.4.	<i>Correcta temperatura del agua</i> .....	15
1.3.5.5.	<i>Tiempo variable de levas</i> .....	15
<b>1.4.</b>	<b>NEW TRASDATA</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4.1.</b>	<b><i>Gestión del Programa</i></b> .....	<b>17</b>
1.4.1.1.	<i>Pestaña de Interfaz</i> .....	17
1.4.1.2.	<i>Fase de lectura</i> .....	18
1.4.1.3.	<i>Fase de escritura</i> .....	18
1.4.1.4.	<i>Página lista de archivo</i> .....	19
<b>1.5.</b>	<b>RACE EVO</b> .....	<b>20</b>
<b>1.6.</b>	<b>Banco de potencia</b> .....	<b>20</b>
1.6.1.	<i>Pasos para la medición de potencia</i> .....	21
<b>1.7.</b>	<b>Hipótesis</b> .....	<b>22</b>

## CAPÍTULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLOGICO</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1.</b>	<b>Materiales y métodos</b> .....	<b>23</b>
2.1.1.	<i>Materiales</i> .....	23
<b>2.2.</b>	<b>Datos técnicos del vehículo</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3.</b>	<b>Métodos</b> .....	<b>25</b>
2.3.1.	<i>Descriptiva</i> .....	26
2.3.2.	<i>Explicativa</i> .....	26
2.3.3.	<i>Experimental y analítico</i> .....	26
<b>2.4.</b>	<b>Toma de datos antes de la reprogramación</b> .....	<b>26</b>
2.4.1.	<i>Ensayos de emisión de gases de escape antes de la reprogramación</i> .....	27
2.4.1.1.	<i>Resultados de la medición con el motor en Ralentí</i> .....	30
2.4.1.2.	<i>Resultados de la medición con el motor a 2500 RPM</i> .....	30
2.4.1.3.	<i>Medición de torque y potencia</i> .....	31
2.4.1.4.	<i>Curvas de Torque-Potencia</i> .....	33
2.4.1.5.	<i>Valores de potencia máximas alcanzados</i> .....	34
2.4.1.6.	<i>Valores de Torque máximos alcanzados</i> .....	35
<b>2.5.</b>	<b>Lectura de datos de la memoria FLASH antes de la programación</b> .....	<b>35</b>
<b>2.6.</b>	<b>Reprogramación de la memoria</b> .....	<b>40</b>
2.6.1.	<i>Primer mapa</i> .....	43

2.6.2.	<i>Segundo mapa</i> .....	44
2.6.3.	<i>Tercer mapa</i> .....	45
2.6.4.	<i>Cuarto mapa</i> .....	45
2.7.	<b>Escritura de la memoria FLASH</b> .....	51
2.8.	<b>Obtención de datos después de la programación de la memoria FLASH</b> .....	53
2.8.1.	<i>Medición de emisiones de escape después de la programación de la memoria FLASH</i> .....	53
2.8.1.1.	<i>Mapa 1</i> .....	54
2.8.1.2.	<i>Mapa 2</i> .....	55
2.8.1.3.	<i>Mapa 3</i> .....	56
2.8.1.4.	<i>Mapa 4</i> .....	57
2.8.2.	<i>Medición de Torque y potencia después de la reprogramación en la memoria Flash</i> .....	58
2.8.2.1.	<i>Curvas de Torque-Potencia</i> .....	59

### **CAPÍTULO III**

3.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS</b> .....	61
3.1.	<b>Obtención de resultados</b> .....	61
3.2.	<b>Análisis de resultados</b> .....	62
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	73
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	74
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Clasificación de las emisiones producidas por el vehículo .....	6
<b>Tabla 2-1:</b>	Gases no contaminantes .....	6
<b>Tabla 3-1:</b>	Gases contaminantes .....	7
<b>Tabla 4-1:</b>	Rango de emisiones gaseosas para los vehículos de ciclo otto .....	8
<b>Tabla 5-1:</b>	Requerimientos técnicos de los analizadores de gases usados en Ecuador .....	8
<b>Tabla 6-1:</b>	Bloques de la ECU .....	10
<b>Tabla 7-1:</b>	Tipos de memoria EPROM .....	11
<b>Tabla 1-2:</b>	Materiales Utilizados.....	24
<b>Tabla 2-2:</b>	Ficha Técnica del Vehículo .....	25
<b>Tabla 3-2:</b>	Datos de la medición de los gases de escape en Ralentí.....	30
<b>Tabla 4-2:</b>	Datos de la medición de los gases de escape a Ralentí.....	31
<b>Tabla 5-2:</b>	Potencia máxima alcanzada en los ensayos.....	34
<b>Tabla 6-2:</b>	Torque máximo alcanzada en los ensayos.....	35
<b>Tabla 7-2:</b>	Medicines de los gases de escape en ralentí MAPA 1 .....	55
<b>Tabla 8-2:</b>	Medicines de los gases de escape a 2500 RPM MAPA 1 .....	55
<b>Tabla 9-2:</b>	Medicines de los gases de escape en ralentí MAPA2 .....	56
<b>Tabla 10-2:</b>	Medicines de los gases de escape a 2500 RPM MAPA2 .....	56
<b>Tabla 11-2:</b>	Medicines de los gases de escape en ralentí MAPA3. ....	57
<b>Tabla 12-2:</b>	Medicines de los gases de escape a 2500 RPM MAPA3 .....	57
<b>Tabla 13-2:</b>	Medicines de los gases de escape en ralentí MAPA4. ....	58
<b>Tabla 14-2:</b>	Medicines de los gases de escape a 2500 RPM MAPA4 .....	58
<b>Tabla 15-2:</b>	Valores de potencia máxima alcanzadas en las cinco pruebas. ....	60
<b>Tabla 16-2:</b>	Valores de potencia máxima alcanzadas en las cinco pruebas. ....	60
<b>Tabla 1-3:</b>	Análisis de gases de escape en función de los mapas de programación - Ralentí. 61	
<b>Tabla 2-3:</b>	Análisis de gases de escape en función de los mapas de programación – 2500 r.p.m .....	61
<b>Tabla 3-3:</b>	Resultados comparativos de valores de Torque y Potencia.....	62
<b>Tabla 4-3:</b>	Resultados del análisis estadístico de los gases de escape – Mapa 4 / Ralentí.....	64
<b>Tabla 5-3:</b>	Resultados del análisis estadístico de los gases de escape – Mapa 4 / 2500 r.p.m.68	
<b>Tabla 6-3:</b>	Análisis de resultados de la hipótesis .....	72

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Separación por bloques de la ECU .....	9
<b>Figura 2-1:</b>	Memoria FLASH .....	12
<b>Figura 3-1:</b>	New TRASDATA .....	16
<b>Figura 4-1:</b>	Interfaz de TRASDATA .....	17
<b>Figura 5-1:</b>	Lectura de centralita.....	17
<b>Figura 6-1:</b>	Guardado de lectura de datos .....	18
<b>Figura 7-1:</b>	Escritura de datos .....	18
<b>Figura 8-1:</b>	Lista de archivos .....	19
<b>Figura 9-1:</b>	Exportación de archivos a memoria flash externa.....	19
<b>Figura 10-1:</b>	Mapeo de datos .....	20
<b>Figura 11-1:</b>	Banco Dinamométrico de rodillos .....	20
<b>Figura 12-1:</b>	Registro de curvas paramétricas .....	21
<b>Figura 1-2:</b>	Vehículo a usar .....	25
<b>Figura 2-2:</b>	Analizador de gases. ....	27
<b>Figura 3-2:</b>	Conexión del analizador con la computadora. ....	27
<b>Figura 4-2:</b>	Conexión de la sonda lambda a l tubo de escape. ....	28
<b>Figura 5-2:</b>	Puesta a punto del sistema. ....	28
<b>Figura 6-2:</b>	Control del sistema mediante escáner.....	29
<b>Figura 7-2:</b>	Valores de gases de escape. ....	29
<b>Figura 8-2:</b>	Retiro de los componentes del analizador del vehículo. ....	30
<b>Figura 9-2:</b>	Puesta del vehículo en el dinamómetro.....	31
<b>Figura 10-2:</b>	Sujeción del vehículo con correas de seguridad. ....	32
<b>Figura 11-2:</b>	Encendido del software del dinamómetro.....	32
<b>Figura 12-2:</b>	Encendido del vehículo. ....	32
<b>Figura 13-2:</b>	Prueba con el vehículo acelerado a fondo.....	33
<b>Figura 14-2:</b>	Obtención de los datos de las pruebas .....	33
<b>Figura 15-2:</b>	Curvas de torque y potencia.....	34
<b>Figura 16-2:</b>	Equipo “DIM SPORT “ .....	35
<b>Figura 17-2:</b>	Pantalla de inicio Software DIMSPORT .....	36
<b>Figura 18-2:</b>	Selección del modelo de la ECU.....	36
<b>Figura 19-2:</b>	Datos técnicos de la ECU. ....	37
<b>Figura 20-2:</b>	Manual DIMSPORT para la conexión de la ECU .....	37
<b>Figura 21-2:</b>	Conexión de los puertos de comunicación de la ECU .....	38
<b>Figura 22-2:</b>	Carga de los datos de la ECU .....	38

<b>Figura 23-2:</b>	Lectura del microcontrolador.....	39
<b>Figura 24-2:</b>	Cálculo del CheckSum del microcontrolador.....	40
<b>Figura 25-2:</b>	Selección de la ECU a utilizar.....	40
<b>Figura 26-2:</b>	Proceso de carga de la RAM 1 y RAM 2.....	41
<b>Figura 27-2:</b>	Parámetros para modificar en los 3 primeros mapas.....	41
<b>Figura 28-2:</b>	Mapa de la [FCI] factor para corregir el sistema de inyección de combustible.....	42
<b>Figura 29-2:</b>	Curvas de la relación estequiométricas.....	42
<b>Figura 30-2:</b>	Ingreso del factor lambda a utilizar.....	43
<b>Figura 31-2:</b>	Confirmación del valor a aplicar.....	43
<b>Figura 32-2:</b>	Mapa uno con el valor lambda de 0.86.....	44
<b>Figura 33-2:</b>	Mapa 2 con un factor lambda de 1.....	44
<b>Figura 34-2:</b>	Mapa 3 con un factor lambda de 1.06.....	45
<b>Figura 35-2:</b>	Categorías para modificar en el cuarto mapa.....	45
<b>Figura 36-2:</b>	Gestión principal del avance.....	46
<b>Figura 37-2:</b>	Avance optimo.....	46
<b>Figura 38-2:</b>	Factor para corregir el sistema de inyección de combustible.....	47
<b>Figura 39-2:</b>	Corrección Lambda.....	47
<b>Figura 40-2:</b>	Corrección de Lambda en función del motor después del arranque.....	48
<b>Figura 41-2:</b>	Corrección de Lambda en función del motor después del arranque.....	48
<b>Figura 42-2:</b>	Lambda perdida.....	49
<b>Figura 43-2:</b>	Par optimo del motor.....	49
<b>Figura 44-2:</b>	Par pedido.....	50
<b>Figura 45-2:</b>	Gestión ángulo mariposa.....	50
<b>Figura 46-2:</b>	Conexión de la ECU.....	51
<b>Figura 47-2:</b>	Identificación de la ECU.....	52
<b>Figura 48-2:</b>	Cálculo del CheckSum.....	52
<b>Figura 49-2:</b>	Validación CheckSum.....	52
<b>Figura 50-2:</b>	Escritura del microcontrolador.....	53
<b>Figura 51-2:</b>	Curvas de Torque-Potencia.....	59

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Gráfico comparativa – Torque.....	63
<b>Gráfico 2-3:</b>	Gráfico comparativa - Potencia.....	63
<b>Gráfico 3-3:</b>	Gráfico comparativa – Torque vs Potencia .....	64
<b>Gráfico 4-3:</b>	Análisis estadístico CO - Mapa 4 / Ralentí .....	65
<b>Gráfico 5-3:</b>	Análisis estadístico CO <sub>2</sub> - Mapa 4 / Ralentí .....	65
<b>Gráfico 6-3:</b>	Análisis estadístico HC - Mapa 4 / Ralentí .....	66
<b>Gráfico 7-3:</b>	Análisis estadístico O <sub>2</sub> - Mapa 4 / Ralentí .....	66
<b>Gráfico 8-3:</b>	Análisis estadístico HCcorr - Mapa 4 / Ralentí.....	67
<b>Gráfico 9-3:</b>	Análisis estadístico Lambda - Mapa 4 / Ralentí.....	67
<b>Gráfico 10-3:</b>	Análisis estadístico CO - Mapa 4 / 2500 r.p.m.....	68
<b>Gráfico 11-3:</b>	Análisis estadístico CO <sub>2</sub> - Mapa 4 / 2500 r.p.m.....	69
<b>Gráfico 12-3:</b>	Análisis estadístico HC - Mapa 4 / 2500 r.p.m.....	69
<b>Gráfico 13-3:</b>	Análisis estadístico O <sub>2</sub> - Mapa 4 / 2500 r.p.m .....	70
<b>Gráfico 14-3:</b>	Análisis estadístico COcorr - Mapa 4 / 2500 r.p.m .....	70
<b>Gráfico 15-3:</b>	Análisis estadístico HCcorr - Mapa 4 / 2500 r.p.m .....	71
<b>Gráfico 16-3:</b>	Análisis estadístico Lambda - Mapa 4 / 2500 r.p.m.....	71

## **INDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** Ensayo de torque y potencia

**ANEXO B:** Reporte del dinamómetro

**ANEXO C:** Interfaz del software DIMSPORT

**ANEXO D:** Tabla de valores de gases de escape a 2500 rpm

## RESUMEN

- El objetivo del presente trabajo experimental fue modificar los mapas cartográficos de programación originales de una Ecu perteneciente a un vehículo de inyección electrónica, mediante el uso de software automotriz; denominados RACE EVO y NEW TRASDATA, enfocándose en la variación del factor lambda y diferentes parámetros de trabajo, además se utilizó: analizador de gases de escape y dinamómetro automotriz, para realizar comparaciones de resultados. En lo práctico se recolectó datos de emisión de gases de escape, valores de torque y potencia máximos alcanzados, los mismos que se efectuaron en los equipos antes mencionados, las diferentes pruebas nos sirvieron para formar una base de datos iniciales que se manejó como mapas referenciales para la reprogramación, posteriormente se realizó la lectura de la ECU mediante el equipo DIM SPORT, el mismo que nos permitió extraer mapas originales. Con el programa RACE EVO se llevó a cabo modificaciones de ciertos parámetros en donde se obtuvo cuatro mapas de funcionamiento, cada uno con cambios importantes de funcionamiento; los tres primeros se obtuvieron con la variación del valor del factor lambda, en donde se generó mapas con 0.86, 1 y 1.06 respectivamente, en el cuarto mapa además del factor lambda se modificó parámetros como: pulso de inyección, variación de avance de encendido, etc. Tras obtener datos se procedió con el filtrado y procesamiento de la información utilizando el software estadístico MiniTab. Se concluye que, mediante la modificación de los mapas cartográficos de programación de la computadora de motor, en donde se alteró el valor del factor lambda y parámetros de trabajo podemos reducir considerablemente las emisiones de gases contaminantes, teniendo valores estables de torque y potencia. Es recomendable considerar diversos tipos de software y hardware para reprogramación de los datos de la ECU, con el objetivo de realizar un análisis profundo para este tipo de estudios.

**Palabras clave:** <SOFTWARE AUTOMOTRIZ>, <REPROGRAMACIÓN>, <DINAMÓMETRO>, <ANALIZADOR DE GASES >, < MEMORIA FLASH >, < FACTOR LAMBDA>.

## SUMMARY

This experimental work aimed to modify the cartographic maps of the original programming of an ECU belonging to an electronic injection vehicle; through the use of automotive software called RACE EVO and NEW TRASDATA. Focusing on the variation of the lambda factor and different work parameters. In addition, using an exhaust gas analyzer and automotive dynamometer, to make comparisons of results. In practice, exhaust gas emission data, torque values, and maximum power reached the same as those carried out in the equipment mentioned above. The different tests served to form an initial database managed as maps references for reprogramming. Subsequently, the ECU was read through the DIMSPORT team, the same as that allowed the extraction of original maps. RACE EVO software carried out modifications of certain parameters where four maps of performance, each with major performance changes. The first three are obtained with the variation of the value of the lambda factor, where maps were generated with 0.86, 1, and 1.06 respectively, on the fourth map. In addition to the lambda factor, parameters such as injection pulse, ignition advance variation, etc. After gathering data, we proceeded with the information filtering and processing using MiniTab statistical software. It concluded that, by modifying the cartographic programming maps of the engine computer, where the value of the lambda factor was altered and work parameters reducing considerably the emissions of polluting gases with stable values of torque and power. It is recommended to consider various types of software and hardware to reprogram the ECU data, to perform a deep analysis for such studies.

Keywords: <AUTOMOTIVE SOFTWARE> <CARTOGRAPHIC MAPS>  
<DYNAMOMETER> <GASES ANALYZER> <POLLUTING GASES> <LAMBDA  
FACTOR>

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación generada por los vehículos representa una problemática mundial, debido a que su efecto se ve reflejado en el medio ambiente y en la salud de las personas, esto implica en un gran porcentaje a los gases contaminantes producidos por el automóvil ya que estos van directamente al ambiente.

En el presente trabajo experimental se modificará el factor lambda en la memoria de la unidad de control por medio de software automotriz, para lograr una reducción de los gases contaminantes, pero sin afectar el torque y potencia del vehículo. Se decidió modificar este factor por que designa la proporción aire-combustible en forma de mezcla que inyecta al cilindro de un motor de ciclo Otto.

Con los conceptos teóricos definidos se empezará con la parte metodológica la cual se basará en su parte experimental de dos ensayos el primero es una medición de los gases contaminantes emitidos por el vehículo estándar y el segundo será realizado en un dinamómetro automotriz de rodillos que permitirá la medición de torque y potencia máximos alcanzados por el motor antes de la reprogramación.

Luego de las mediciones iniciales se procederá con la reprogramación de la memoria FLASH, para lo cual es necesario los mapas originales de la ECU, que son extraídos por medio del software DIM SPORT, y pasados al programa RACE EVO para su modificación, dentro de esto se generará cuatro mapas de funcionamiento, los tres primeros se basan en la variación de lambda en 0.86, 1 y 1.06 respectivamente y el ultimo en factores de inyección y gestión del motor.

Al final se realizará pruebas de emisiones de gases, potencia y de torque, para determinar el mapa más óptimo para el vehículo. Para validar el rechazo o aceptación de la hipótesis se utilizará el software Minitab, por medio de una prueba de Hipótesis considerando el valor p, que verificará si presenta una reducción de gases contaminantes sin que exista variación de potencia y torque, también se realizará GRÁFICOS descriptivas del comportamiento de los datos de los gases y rendimiento del motor antes y después de la reprogramación.

## **Antecedentes**

Se ha evidenciado un aumento en el uso de componentes electrónicos en sistema automotrices, sustituyendo implementos mecánicos o hidráulicos de diferente funcionalidad. Hoy en día, es común tener alrededor de 70 unidades de control electrónico (ECU) en vehículos de gama alta, cada uno con procesadores programables, uno o más microcontroladores y un conjunto de sensores y actuadores. Se empezaron a mapear en una o más ECU y estas ECU intercambian mensajes y señales a través de buses de comunicación de alta velocidad (RED CAN). La heterogeneidad distribuida de estas implementaciones, junto con la aparición de nuevos estándares y protocolos para el dominio automotriz han dado lugar a nuevos desafíos, tanto en términos de programación de redes de ECU a gran escala, como en evaluar su desempeño y propiedades de sincronización. (Chakraborty & Ramesh, 2008, p. 1)

Un estudio realizado por Crijalva (2012) indica que “Los fabricantes de los vehículos limitan la potencia, pero no que tengan bajo rendimiento, sino el necesario para su correcto funcionamiento. Por eso los vehículos pueden personalizarse gracias a la reprogramación que se puede hacer en motores aspirados, turbos o diésel, en vehículos que tengan un sistema de inyección, en donde comande la ECU. Toda unidad de control con una memoria EPROM que gestione la alimentación y encendido del motor puede ser reprogramada, para una repotenciación y sacar el máximo rendimiento de los motores”.

En Ecuador existe un deficiente estudio de la modificación de parámetros de una ECU. Debido a esto y a los artículos referenciados anteriormente surge la necesidad de realizar una investigación que permita a los ingenieros automotrices modificar los mapas de programación para así alterar distintas características de funcionamiento del motor ayudando a sacar el máximo rendimiento de un vehículo ya sea en el ahorro de combustible, reducción de gases, entre otros.

## **Planteamiento del problema**

Dentro de la provincia se encontró deficientes estudios de los gases contaminantes del motor de un vehículo como son las partículas de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos (HC) entre otros que pueden causar grandes afecciones a la salud como son problemas respiratorios y el efecto invernadero al medio ambiente.

También se encontró un limitado estudio sobre la modificación de memorias de control, que nos permita cambiar parámetros de funcionamiento del vehículo, ya que estas operaciones solo lo

pueden realizar expertos en el tema y que cuenten con las herramientas técnicas adecuadas para evaluar las repuestas de las modificaciones.

## **Justificación**

- **Justificación teórica**

El presente trabajo se aplica el uso de software de programación automotriz como son RACE EVO y NEW TRASDATA para la modificación de memoria de control de un vehículo, enfocándose en el factor lambda, ya que es un campo poco explorado por que el fabricante es el único que tiene acceso.

- **Justificación metodológica**

Se busca la modificación del factor lambda para la reducción de los gases contaminantes sin alterar su torque y potencia, para esto se va a realizar pruebas dinamométricas bajo la norma NTE INEN 960 y de análisis de gases bajo la norma NTE INEN 2203

- **Justificación práctica**

Se justifica mediante la modificación del factor lambda por medio de software automotriz para la reducción de gases contaminantes sin afectar el torque y potencia del vehículo, los datos obtenidos del antes y después de la modificación serán comparados por medio de una prueba de hipótesis y saber si existe o no una variación en los resultados obtenidos de los diferentes gases contaminantes

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Utilizar el software automotriz para la modificación de los mapas de programación y así reducir las emisiones contaminantes de un vehículo a inyección electrónica

### **Objetivos Específicos**

- Conceptualizar los diferentes temas referentes a mapas de programación y al análisis de gases.
- Determinar los gases contaminantes del vehículo antes de la modificación mediante la normativa NTE INEN 2203.

- Evaluar el rendimiento en cuanto a torque y potencia del vehículo antes de la modificación de los mapas de inyección en un banco dinamométrico.
- Modificar los mapas de inyección mediante el uso de software y hardware automotriz.
- Determinar los gases contaminantes del vehículo después de la modificación mediante la normativa NTE INEN 2203.
- Evaluar el rendimiento en cuanto a torque y potencia del vehículo después de la modificación de los mapas de inyección en un banco dinamométrico.
- Realizar un análisis comparativo de los datos obtenidos.

### **Hipótesis**

- **Hipótesis Nula (Ho):**

Al modificar los mapas de inyección en la memoria flash del computador del vehículo se observa visibles cambios sobre la reducción de gases contaminantes sin alterar el torque y la potencia del mismo.

- **Hipótesis alternativa (Hi):**

Al modificar los mapas de inyección en la memoria flash del computador del vehículo no se observa visibles cambios sobre la reducción de gases contaminantes sin alterar el torque y la potencia del mismo

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Motor de combustión interna

#### 1.1.1. Motor a gasolina

Es el encargado de transformar la energía termoquímica del combustible (gasolina) en energía mecánica, misma que posteriormente será utilizada para producir el desplazamiento del automóvil. La característica fundamental de este motor, que al inicio de la combustión produce un aporte de energía externo al ciclo termodinámico, al hacer saltar una chispa en los electrodos de la bujía, produciéndose en el momento adecuado para conseguir que el proceso de combustión sea lo más eficiente posible.

Entre las principales variables del motor se encuentran las siguientes: el factor lambda, el adelanto al encendido, el régimen de giro, la carga y el combustible. La altitud en la que trabajan los motores tiene una influencia directa en su funcionamiento, debido a la pérdida de potencia por la reducción de la densidad del aire a mayores altitudes. (Zambrano et al., 2017, p. 2)

La mezcla ideal en la que todo el combustible se combina con todo el oxígeno en el aire y se quema por completo se llama ratio estequiométrica, una combinación químicamente perfecta. En teoría, esta relación para la gasolina es una mezcla de aire y combustible de 14,7 a 1. En realidad, la proporción exacta a la que se produce la mezcla perfecta y la combustión depende de la estructura molecular de la gasolina, que puede variar. La relación estequiométrica es un compromiso entre máxima potencia y economía. (Halderman & Linder, 2012, p. 85)

Una combustión perfecta o estequiométrica, es decir, cuando el aire y combustible reaccionan en su totalidad en la relación 14.7:1, sin exceso de uno u otro, el producto de esto son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O) y nitrógeno (N<sub>2</sub>). (Gómez, 2020)

En cambio en una combustión incompleta se produce gases adicionales como monóxidos de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). “Estos son tóxicos y depende de qué tan incompleta sea la combustión, para la cantidad de gases expulsados al ambiente” (Vintimilla, 2015, p. 6).

### 1.1.2. Fuentes móviles de contaminantes

Tienen la capacidad de auto moverse, contaminando en su trayectoria, son producidos por la quema de combustibles fósiles que usan los vehículos, autobuses, camiones, entre otros, estos generan emisiones contaminantes como monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, dióxido de azufre y compuestos orgánicos volátiles afectando al ambiente y a personas. (Ideam, 2021)

Las emisiones producidas por los vehículos pueden clasificarse:

**Tabla 1-1:** Clasificación de las emisiones producidas por el vehículo

<b>Emisiones producidas por el vehículo</b>	<b>Emisiones húmedas calientes</b>	Se presenta por la volatilización del combustible en el sistema de dosificación de este, se produce por el calor residual al apagar el motor.
	<b>Emisiones diurnas</b>	Se produce por el incremento de la temperatura ambiente y al aumento de la presión de vapor del combustible en el depósito de combustible.
	<b>Emisiones de la recarga de combustible</b>	Estas emisiones ocurren durante la recarga del combustible, cuando el vehículo está en reposo.
	<b>Emisiones en reposo</b>	Ocurren por fugas o debido a la permeabilidad de los conductos de combustible.

Fuente: (Semarnat, 2018)

### 1.1.3. Gases emitidos

#### 1.1.3.1. Gases no contaminantes

**Tabla 2-1:** Gases no contaminantes

<b>Nitrógeno (N<sub>2</sub>)</b>	Está presente en la admisión del aire para la combustión y representa el 78% del mismo.
<b>Oxígeno (O<sub>2</sub>)</b>	Representa el 21% del aire que respiramos, y es imprescindible para realizar la combustión
<b>Agua (H<sub>2</sub>O)</b>	Es aspirada por el motor debido a la humedad del aire, puede ser producida por la combustión fría.
<b>Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)</b>	Se produce al quemarse los combustibles que contienen carbono, este se combina con el oxígeno para la combustión

Fuente: (Meganeboy, 2015)

### 1.1.3.2. Gases Contaminantes

**Tabla 3-1:** Gases contaminantes

<b>Monóxido de carbono (CO)</b>	Se produce por una combustión incompleta de combustión del combustible, es uno de los principales contaminantes expulsados por los motores de combustión interna
<b>Hidrocarburos (HC)</b>	Los combustibles no quemados, o quemados parcialmente, emitidos por el tubo de escape de un automóvil
<b>Óxidos de nitrógeno (NOx)</b>	En presencia del oxígeno del aire se transforma en dióxido de nitrógeno, que es un gas venenoso que produce irritaciones del aparato respiratorio
<b>Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)</b>	Se produce durante la quema de combustibles
<b>Material particulado</b>	Compuesto por partículas sólidas y líquidas minúsculas que se originan en la quema incompleta del combustible.

Fuente: (Sanchez & Zúñiga, 2018) & (Meganeboy, 2015)

## 1.2. Analizadores de gases

Según Mafla & Ortiz (2007) “Son dispositivos ópticos/químicos que determinan la concentración de gases con muestras tomadas del tubo de escape, esto circula por una celda de rayos infrarrojos y por una celda electroquímica para analizar la muestra y medir la cantidad de cada componente”.

La concentración de gases producto de la combustión de los motores se determina con los analizadores de gases, según Mafla & Ortiz (2007) “*mide la concentración de gases como son: CO, CO<sub>2</sub>, HC, basado en la medición infrarroja, además de NO<sub>x</sub> y O<sub>2</sub> basado en la medición electroquímica*”

### 1.2.1. Límites de emisiones gaseosas permitidas en Ecuador

Un vehículo durante su funcionamiento en marcha mínima o ralentí y temperatura normal de operación, según Mafla & Ortiz (2007) “*no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la siguiente tabla*”

**Tabla 4-1:** Rango de emisiones gaseosas para los vehículos de ciclo otto

Año modelo	%CO		Ppm HC	
	0-1500	1500-3000	0-1500	1500-3000
2000 y posterior	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: (NTE INEN 2 204, 2002,p. 4)

“El procedimiento para determinar el nivel de emisiones gaseosas de los vehículos de ciclo Otto consta en la norma NTE INEN 2203. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí. Prueba estática” (NTE INEN 2 203, 2000).

### 1.2.2.Requerimientos técnicos de los analizadores de gases usados en Ecuador

La norma NTE INEN 2 349, (2003) cita “Analizador de gases: Analizador de 4 gases, con capacidad de actualización a 5 gases mediante la habilitación del canal de NOx, con las siguientes características técnicas” (p. 4)

**Tabla 5-1:** Requerimientos técnicos de los analizadores de gases usados en Ecuador

CARACTERÍSTICAS GENERALES - Requerimientos		
Capacidad de medición y reporte automáticos de la concentración en volumen de CO, CO <sub>2</sub> , HC y O <sub>2</sub> , en los gases emitidos por el tubo de escape de vehículos equipados con motores ciclo Otto de 4 tiempos alimentados por gasolina, GLP o GNC. Cumplirán con lo indicado en la Recomendación Internacional OIML R 99 (clase 1) / ISO 3930 y la NTE INEN 2203, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.		
ESPECIFICACIONES ADICIONALES - Requerimientos		
Capacidad de medición y reporte automáticos de la velocidad de giro del motor en RPM, factor lambda (calculado mediante la fórmula de Bret Shneider) y temperatura de aceite.		
La captación de RPM no tendrá limitaciones respecto del sistema de encendido del motor, sea este convencional (ruptor y condensador), electrónico, DIS, EDIS; bobina independiente, descarga capacitiva u otro.		
RANGOS DE MEDICIÓN - Requerimientos		
	Variable	Rango de medición
	Monóxido de carbono (CO)	0-10%
	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	0-16%
	Oxígeno	0-21%
	Hidrocarburos no combustionados	0-5000 ppm
	Velocidad de giro del motor	0-10000 rpm
	Temperatura de aceite	0-150 °C
CONDICIONES AMBIENTALES DE FUNCIONAMIENTO - Requerimientos		
	Variable	Rango de medición
	Factor Lambda	0-2
	Temperatura	5-40 °C
	Humedad relativa	0-90%
	Altitud	Hasta 3000msnm
	Presión	500-760 mm Hg
AJUSTE - Requerimientos		
Automático, mediante una mezcla certificada de gases.		

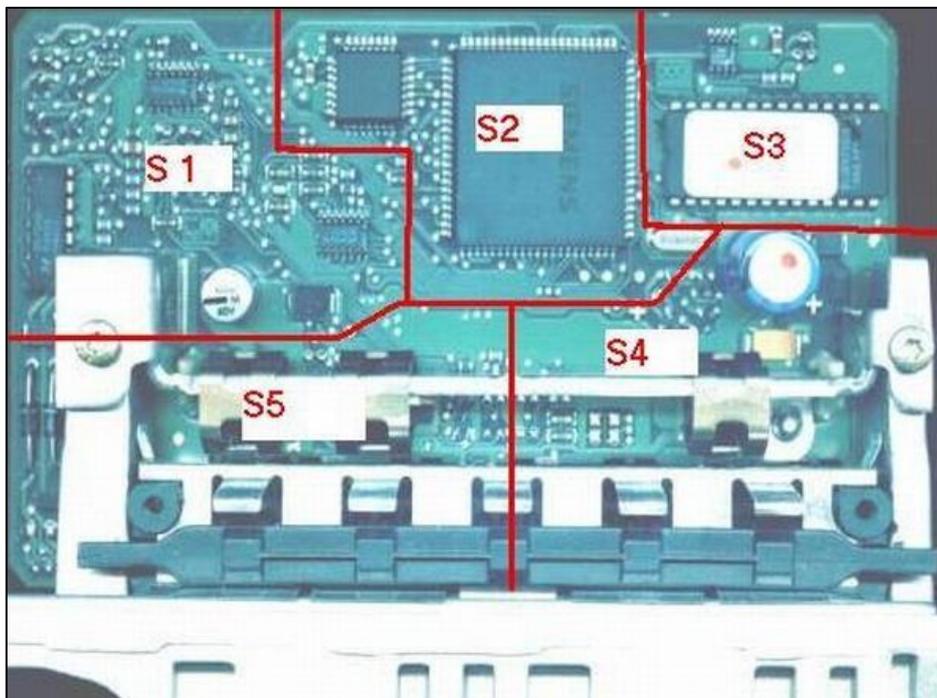
Realizado por: (NTE INEN 2 349, 2003)

### 1.3. Unidad Central electrónica (ECU)

La ECU controla los parámetros de sensores y actuadores del automóvil, la gestión electrónica del motor como la cantidad a inyectar a la cámara de combustión entre otros factores para realizar una combustión ideal.(Garcia, 2016)

Consiste en un procesador de elevadas prestaciones con microprocesadores que procesan los datos de un programa que se encuentra almacenado en la memoria EPROM, teniendo como función principal determinar la cantidad de la inyección, dependiendo de la cantidad de aire, para obtener una precisión en la mezcla dando así un buen rendimiento.(Crijalva, 2012, p. 2)

#### 1.3.1. Componentes de la Unidad Central Electrónica



**Figura 1-1:** Separación por bloques de la ECU  
Fuente: (Crijalva, 2012)

**Tabla 6-1:** Bloques de la ECU

<b>Bloque de entrada (S1)</b>	Son los circuitos receptores de las diferentes señales de sensores, por ejemplo, amplificadores, filtros, conversores análogos a digital entre otros.
<b>Bloque de procesamiento (S2, S3)</b>	Es el circuito que procesa las funciones programadas y que están compuestos por memoria, procesadores y el circuito involucrado en la ejecución del software.
<b>Bloque de salida (S5)</b>	Son circuitos de las señales que fueron procesadas de las señales de entrada y actuaran sobre los diferentes actuadores o periféricos de potencia, por ejemplo, Bobinas de encendido, inyectores, relay, entre otros.
<b>Bloque de alimentación (S4)</b>	Son elementos que tienen como fin alimentar a los circuitos internos ya mencionados, están compuestos por diodos, transistores, condensadores, reguladores de voltaje, entre otros.

Fuente: (CRIJALVA 2012, p. 3-4)

### **1.3.2. Memorias de la ECU**

#### **1.3.2.1. Memoria ROM**

Diseñadas para retener datos fijos, no pueden reescribirse los datos, pero si leer la información en ella. (Arias y Shingon, 2018, p. 26)

#### **1.3.2.2. Memoria RAM**

Según FLOYD (2006) “Son memorias de lectura-escritura en que los datos se pueden escribir o leer en cualquier dirección seleccionada en cualquier secuencia. Cuando se escriben los datos en una determinada dirección de la RAM, los datos almacenados previamente son reemplazados por la nueva unidad de datos”.

#### **1.3.2.3. Memorias PROM**

Solo se programan una vez, si el programa es erróneo se cambia la memoria.(Arias Y Shingon, 2018, p. 28)

### 1.3.2.4. Memoria EPROM

Son memorias programables, pueden borrar y programar por medio de impulsos eléctricos y su función principal es la de almacenar información programable, se la conoce como memoria no volátil, debido que, al ser desconectada la energía, su almacenamiento de datos no es eliminado. (Crijalva, 2012, p. 5)

- **Tipos de memoria EPROM**

**Tabla 7-1:** Tipos de memoria EPROM

Tipo	Figura	Descripción
Tipo DILL		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los pines pueden ser de 28 ó 32</li> <li>• Tiene una muesca que muestra la orientación de la numeración</li> <li>• En el centro lleva una pequeña ventana que nos indica que se puede borrar por rayos ultravioleta</li> <li>• Se puede soldar o colocar en un zócalo facilitando su extracción</li> </ul>
Tipo PLCC		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son de menor tamaño y pueden ser de 32,44,48 pines</li> <li>• Su montaje es superficial en la placa madre o sobre un zócalo facilitando su manipulación</li> <li>• Su memoria se borra electrónicamente</li> </ul>
Tipo SOP		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usadas en la actualidad, posee de 2 a 32 Mb, más capacidad a menor costo</li> <li>• Pueden ser de 44 ó 48 pines y posee una marca que nos indica el pin 1</li> </ul>

Fuente: (Crijalva, 2012, p. 6)

### 1.3.2.5. Memoria FLASH

Según FLOYD (2006) “Son memorias de lectura-escritura de gran capacidad de almacenamiento de bits, no volátiles, lo que significa que almacena datos indefinidamente en ausencia de alimentación”.



**Figura 2-1:** Memoria FLASH

Fuente: (Arias Y Shingon , 2018, p. 30)

Funciones básicas de la memoria FLASH

- Programación
- Lectura
- Borrado

### ***1.3.3. Reprogramación de ECU***

Según Garcia ( 2016), la programación de la ECU lo realizan los fabricantes teniendo en cuenta que los vehículos van a funcionar en muchos países y se encuentran en condiciones variables, desde altas temperaturas en áreas desérticas a temperaturas de congelación, presión atmosférica sobre el nivel del mar o ciudades extendidas en alturas, gasolinas excelentes como las de la Unión Europea o como la gasolina en Colombia de muy baja calidad.

Con los parámetros mencionados debe ajustarse con el módulo de inyección para el correcto funcionamiento del vehículo, además se tiene en cuenta para la programación de la ECU los consumos homologados y pruebas de emisiones contaminantes. *“Esto se consigue modificando ciertos parámetros del motor, como la cantidad de combustible adecuada, el momento de inyección idóneo y la presión de admisión ideal y sin tener siquiera que tocar un elemento mecánico”*. (Garcia, 2016).

Se puede modificar la ECU solo conectando un Workstation al OBD del automóvil y modificar los archivos necesarios, tener en cuenta que no todas las ECUs son programables y que solo lugares especialistas lo pueden hacer. *“El proceso no dura mucho, de 30 minutos a unas pocas*

horas. Esta operación, aunque sencilla, no debería hacerla cualquiera sin unos conocimientos mínimos, sin saber exactamente qué modificar de los archivos”. (García, 2016).

#### **1.3.4. Métodos de reprogramación**

##### **1.3.4.1. Reprogramación FLASH**

Los vehículos actuales incluyen módulos tales como el ECM (Módulo de Control del Motor), TCM (Modulo de Control de Transmisión), ABS (Anti-lock Brake System), en fin, numerosos módulos, la actualización de software de esto es conocida como reprogramación FLASH, en los concesionarios es sencillo al tener una conexión online a la fábrica y poseen herramientas actualizadas del distribuidor. (Díaz & Sopa, 2013, p. 14)

##### **1.3.4.2. Reprogramación de ECU programable**

En resumen de Díaz Y Sopa (2013, p. 27) “Los parámetros no están prefijados, es decir, que los debe configurar el usuario. Son usados cuando se realizan modificaciones que varían los parámetros de fábrica del vehículo, tales como, instalar o cambiar el turbocompresor, cambio de parámetros de inyección, entre otros”.

Debe controlar cantidades de combustible a inyectar, dependiendo de las RPM del motor y la posición de la mariposa de aceleración. “El controlador del motor lo puede ajustar por una hoja de cálculo dada por el portátil en la que se representa los valores de las RPM y de la posición de la mariposa de aceleración, con esto se determina la cantidad de combustible a inyectar”. (Díaz & Sopa, 2013, p. 26)

Al cambiar los parámetros se monitorea los gases de escape usando un sensor de oxígeno, de esta manera se observa si el motor tiene un rendimiento eficiente y controlar la cantidad optima de combustible. (Díaz & Sopa, 2013, p. 26)

##### **1.3.4.3. Reprogramación de ECU estándar**

Es realizado para mejorar los parámetros con los que los vehículos salen de fábrica, trabaja en ECU original del vehículo sobre los mapas que trae de fábrica. (Díaz & Sopa, 2013, p. 26)

El proceso de reprogramación se detalla a continuación:

- **Lectura de archivos de la ECU**

La información está en la memoria de la ECU, al realizar la lectura se conseguirá un archivo el cual será modificado. Para lectura depende del año y modelo del vehículo, para esto existirán diferentes casos. (Diaz y Sopa, 2013, p. 21)

- Desoldar la memoria
- Desmontar la memoria
- Lectura por conector de diagnóstico

- **Modificación de los mapas**

Existen varios Software para la modificación de los mapas, solo los diferencia la cantidad de opciones que tienen y del vehículo a modificar. (Diaz & Sopa, 2013, p. 26)

- **Grabar la información Modificada**

Ya realizadas las modificaciones de los parámetros deseados se procede a grabar en la memoria de la ECU, para luego montar en la placa madre según el proceso que uso al extraerlo. (Diaz & Sopa, 2013, p. 26)

### ***1.3.5. Que se puede modificar de la ECU***

#### ***1.3.5.1. Factor Lambda***

Es el cociente entre la masa real de aire y la masa teórica necesaria para la mezcla estequiométrica y sus relaciones son: (Diaz & Sopa, 2013, p. 26)

- Con una relación  $\lambda=1$ , es una combustión perfecta
- Con una relación  $\lambda<1$ , es una combustión con mezcla rica
- Con una relación  $\lambda>1$ , es una combustión con mezcla pobre

Cuando las mezclas son pobres tenemos menor emisión de CO, aumentando de manera lineal según se enriquece la misma, en una mezcla estequiométrica las emisiones de CO<sub>2</sub>, al igual que las emisiones de NO<sub>x</sub>, obtienen su máximo, y en una mezcla rica los hidrocarburos, aumentan. (Lopez y Urroz, 2014, p. 31)

Para  $\lambda$  1 la mezcla de aire-combustible debe ser estequiométrica en una relación de 14.7:1 (14.7 partes de aire por 1 de gasolina), sin embargo, para una mayor potencia del motor se debe variar la relación cerca de 12.5:1 o 13:1, esto da la certeza que todo el aire en la cámara se combustiona. (Garcia, 2016)

Una mezcla ideal puede reducir la detonación o cascabeleo. *“La mezcla también puede ser un poco más pobre que la estequiométrica. Por ejemplo, cuando vamos a velocidad constante la mezcla se puede empobrecer tanto como 16:1 o 18:1 para sistemas de inyección indirecta, o inclusive en valores superiores a los 50:1 como en los motores de inyección directa esto reduce el consumo de combustible”*. (Garcia, 2016)

#### *1.3.5.2. El encendido*

En resumen de Garcia (2016). *“Se logra una mayor presión efectiva, potencia y torque, al momento que la chispa salta en el momento correcto durante el tiempo de compresión, este requiere de un tiempo muy pequeño para encenderse (0.003 s)”*.

#### *1.3.5.3. Límite de revoluciones*

Limita al máximo las RPM que el motor alcanza y al sobrepasar esto se corta el suministro de combustible. (Diaz & Sopa, 2013, p. 26)

#### *1.3.5.4. Correcta temperatura del agua*

Se suministra más combustible cuando el motor este frio para alcanzar un funcionamiento óptimo. (Diaz y Sopa, 2013, p. 28)

#### *1.3.5.5. Tiempo variable de levas*

Controla temporalmente en las levas de entrada y escape. (Diaz y Sopa, 2013, p. 28)

### **1.4. NEW TRASDATA**

DIMSPORT (2021) *“Es una herramienta capaz de soportar los microprocesadores de todo tipo de vehículos, para lectura y programación. Si un vehículo cuenta con “sistema antituning” con microprocesador bloqueado, New TRASDATA realiza un desbloqueo de la comunicación serial, restableciendo el funcionamiento del sistema para realizar la lectura y programación de este mediante OBD II”*



**Figura 3-1:** New TRASDATA  
Fuente:(Dimsport, 2021)

Las posibles operaciones según CSELETTRONICA (2021) son:

- Calibración DPF/FAP
- Calibración del remolino del colector de admisión
- Calibración de TVA
- Calibración de la válvula EGR
- Calibración avanzada
- Calibración de la inyección
- Calibración de la presión del turbo
- Calibración del par
- Calibración de la caja de cambios DSG
- Controles DTC
- Calibración de la sonda
- Eliminar el monitoreo del torque
- Calibración de pre-inyección del grupo VAG
- Eliminación del limitador de corte duro - Aceleración desde la parada
- Calibración del humo
- Iniciar la calibración en vacío
- Control del limitador de velocidad
- Control del limitador de RPM
- Mapas de carreteras
- Mapas de ahorro de combustible
- Mapas deportivos
- Mapas de carreras
- AdBlue / Arla

### 1.4.1. Gestión del Programa

Después de conectar TRASDATA a la toma USB del PC se gestiona las operaciones de la centralita y su archivo como son:

- Interfaz: Para trabajar en la centralita
- Lista de archivo: para la gestión completa del archivo de la centralita
- Info Plugin: para la visualización de las habilidades y documentos relativos
- Opciones: para la configuración del programa



**Figura 4-1:** Interfaz de TRASDATA  
Fuente:(Yumpu, 2010)

#### 1.4.1.1. Pestaña de Interfaz

Es para hacer la lectura-escritura de las memorias de la centralita, todas a la vez o de una en una

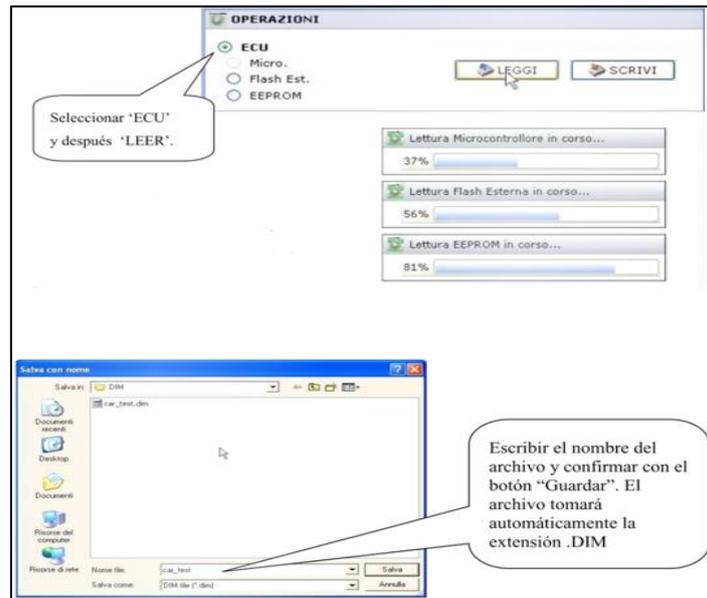


**Figura 5-1:** Lectura de centralita  
Fuente:(Yumpu, 2010)

Nos permita escoger el tipo de memoria y microprocesadores y la información de esto.

#### 1.4.1.2. Fase de lectura

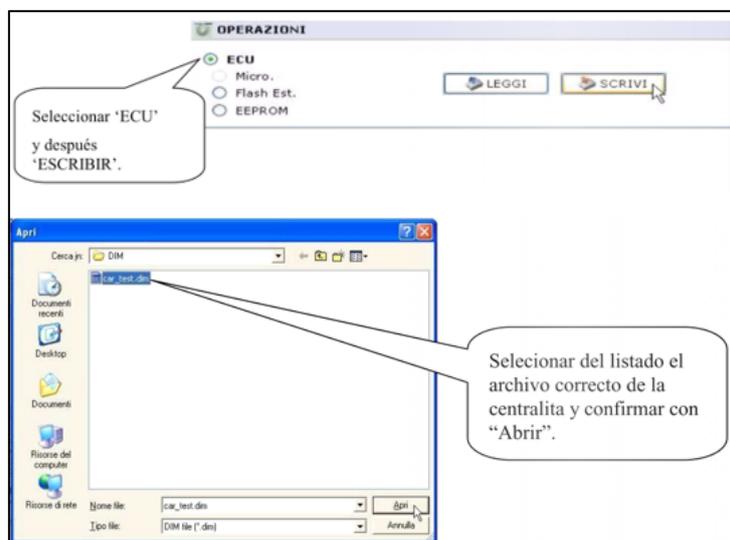
Después de identificar la centralita se activa el botón de lectura, para esto se dirige a la pestaña de opciones donde podrá guardar los datos.



**Figura 6-1:** Guardado de lectura de datos  
Fuente:(Yumpu, 2010)

#### 1.4.1.3. Fase de escritura

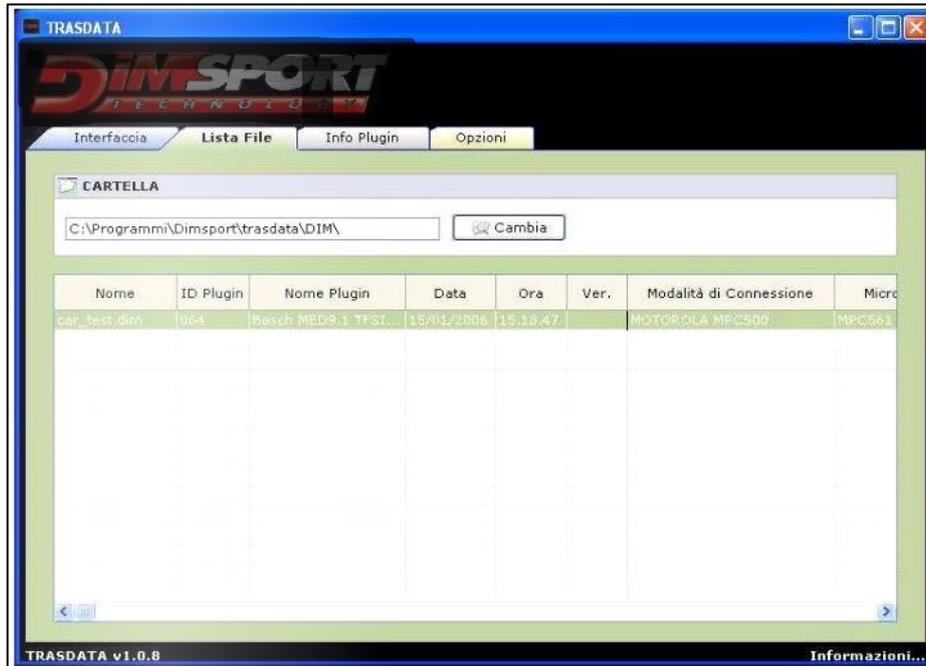
Después de modificar algún dato se vuelve a escribir los datos en las centralitas



**Figura 7-1:** Escritura de datos  
Fuente:(Yumpu, 2010)

#### 1.4.1.4. *Página lista de archivo*

Se puede visualizar y gestionar los archivos completos leído por la centralita



**Figura 8-1:** Lista de archivos

Fuente:(Yumpu, 2010)

Al dar clic derecho en un archivo este puede exportar, se abre una lista de memoria en las q se puede extraer, dependiendo el tipo de centralita.



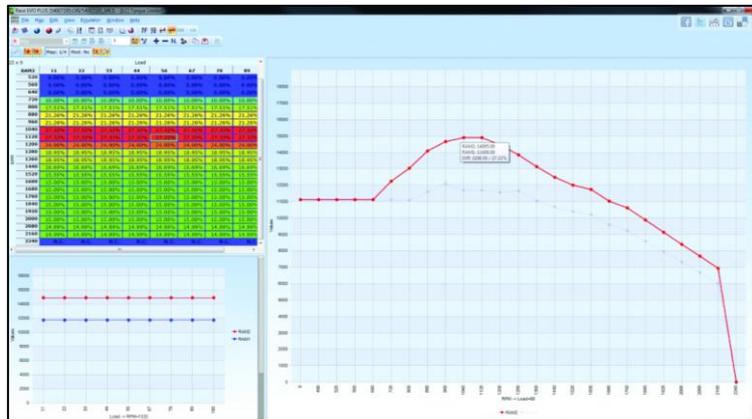
**Figura 9-1:** Exportación de archivos a memoria flash externa

Fuente:(Yumpu, 2010)

Ahora los datos de control del motor están contenidos en una flash externa, esta es la memoria que se debe extraer para modificar el mapa por el programa RACE EVO, este puede leer las notas para conocer exactamente dónde están los datos del control del motor. (Yumpu, 2010)

### 1.5. RACE EVO

Según DIMSPORT (2021) *“Es un software de remapeado que permite optimizar fácilmente y de manera intuitiva los parámetros de gestión del motor de la centralita electrónica de un vehículo. Con los archivos de configuración, que filtran los datos disponibles de la centralita, se identifican los mapas de gestión del motor en el que se debe intervenir para realizar el cambio deseado, mientras que los usuarios más expertos pueden manipular libremente los datos disponibles con un editor gráfico muy versátil”.*



**Figura 10-1:** Mapeo de datos  
Fuente:(Chiptuning, 2021)

### 1.6. Banco de potencia



**Figura 11-1:** Banco Dinamométrico de rodillos  
Fuente: (Casillas, 2017)

Realiza mediciones de potencia y par real bastantes exactas sin la necesidad de desmontar el motor, esta prueba se lleva a cabo en dos fases. (Casillas, 2017)

- Primera fase: Se emplean rodillo donde apoyan las ruedas del vehículo, se mide la fuerza máxima con la que el motor acelera en ellos. (Casillas, 2017)
- Segunda Fase (perdida): Se coloca el vehículo en punto muerto hasta que los rodillos pierdan la velocidad y así registra la potencia por los rozamientos internos que efectúa el sistema de transmisión. (Casillas, 2017)

### 1.6.1. Pasos para la medición de potencia

Según Casillas (2017) los pasos son:

- Se coloca el coche sobre los rodillos dependiendo de su tracción.
- Se asegura el coche mediante cinchas o arneses y se coloca en las tomas de aire
- La prueba se realiza sobre la marcha con la relación más próxima a 1:1, que es la que ofrece una menor pérdida de fricción.
- Se calibra el banco según las indicaciones dadas por el software del banco de potencia y aplicando el freno adecuado al banco para que los motores turbo carguen correctamente.
- Se engrana la marcha directa, se espera a que el motor baje a 1000 rpm y aceleramos a fondo.
- Cuando la aguja se acerque a la zona roja del “cuenta revoluciones”, se debe pisar el embrague y soltar el acelerador. El banco empezará a registrar la curva de pérdidas.



**Figura 12-1:** registro de curvas paramétricas  
Fuente: (Casillas, 2017)

“Los datos obtenidos se aplicará un factor de corrección, como el SAE J1349 o DIN 70020 con los siguientes parámetros”. (Casillas, 2017)

- Temperatura del aire (25 en SAE y 20C en DIN)
- Presión atmosférica (99 kPa en SAE y 101 kPa en DIN)

### **1.7. Hipótesis**

La prueba de Hipótesis se realiza con el software estadístico Minitab por medio de un resumen estadístico gráfico en el cual se presenta de manera Gráfico y analítica la variación de los valores, siendo el criterio de evaluación el valor p.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLOGICO

En el presente CAPÍTULO se detallará los pasos que se deben realizar para la modificación de variables de funcionamiento en los mapas de una memoria Flash reprogramable, la cual será instalada en un vehículo con el fin de reducir la cantidad de gases contaminantes producidos por el mismo, manteniendo los vales de torque y potencia.

Por lo que se empezará con una medición de datos referentes a los parámetros de funcionamiento iniciales del motor, siendo los mismos: la cantidad de gases de escape emitidos tanto en ralentí como a 2500 RPM y valores de torque-potencia antes de la reprogramación, posterior a eso se procederá a la lectura del mapa de funcionamiento grabado en la EC, lo cual se realiza por medio de un software especializado como es el DIMSPORT.

A continuación, se realizará las modificaciones de ciertos parámetros de funcionamiento como son el pulso de inyección, valores lambda, entre otros, con el fin de conseguir cuatro tipos de mapas, que serán grabados en la memoria de la computadora por el software RACE EVO. Dichos mapas de funcionamiento serán comparados mediante pruebas de emisiones de gases, para observar en cual se presenta unos valores menores de los gases contaminantes.

Para finalizar se tomará el mapa que mejor desempeño presente en cuanto a emisiones y se validará por medio de una prueba en el dinamómetro los valores de torque y potencia.

#### 2.1. Materiales y métodos

##### 2.1.1. *Materiales*

La lista de materiales a utilizar en la reprogramación de la memoria FLAH se muestran la *Tabla 1-2* en los que se reflejan herramientas tecnológicas y mecánicas.

**Tabla 1-2: Materiales Utilizados**

Lista de Materiales utilizados		
Nombre	Grafica	Descripción
Dinamómetro Automotriz		En el mismo se realizan los ensayos de Torque (lbs-ft) y Potencia (HP), del vehículo.
Analizador de Gases de Escape		Está herramienta permite realizar mediciones de la cantidad de gases de escape emitidos por un vehículo: CO, CO2, HC, NOx, Factor Lambda, etc.
Escáner Automotriz		Utilizado para mantener un control en tiempo real del funcionamiento del vehículo, por conexión OBD2.
Memoria Flash Programable		En la cual se realizarán las modificaciones de las curvas de funcionamiento, para disminuir emisiones.
Equipo Portátil		Nos ayuda a la obtención de datos por medio de los softwares instalados, así como al posterior análisis de estos.

Realizado por: Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

## 2.2. Datos técnicos del vehículo

El modelo utilizado para las pruebas es un KIA RIO, el cual posee las siguientes características:



**Figura 1-2:** Vehículo a usar  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

**Tabla 2-2:** Ficha Técnica del Vehículo

<b>Datos Técnicos del vehículo</b>	
<b><i>Motor</i></b>	
Combustible	Gasolina
Cilindraje`	1368 cc
# Cilindros	4
Potencia	107/6300 hp/rpm
Torque	137/4200 N-m/rpm
Alimentación	inyección electrónica multipunto
Cilindros	4 en línea
Válvulas	16
Sistema start / stop	No
<b><i>Transmisión y chasis</i></b>	
Motor - tracción	delantero – delantera
Transmisión	manual 6 velocidades
Neumáticos	185/65/R15
Frenos (del. - tras.)	discos ventilados – tambor
Suspensión delantera	McPherson
Suspensión trasera	eje rígido
<b><i>Medidas y Capacidad</i></b>	
Largo	4365 mm
Ancho sin espejos	1720 mm
Alto	1455 mm
Distancia entre ejes	2570 mm
Altura de piso	140 mm

**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

### 2.3. Métodos

Por su parte los métodos a utilizar en el proceso de obtención de datos son los siguientes:

### **2.3.1. Descriptiva**

Se basa en realizar una revisión bibliográfica de los temas a realizar en la investigación con el propósito de determinar cuáles son los tipos de software más eficientes en la reprogramación de computadoras, así también el verificar los tipos de parámetros que pueden modificar dentro de las mismas, con el fin de obtener reducción de emisiones en la cantidad de gases tóxicos, también se revisará el funcionamiento de los equipos que se utilizarán para la obtención de las mediciones de los gases de escape y los valores de torque y potencia, considerando las normativas que se deben aplicar en cada ensayo.

### **2.3.2. Explicativa**

Se realizarán lecturas de los mapas guardados dentro de la ECU del vehículo, a los cuales se aplicarán modificaciones en distintos parámetros con el fin de obtener cuatro tipos de mapas distintos, que serán analizados para determinar cuál presenta mejoras en cuanto a emisiones y que variaciones en torque, potencia tiene en relación con el mapa original.

### **2.3.3. Experimental y analítico**

En la parte experimental se considerarán varios factores que afectan al funcionamiento del motor dentro de la reprogramación ya sean los mismos: pulsos de inyección, tipo de mezcla, etc., con los cuales se conseguirán varios tipos de mapas, que serán comparados de manera estadística para su validación.

## **2.4. Toma de datos antes de la reprogramación**

Para realizar la toma de datos se dividirán en dos tipos de ensayos: la primera en la que se utilizará un analizador de gases el cual se encargará de mostrar el tipo de gases generados en el proceso de combustión, además de proporcionar la cantidad exacta en que son generados.

La segunda prueba será la medición de Torque-Potencia, la cual se realizará en un dinamómetro automotriz que nos indicaran los máximos valores alcanzados en cada prueba.

A continuación, se muestra los pasos seguidos en cada uno de estos ensayos, teniendo en consideración que se realizaran por cinco veces para generar una base de datos tanto de los gases de escape emitidos, además de los valores de torque y potencia.

### 2.4.1. Ensayos de emisión de gases de escape antes de la reprogramación

Para estas pruebas de emisiones de gases contaminantes, se tomará en cuenta dos parámetros de funcionamiento del motor. El primero será con el motor en ralentí que nos dará valores de emisiones con el motor a unos 800 rpm aproximadamente. Para la segunda toma de datos se alcanzarán las 2500 rpm, lo que indica que el motor está acelerado, los pasos se detallan a continuación:

1. Se utilizará un analizador de gases infrarrojo, que funciona con un sistema de luz IR, la cual al ser absorbida por los gases de escape produce una variación dentro de dicha luz, la cual será interpretada como una interferencia que puede ser medida.



**Figura 2-2:** Analizador de gases.  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

2. Empezar encendiendo el analizador de gases y conectando a una laptop en la cual se instaló el software necesario con anterioridad.



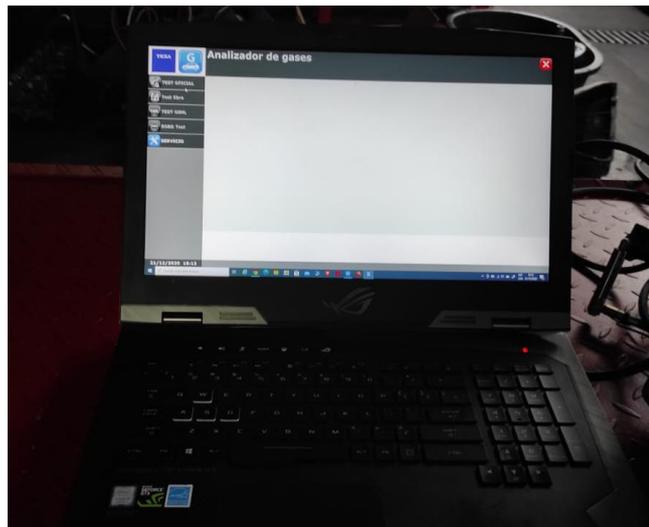
**Figura 3-2:** Conexión del analizador con la computadora.  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

3. Conectar la sonda del analizador de gases al tubo de escape y asegurarlo para evitar que se caiga.



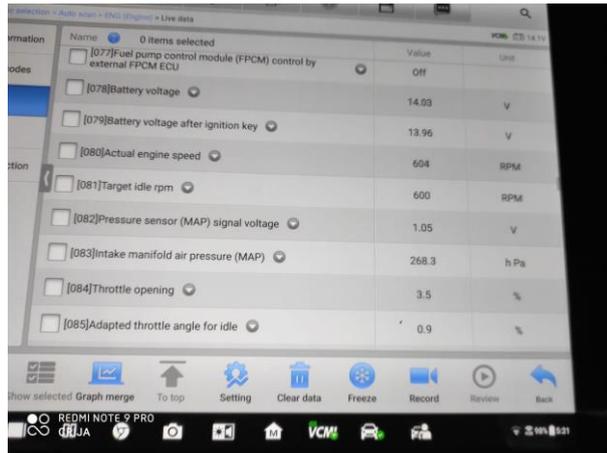
**Figura 4-2:** Conexión de la sonda lambda a l tubo de escape.  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Configurar el software para iniciar la medición de los gases de escape, teniendo en cuenta las condiciones ambientales.



**Figura 5-2:** Puesta a punto del sistema  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

4. Encender el vehículo y mantenerlo en ralentí para que alcance una temperatura optima de funcionamiento, se debe tener en cuenta realizar el análisis en un lugar abierto para evitar que se acumulen los gases de escape.
5. Monitorear el funcionamiento del motor en tiempo real por medio de un escáner automatiz.



**Figura 6-2:** Control del sistema mediante escáner  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

6. Acelerar y desacelerar el motor en ciclos para que el vehículo registre la cantidad de emisiones generadas.
7. Observar en la pantalla los diferentes resultados obtenidos en las pruebas y archivarlos para su posterior análisis.



**Figura 7-2:** Valores de gases de escape.  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

8. Repetir el proceso de medición de gases 5 veces en relantí y 5 veces acelerando a fondo.
9. Guardar los archivos de las mediciones en una memoria flash.
10. Apagar el motor y retirar la sonda del tubo de escape.



**Figura 8-2:** Retiro de los componentes del analizador del vehículo.  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Al finalizar estas pruebas los datos conseguidos en las mediciones de gases de escape contaminantes tanto en ralentí y acelerando el motor, serán analizados por medio de tablas.

#### 2.4.1.1. *Resultados de la medición con el motor en Ralentí*

La Tabla 3-2, muestra los valores durante los ensayos de análisis de gases de escape, en los que se tiene los gases como: CO, CO<sub>2</sub>, HC, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y el valor Lambda en la parte superior y la cantidad generada de los mismos en la parte lateral, al final se realiza un promedio de los cinco ensayos.

**Tabla 3-2:** Datos de la medición de los gases de escape en Ralentí antes de la reprogramación

Mediciones de gases de escape antes de la programación a Ralentí								
Medición	CO (% vol)	CO <sub>2</sub> (% vol)	HC (ppm vol)	O <sub>2</sub> (%vol)	NO <sub>x</sub> (ppm.vol)	COcorr (% vol)	HCcorr (ppm.vol)	Lambda
1	0.01	14.7	145	0.70	0	0.0	148	1.027
2	0.01	14.9	150	0.73	0	0.0	152	1.028
3	0.00	14.7	148	0.71	0	0.0	151	1.027
4	0.02	14.9	149	0.95	0	0.0	150	1.038
5	0.03	14.9	160	0.80	0	0.0	160	1.030
<b>Promedio</b>	<b>0.014</b>	<b>14.82</b>	<b>150.4</b>	<b>0.78</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>152.2</b>	<b>1.03</b>

**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

#### 2.4.1.2. *Resultados de la medición con el motor a 2500 RPM*

En la *Tabla 4-2*, se tienen los tipos y la cantidad de gases generados en la combustión, esto con un parámetro de revoluciones equivalente a 2500 rpm, en los que se tendrán los valores generados en los cinco ensayos realizado, así como un promedio de estos.

**Tabla 4-2:** Datos de la medición de los gases de escape a Ralentí.

<i>Mediciones de gases de escape antes de la reprogramación a 2500 rpm</i>								
Medición	CO (% vol)	CO2 (% vol)	HC (ppm vol)	O2 (% vol)	NOx (ppm.vol)	COcorr (% vol)	HCcorr (ppm.vol)	Lambda
1	0.77	14.3	107	0.96	0	0.8	107	1.018
2	0.28	15.0	133	0.59	0	0.3	133	1.014
3	0.24	14.8	87	0.34	0	0.2	66	1.005
4	0.28	14.8	98	0.36	0	0.3	98	1.005
5	0.22	14.6	104	0.80	0	0.2	105	1.027
Promedio	<b>0.36</b>	<b>14.7</b>	<b>105.8</b>	<b>0.61</b>	<b>0</b>	<b>0.36</b>	<b>101.8</b>	<b>1.014</b>

**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

#### 2.4.1.3. *Medición de torque y potencia*

Para la medición del torque y potencia se realizarán cinco pruebas, que nos proporcionaran datos de los máximos valores obtenidos en cada una, los pasos para su realización se detallan a continuación:

1. Se utilizará un dinamómetro automotriz de rodillos de dos ejes, el cual nos permitirá obtener datos más exactos de las mediciones.
2. Comenzar colocando el vehículo en el dinamómetro, con ayuda de una rampa.



**Figura 9-2:** Puesta del vehículo en el dinamómetro.

**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

3. Sujetar las correas a los puntos de seguridad en la parte inferior del vehículo, tanto en la parte frontal como en la posterior.



**Figura 10-2:** Sujeción del vehículo con correas de seguridad.  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

4. Encender el software del dinamómetro y configurarlo con las condiciones ambientales en las cuales se realizarán los ensayos, ya que de no hacerlo puede inferir en el desempeño del motor.



**Figura 11-2:** Encendido del software del dinamómetro.  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

5. Encender el vehículo y dejar que alcance las condiciones de funcionamiento ideales.



**Figura 12-2:** Encendido del vehículo.  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

6. Acelerar y desacelerar el motor para que alcance los puntos de torque y potencia máximas.



**Figura 13-2:** Prueba con el vehículo acelerado a fondo.  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

7. Observar los datos obtenidos en las pruebas y guardarlos en una memoria flash, los cuales serán utilizados para análisis posteriores.

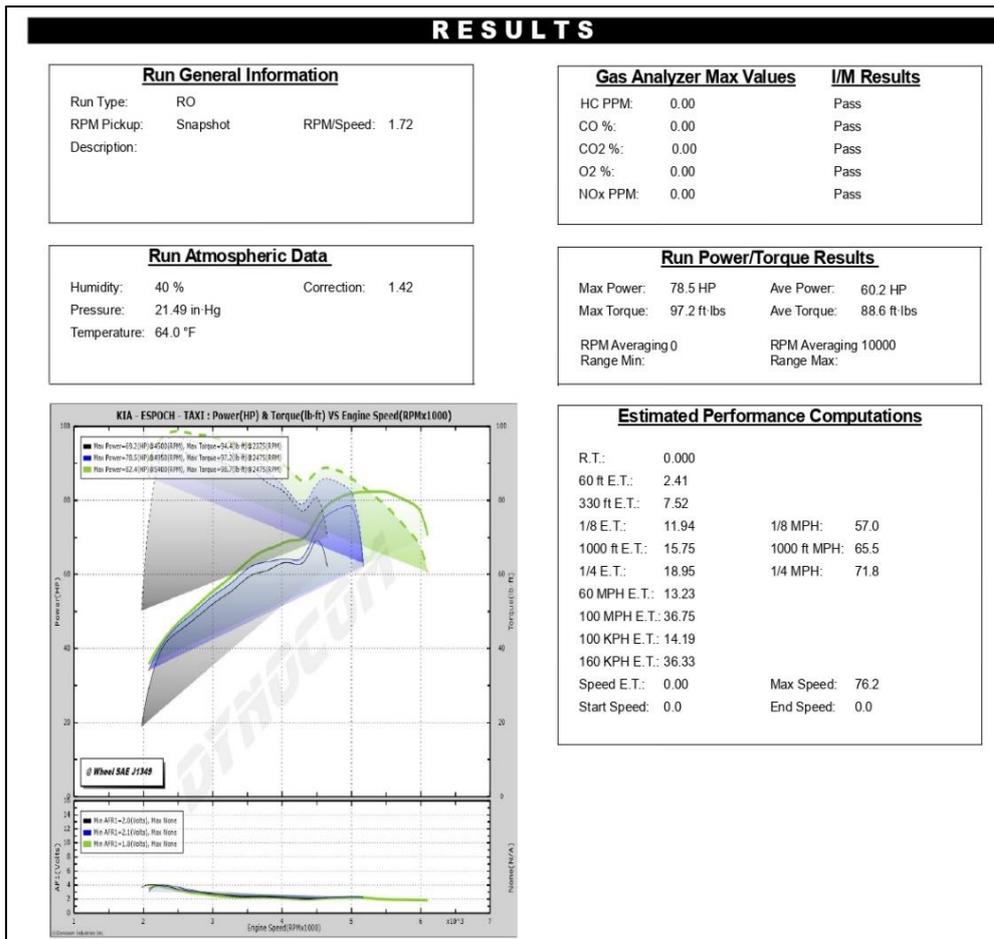


**Figura 14-2:** Obtención de los datos de las pruebas  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

8. Repetir el proceso por 5 veces para conseguir una base de datos.
9. Apagar el motor, remover las correas de seguridad.
10. Remover el vehículo del dinamómetro automotriz.

#### 2.4.1.4. *Curvas de Torque-Potencia*

Los valores generados en cada uno de los cinco ensayos se muestran en la *Figura 15-2*, la cual representa los valores máximos alcanzados tanto en el torque y la potencia, además de indicarnos en que instante se produjeron.



**Figura 15-2:** Curvas de torque y potencia  
 Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

#### 2.4.1.5. Valores de potencia máximas alcanzados

La *Tabla 5-2*, contiene los valores de potencias máximas alcanzadas en las cinco pruebas, además de mostrar en que revoluciones (rpm) se alcanzaron dichos resultados. Estos valores nos ayudarán a tener una idea del funcionamiento del vehículo con condiciones de fábrica.

**Tabla 5-2:** Potencia máxima alcanzada en los ensayos.

Datos de la potencia máximo alcanzado en las pruebas		
# RUN	RPM	Potencia Máxima (HP)
1	4500	69.2
2	4950	78.5
3	5400	82.4
4	5200	79.38
5	4800	74.5
<b>Promedio</b>		<b>76.80</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Al realizar un cálculo del valor de potencia promedio se obtuvo que el mismo es de 76.80 HP.

#### 2.4.1.6. Valores de Torque máximos alcanzados

La *Tabla 6-2*, nos indica los valores del torque promedio alcanzados en las cinco pruebas, además de en qué número de revoluciones se alcanzaron los mismos, es importante considerar que estos valores pueden variar según como se realicen las pruebas, por dicho motivo al final se debe obtener un valor promedio, el cual nos servirá como referencia del funcionamiento del vehículo con los parámetros de fábrica.

**Tabla 6-2:** Torque máximo alcanzada en los ensayos.

Datos del torque máximo alcanzado en las pruebas		
# RUN	RPM	Máximo torque (lb.ft)
1	2375	99.4
2	2475	97.2
3	2475	98.7
4	2435	96.10
5	2390	95.6
<b>Promedio</b>		<b>97.4</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Al realizar el cálculo del torque promedio máximo alcanzado se tiene un valor de 97.4 (lb-ft).

#### 2.5. Lectura de datos de la memoria FLASH antes de la programación

Para realizar la lectura de los datos que tenemos en la memoria del vehículo se va a utilizar el equipo DIMSPORT, el cual se especializa en la lectura y la sobre escritura de ciertos parámetros en los mapas de la centralita localizada en la ECU, teniendo como objetivos de dichas modificaciones el aumento del rendimiento, reducción de emisiones, entre otras opciones posibles, todo esto se consigue con la modificación de parámetros como: valores lambda, factor de corrección a la inyección FCI ,etc. Tratando de mantener el mismo torque potencia.



**Figura 16-2:** Equipo “DIM SPORT “  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

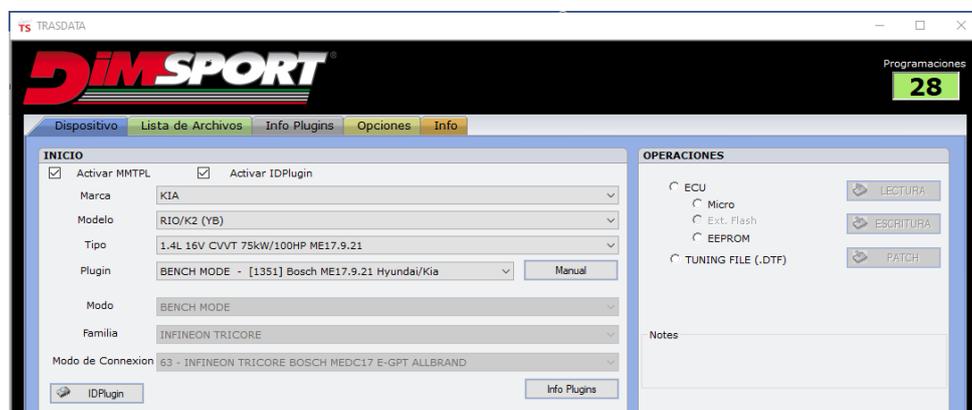
El primer paso para realizar la reprogramación es la lectura de datos iniciales de la computadora, los cuales servirán como: una base para las modificaciones, además de ser un respaldo en caso de querer restablecer el vehículo a sus parámetros de funcionamiento iniciales.

Abrimos la aplicación de DIMSPORT previamente instalada en el equipo portátil y conectamos el dispositivo a una fuente de alimentación para que se conecte con la computadora de manera automática, posterior a eso se verifica que el mismo sea reconocido ya que de no ser así no se podrán realizar los cambios deseados.



**Figura 17-2:** Pantalla de inicio Software DIMSPORT  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Con la aplicación abierta y el dispositivo DIM SPORT conectado se abre la pestaña dispositivos, la cual nos permitirá seleccionar la marca del vehículo, para este caso se refiere a un KIA, posteriormente se selecciona el modelo, tipo y plugin que no es más que la computadora que vamos a utilizar, para la de este vehículo es la “me.17.9.21.”



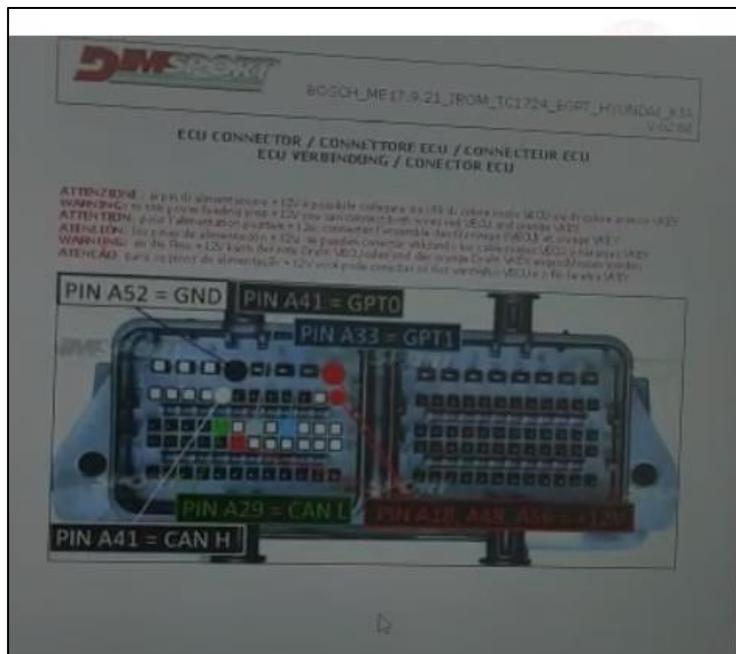
**Figura 18-2:** Selección del modelo de la ECU.  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Property	Value
<b>ECU</b>	
Modo	BENCH MODE
Plugin	[1351] Bosch ME17.9.21 Hyundai/Kia
Microcontrolador	TC1724
ExtFlashName	
EEPROM	TC1724
Hardware Nr.	
Software Nr.	10SW018334
Software Upgrade Nr.	10SW018334
Número de chasis	
Número de recambio	
Tipo de sistema	
Tipo de motor	

CONTINUAR

**Figura 19-2:** Datos técnicos de la ECU.  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Una vez seleccionado el modelo de la computadora se presiona la opción *Info. Plugin*, que nos mostrara el tipo, modelo y marca de ECU que estamos utilizando, posteriormente damos clic en la parte inferior en la opción Manual que desplegara un archivo en PDF, el cual nos indica la manera correcta de instalar nuestros equipos para la posterior lectura y escritura.



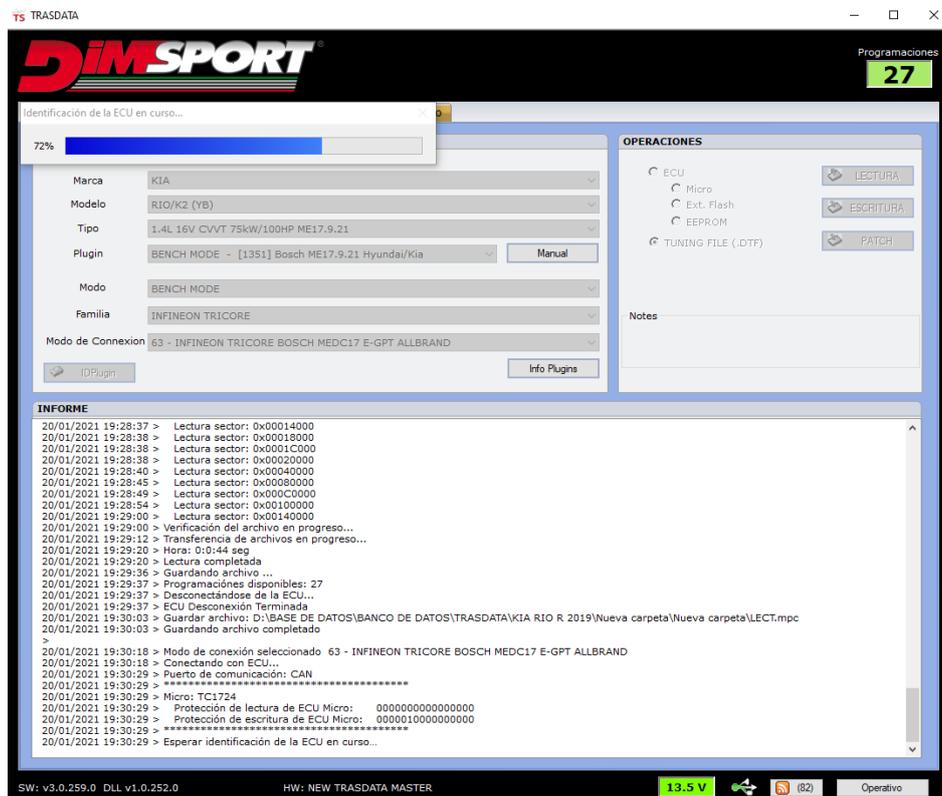
**Figura 20-2:** Manual DIMSPORT para la conexión de la ECU  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Siguiendo los pasos mencionados en el archivo PDF, conectamos de manera más eficiente, rápida y segura, cada uno de los elementos de nuestro equipo a la computadora, para su lectura y escritura.



**Figura 21-2:** Conexión de los puertos de comunicación de la ECU  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

Con la computadora conectada seleccionamos la opción identificar computadora y posteriormente en la pestaña de dispositivo la opción *IDPlugin*, lo que pondrá a cargar la base de datos de la ECU al software.



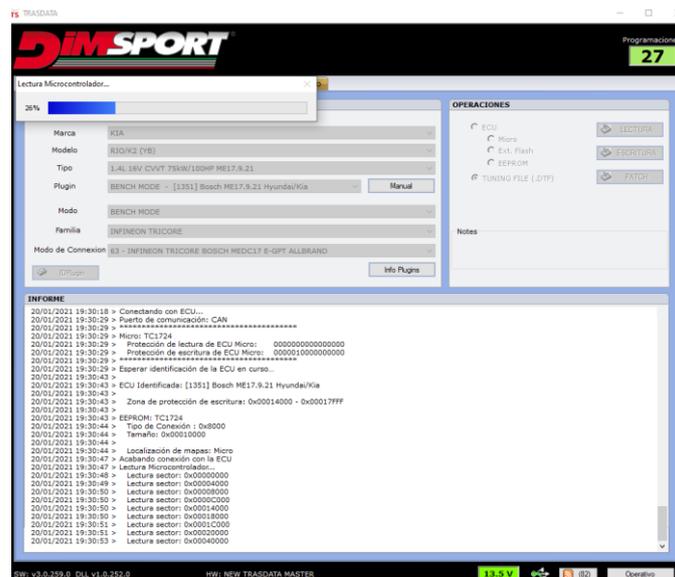
**Figura 22-2:** Carga de los datos de la ECU  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

En la parte de operaciones nos vamos a encontrar con dos subtipos de lugares de almacenamiento, la primera es la ECU que tiene las siguientes opciones de almacenamiento:

- Micro
- Ext.Flash
- EEPROM

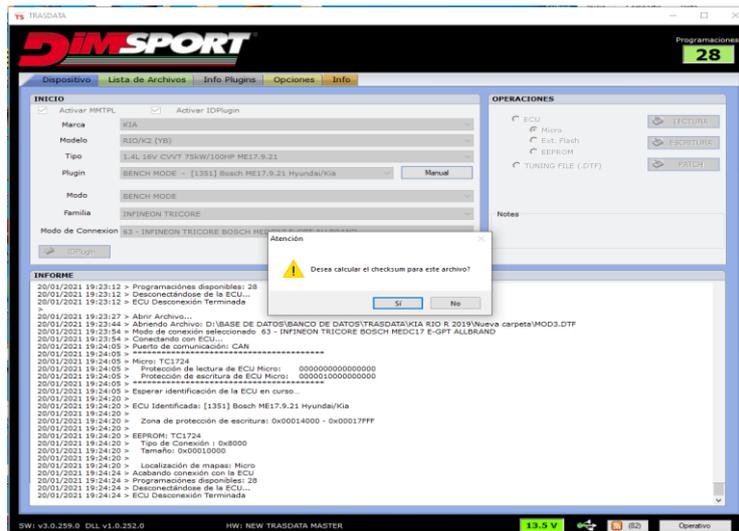
El ultimo aparato es el de TUNING FILE(.DTF) que contiene los mapas que nos servirán para la reprogramación de la memoria. Ambos tipos de almacenamiento están disponibles para un proceso de lectura, escritura y patch.

En el proceso de lectura lo que hace el programa es extraer todos los datos almacenados dentro de la memoria y presentarlos en archivos con formato xml. Así que seleccionamos todos los lugares de almacenamiento descritos anteriormente y los leemos uno por uno, para tener un archivo general del funcionamiento del vehículo.



**Figura 23-2:** Lectura del microcontrolador  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

El programa cuenta con una opción especial denominada CheckSum que nos permitirá determinar el espacio de almacenamiento de cada microcontrolador, lo cual evitara que se carguen archivos más pesados de lo permitido por la capacidad de almacenamiento, esta opción es muy útil ya que evitara errores en la carga.



**Figura 24-2:** Cálculo del CheckSum del microcontrolador  
 Realizado por: Realizado por: Autores

Una vez con el proceso de lectura realizado guardamos todos los archivos generados en una carpeta, la cual será utilizada en el siguiente paso que es el de reprogramación de los mapas de la ECU.

## 2.6. Reprogramación de la memoria

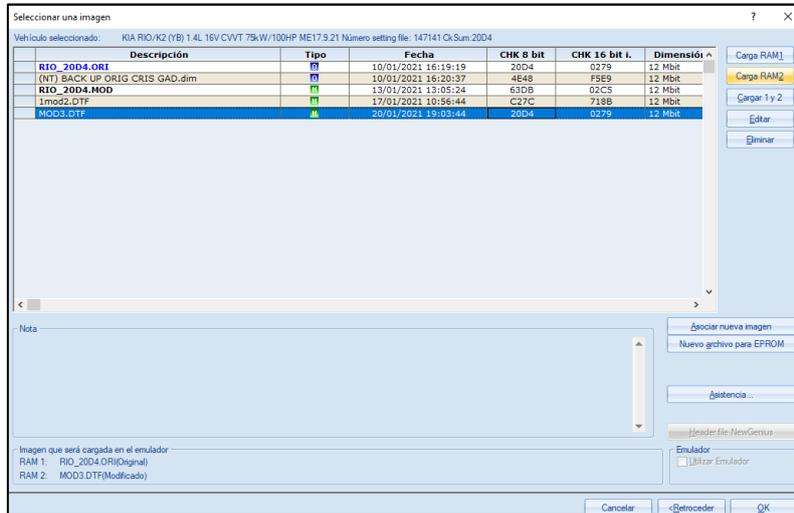
Para la reprogramación utilizamos el software denominado RACE EVO, que se especializa en el mapeado de la centralita electrónica, lo cual permitirá optimizar el funcionamiento del vehículo, cabe resaltar que este software trabaja en línea.

Como primer paso tenemos que iniciar el programa, con los datos de las lecturas de los parámetros de la computadora que se guardaron en una carpeta en el paso anterior. Se procede a cargar el archivo BACK UP, en el cual se realizarán la modificación de los mapas, para abrirlo se puede simplemente arrastrar el archivo desde la carpeta que lo contiene hasta la zona de trabajo de programa. O de forma manual seleccionar la marca de vehículo, el modelo, el tipo de computadora y se nos cargara el archivo original de la misma, cliqueamos en siguiente y continuamos.

Selección de una imagen						
Vehículo seleccionado: KIA RIO/K2 (YB) 1.4L 16V CVVT 75kW/100HP ME17.9.21 Número setting file: 147141 CkSum:20D4						
	Descripción	Tipo	Fecha	CHK 8 bit	CHK 16 bit i.	Dimensión
	RIO_20D4.ORI	O	10/01/2021 16:19:19	20D4	0279	12 Mbit
	(NT) BACK UP ORIG CRIS GAD.dim	O	10/01/2021 16:20:37	4E48	F5E9	12 Mbit
	RIO_20D4.MOD	M	13/01/2021 13:05:24	63DB	02C5	12 Mbit
	1mod2.DTF	M	17/01/2021 10:56:44	C27C	718B	12 Mbit

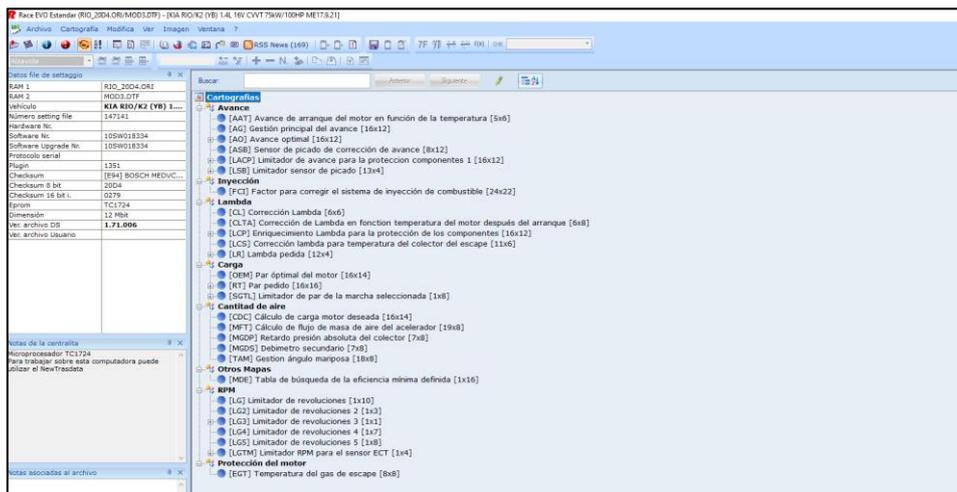
**Figura 25-2:** Selección de la ECU a utilizar.  
 Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

Con el archivo de los mapas originales cargado, lo primero que debemos hacer es especificar la denominación tanto del archivo original como la copia que se va a utilizar en la reprogramación. De tal manera en la RAM 1 va a ir el archivo original y en la RAM 2 una copia del archivo que es con el que vamos a trabajar.



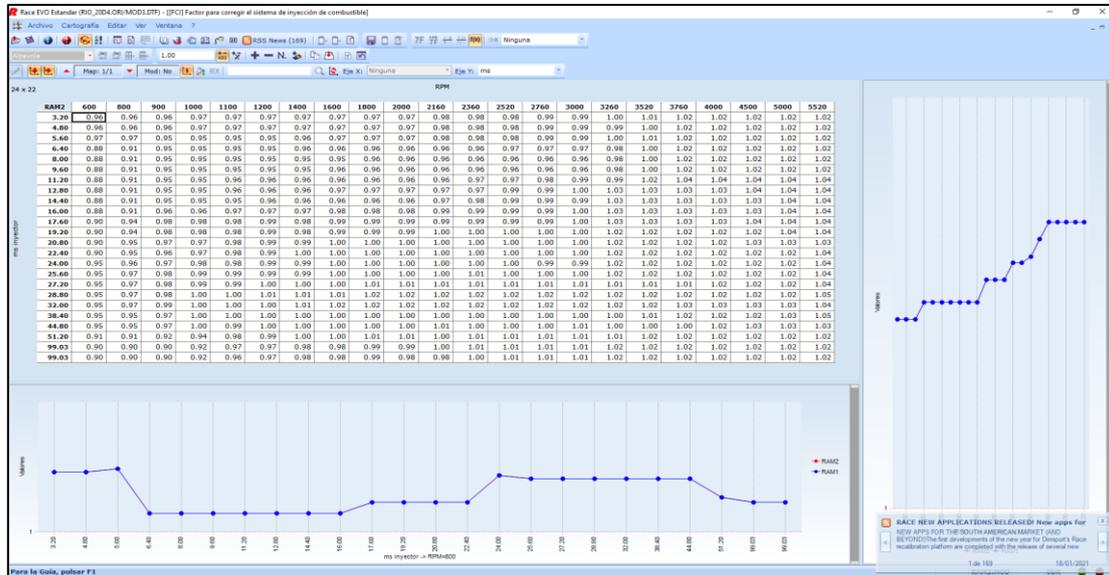
**Figura 26-2:** Proceso de carga de la RAM 1 y RAM 2.  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

Aplastamos en OK y mostrará la pantalla de trabajo en la que se tienen los parámetros que se pueden editar en la reprogramación, para nuestros tres primeros mapas vamos a modificar ningún parámetro fuera de la Inyección. Así que la base de la modificación se basara en editar los datos del Factor de corrección de la Inyección de combustible (FCI), con lo que se espera obtener una variación en la emisión de los gases de escape.



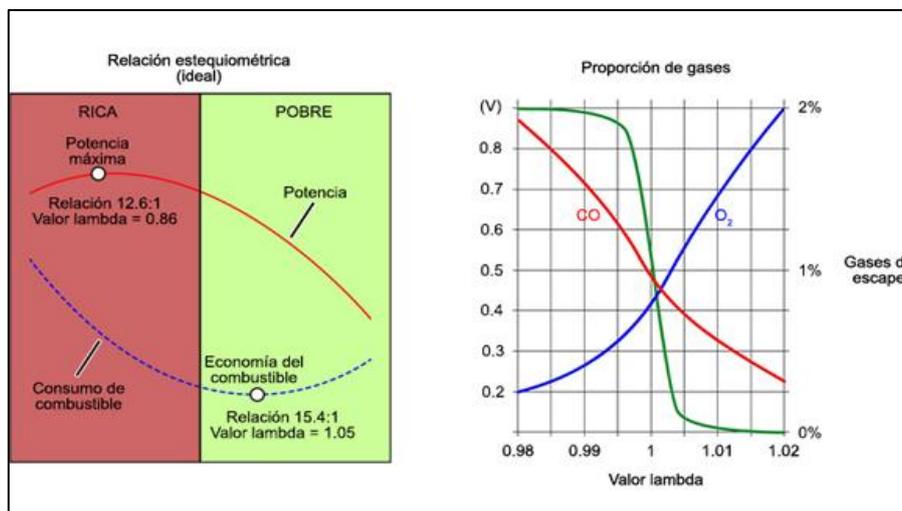
**Figura 27-2:** Parámetros para modificar en los 3 primeros mapas.  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

Seleccionamos la opción FCI y se nos desplegará una pantalla con la tabla de valores de ms de inyección vs la RPM, en los que se tiene los valores del factor lambda en cada casillero, que determina si la mezcla va a ser rica o pobre en cada punto desde bajas revoluciones a máximas revoluciones. Así como un mapa de esta en la parte inferior de la figura.



**Figura 28-2:** Mapa de la [FCI] factor para corregir el sistema de inyección de combustible  
 Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

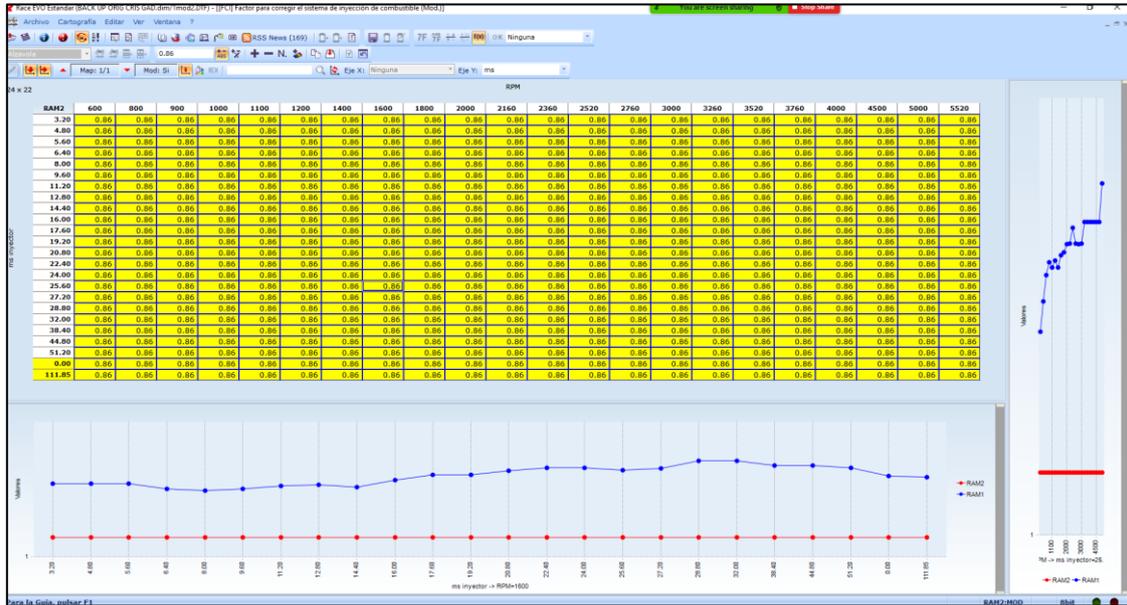
Para el ensayo se decidió utilizar tres valores de lambda, teniendo en cuenta la información sobre la mezcla rica, pobre y estequiométrica. En la figura 28-3, se muestran dichos valores de manera más representativa con lo que se utilizara unos valores de lambda de: 0.86 para una mezcla pobre, 1 para una mezcla ideal y 1.05 para una mezcla rica. Cada una de estas pruebas representara un mapa de funcionamiento.



**Figura 29-2:** Curvas de la relación estequiométricas  
 Realizado por: (Albarran, 2019)



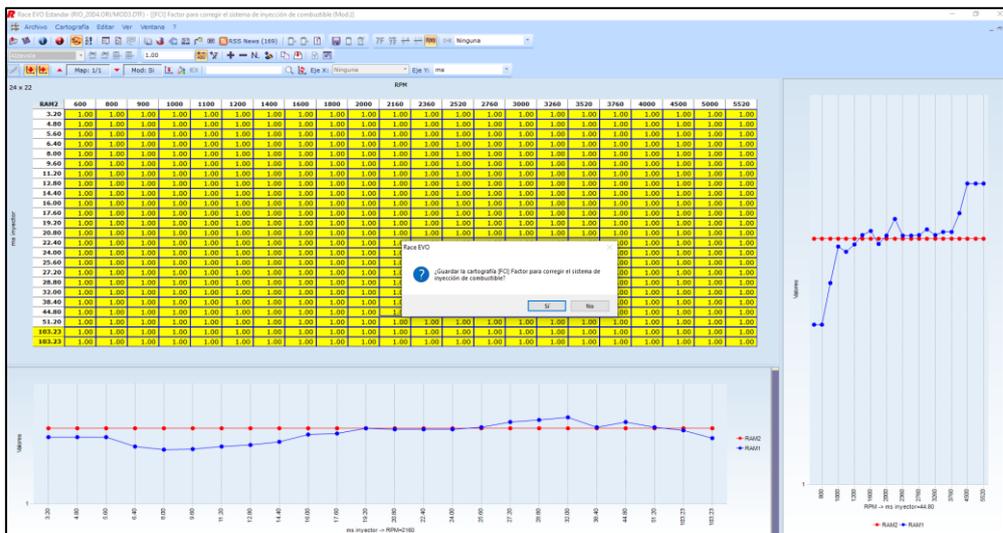
El primer mapa es de mezcla RICA, donde el valor de Lambda es de 0.86, lo que significa que la cantidad de combustible ingresada en proporción del aire es mayor que la que viene por defecto programada en la computadora. De tal forma observamos el siguiente mapa mostrado en la *Figura 32-2*.



**Figura 32-2:** Mapa uno con el valor lambda de 0.86  
**Realizado por:** Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

### 2.6.2. Segundo mapa

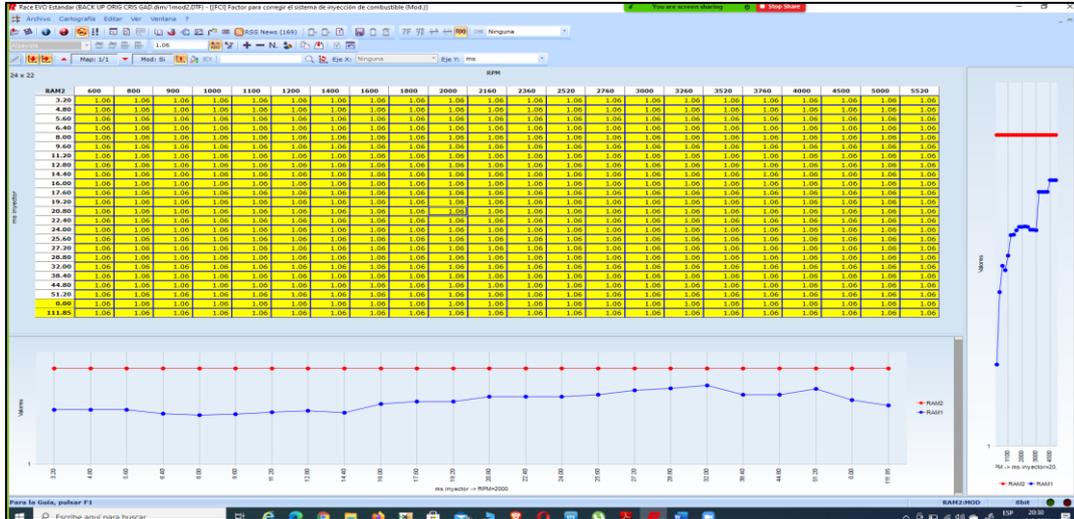
Para el segundo mapa el valor de Lambda es de 1, con lo que se indica que se tiene una mezcla estequiometria, la cual posee una cantidad exacta de aire-combustible y se obtiene el siguiente mapa de la *Figura 33-2*.



**Figura 33-2:** Mapa 2 con un factor lambda de 1.  
**Realizado por:** Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

### 2.6.3. Tercer mapa

Para el tercer mapa se utiliza un Lambda de 1.06, con lo que se obtendrá una mezcla pobre que significa que la cantidad de aire ingresado será mayor que la programada en la memoria, y el mapa obtenido será el siguiente *Figura 34-2*.

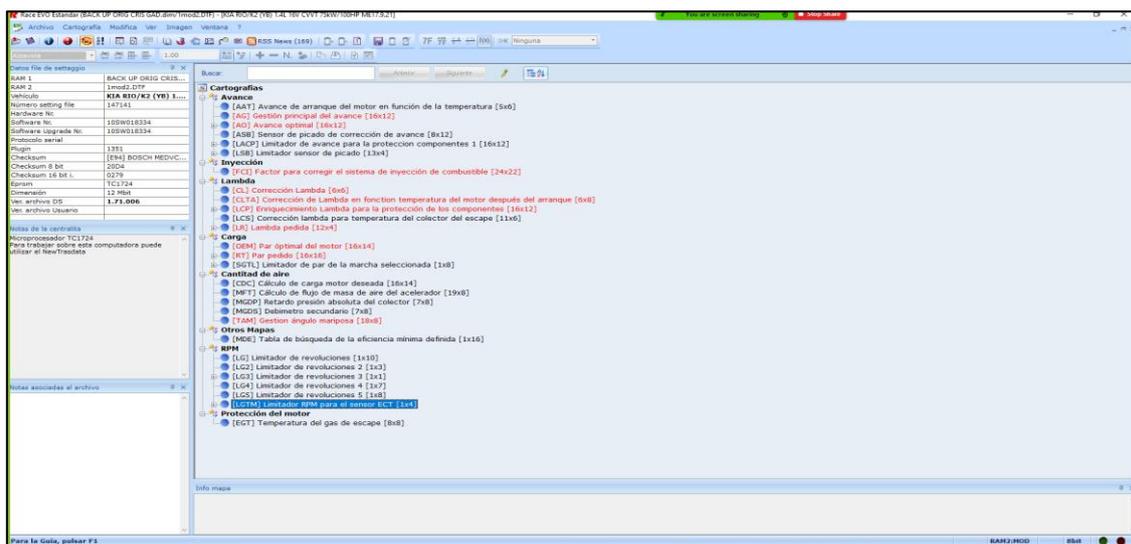


**Figura 34-2:** Mapa 3 con un factor lambda de 1.06.

Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

### 2.6.4. Cuarto mapa

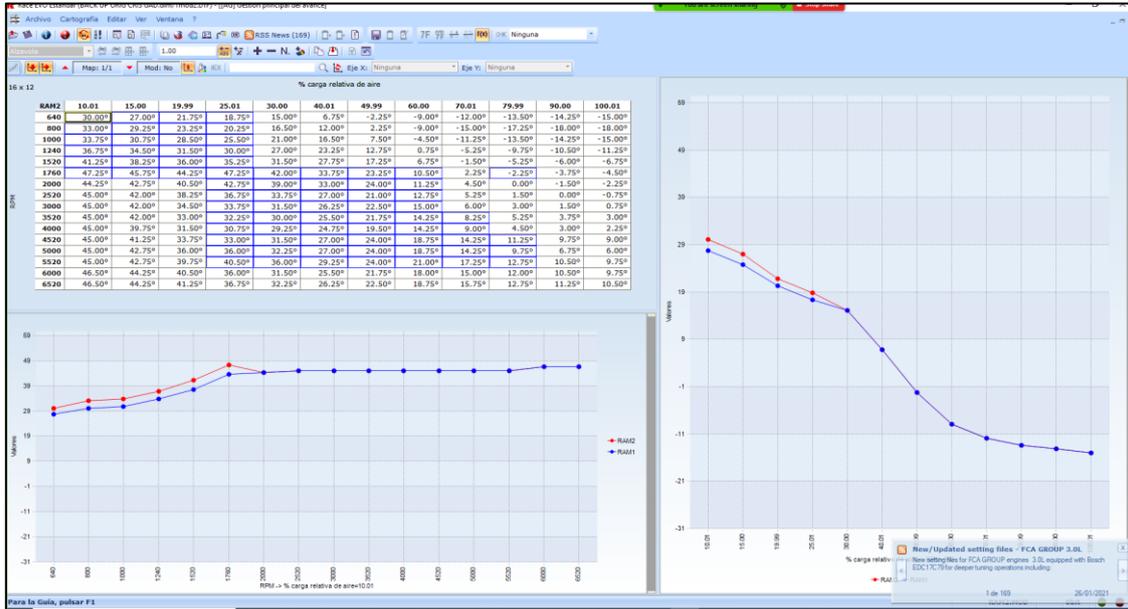
Para el cuarto mapa se procederá a modificar más parámetros que en los tres mapas anteriormente revisados, todo esto con el fin de obtener una mejor inyección del combustible y así reducir la cantidad de emisión de gases contaminantes sin afectar el rendimiento del motor, los parámetros a modificar son los siguientes: avance, inyección, lambda, carga y cantidad de aire.



**Figura 35-2:** Categorías para modificar en el cuarto mapa

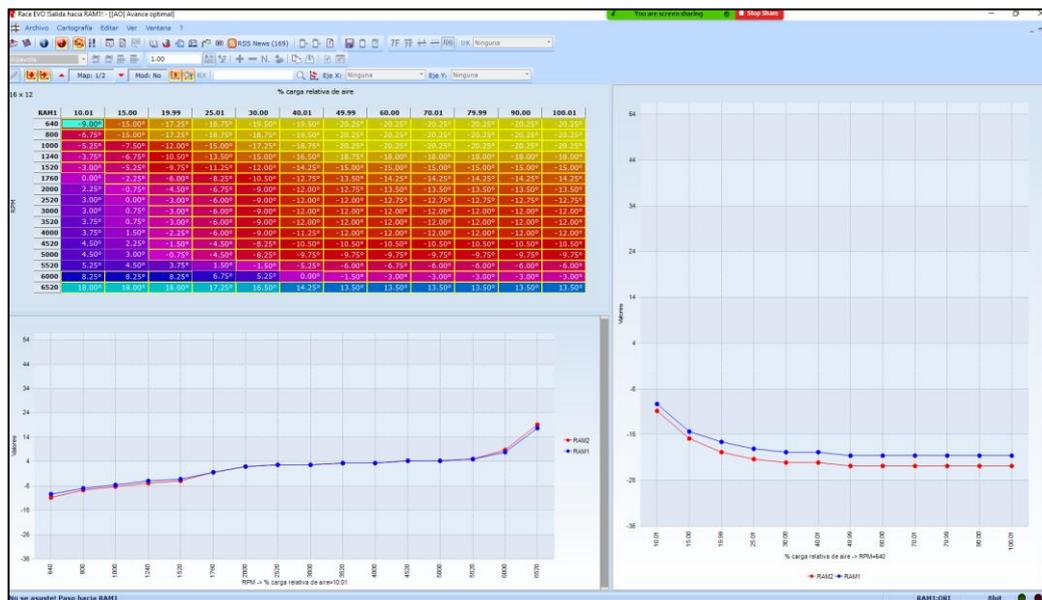
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

- **[AG] Gestión Principal del avance [16x12]:** En este parámetro se modificó el avance de encendido en 2° solo en las partes marcadas de azul en línea diagonal, lo que influirá en la carga relativa del aire y se refleja en la siguiente *Figura 36-2*.



**Figura 36-2:** Gestión principal del avance  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

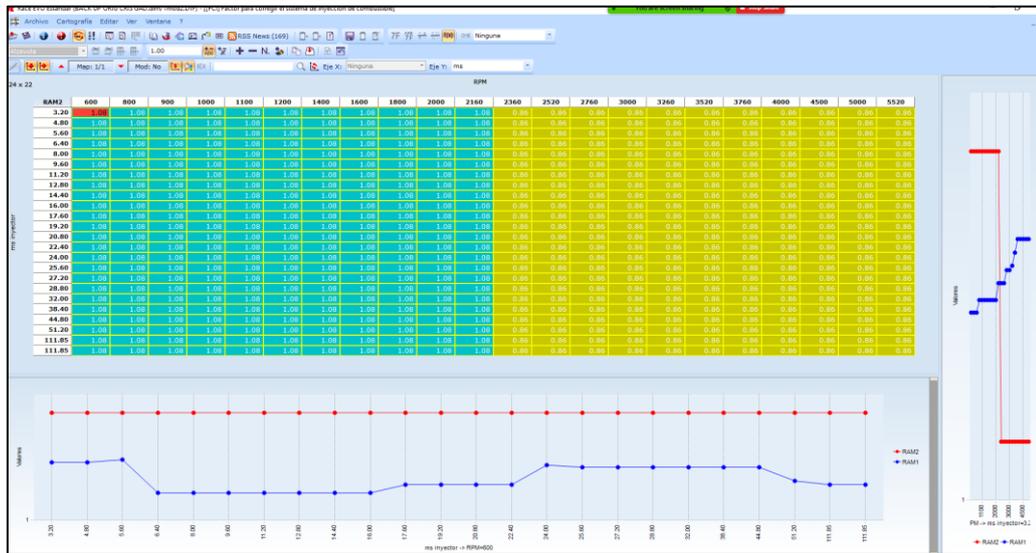
- **[AO] Avance óptimo [16x12]:** Para esta variable reducimos 1.5° en todos los valores de la tabla, lo que ayudara a corregir el avance principal.



**Figura 37-2:** Avance óptimo  
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

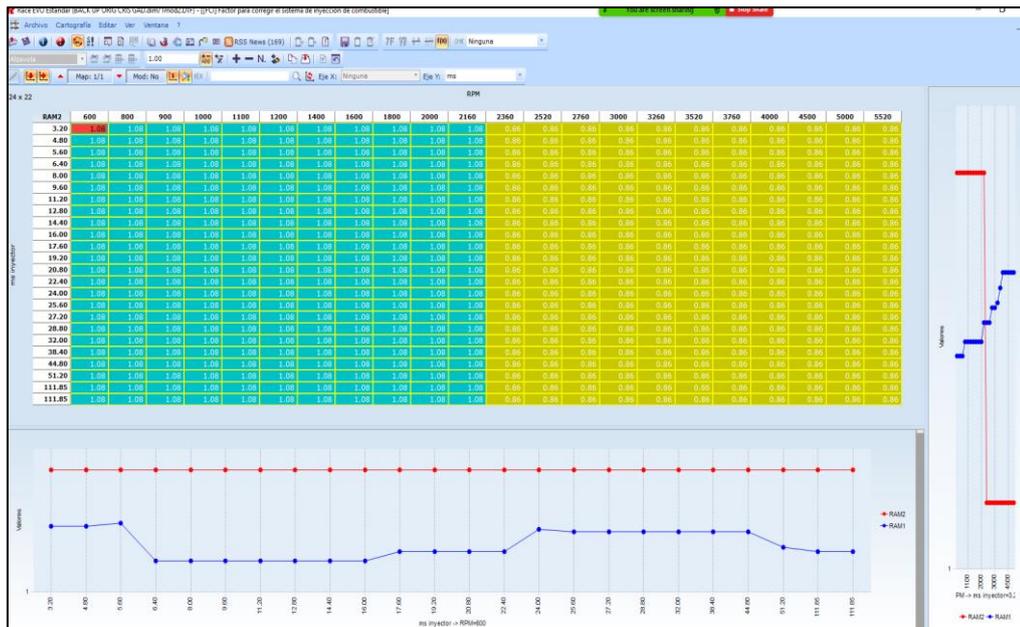
- **[FCI] Factor para corregir el sistema de inyección de combustible [24x22]**

Esta opción nos permite modificar el factor Lambda con relación a las RPM del motor, por lo que en ralentí y bajas revoluciones tenemos un valor de 1.08 de Lambda lo que indica que la mezcla va a ser pobre y a partir de 2360 rpm se varia a un Lambda de 0.86 que da como resultado una mezcla rica.



**Figura 38-2:** Factor para corregir el sistema de inyección de combustible.  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

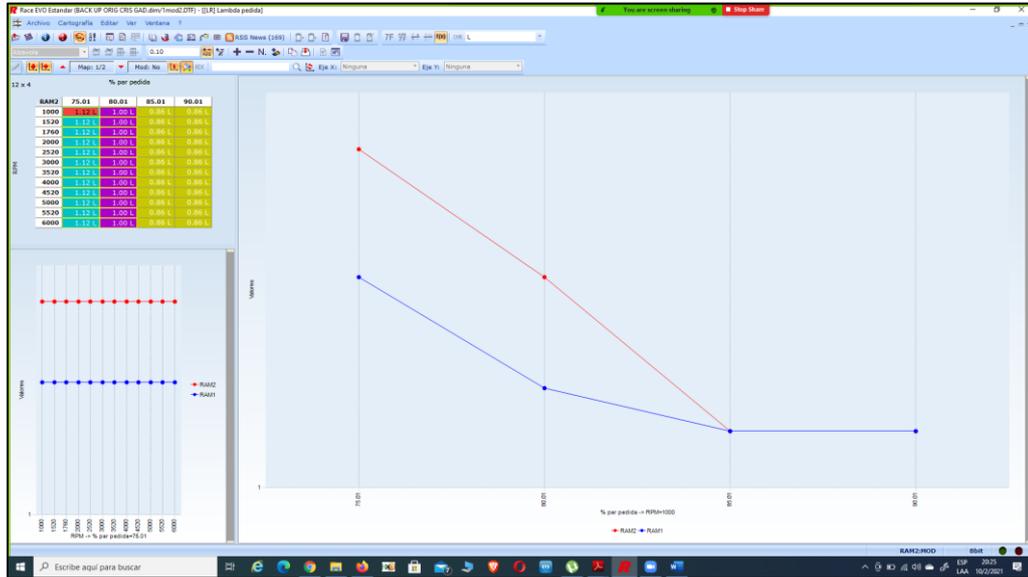
- **[CL] Corrección Lambda [6x6]:** El valor de corrección del factor lambda está en función de la mezcla aire combustible, para una mezcla estequiométrica se considerará un Lambda de 1.



**Figura 39-2:** Corrección Lambda  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

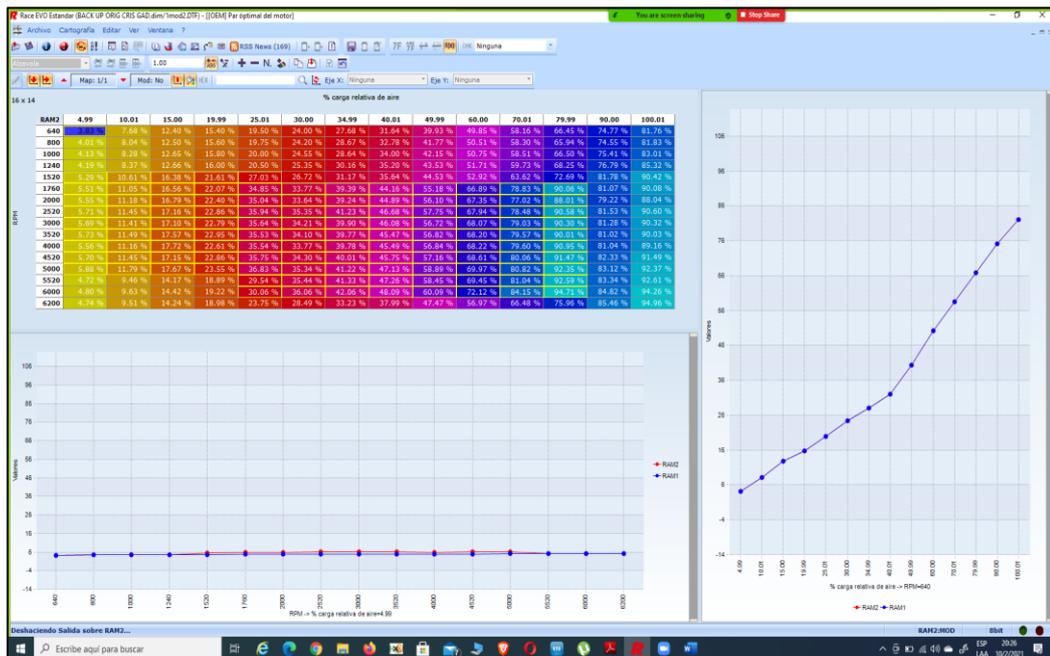


- **[LR] Lambda perdido:** Para cargar los valores de lambda perdido debemos tener en cuenta el porcentaje (%) de par perdida el cual se divide en 75.01 %, 80.01 %, 85.01 % y 90.01%, de los cuales a los 2 primeros se les asignara unos valores de 1.12 y 1 respectivamente, mientras que a los dos últimos un valor de 0.86.



**Figura 42-2: Lambda perdida.**  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

- **[OEM] Par optimo del motor:** Se encuentra en relación del porcentaje (%) de carga relativa de aire y las RPM, lo que se quiere obtener en este punto es la compensación del combustible, por lo que se debe ajustar los valores con un leve aumento.



**Figura 43-2: Par optimo del motor.**  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

- [RT] **Par perdido:** Como se indica en el nombre el objetivo de modificar este apartado es el de ingresar la cantidad de torque que se desea obtener por parte del motor en función de las RPM alcanzadas por el mismo.

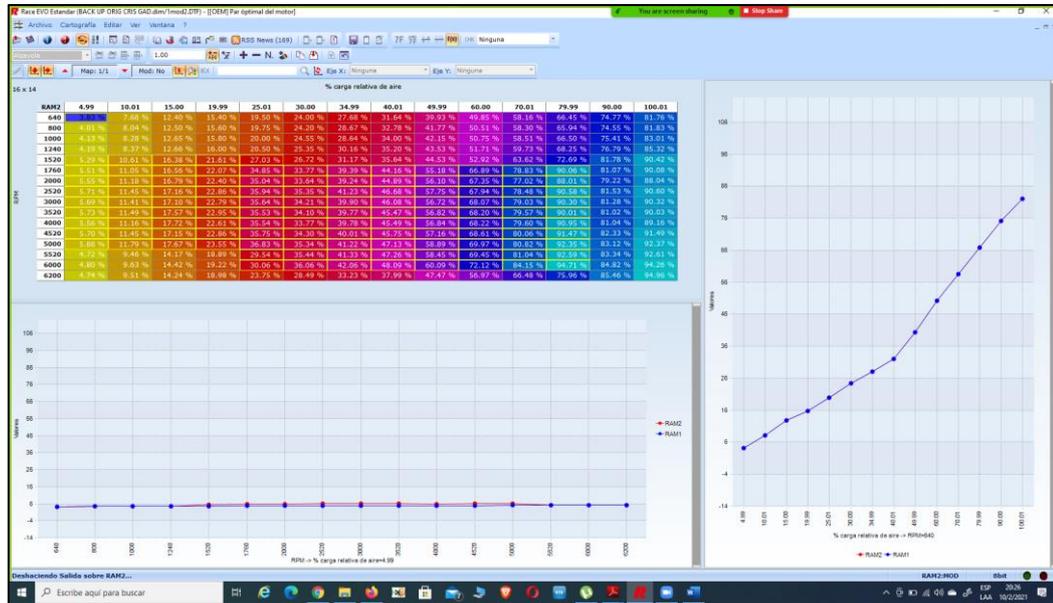


Figura 44-2: Par pedido.  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

- [TAM] **Gestión ángulo mariposa**  
Es la respuesta del cuerpo de aceleración a la relación de presión de admisión y la presión límite de la mariposa, para la cual debemos realizar un leve aumento.

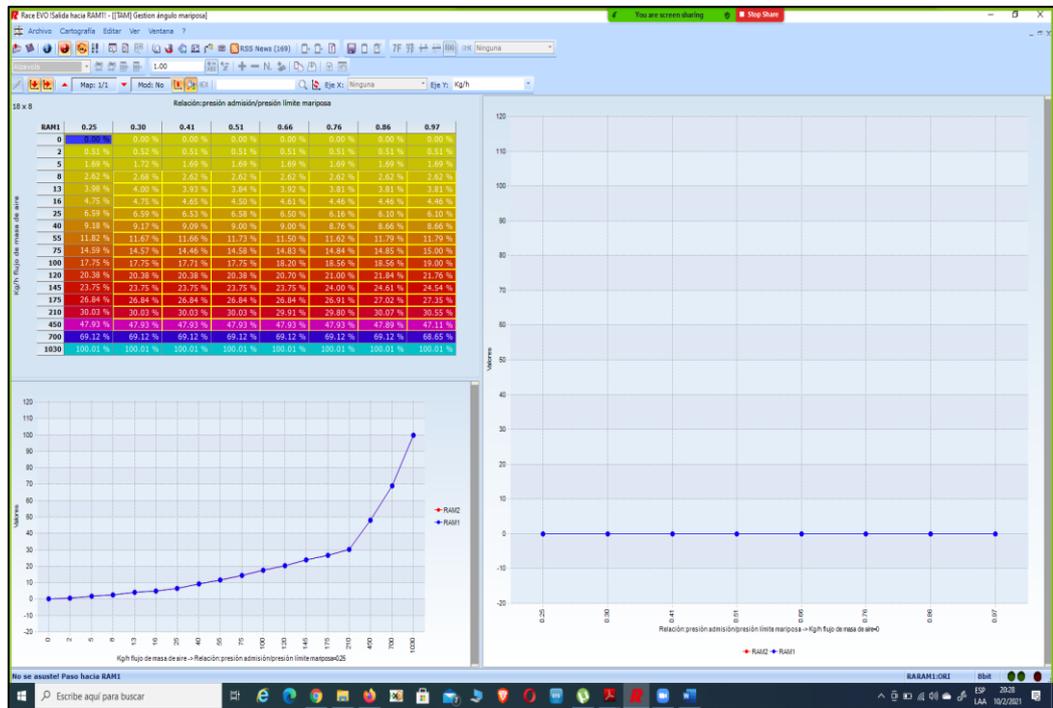


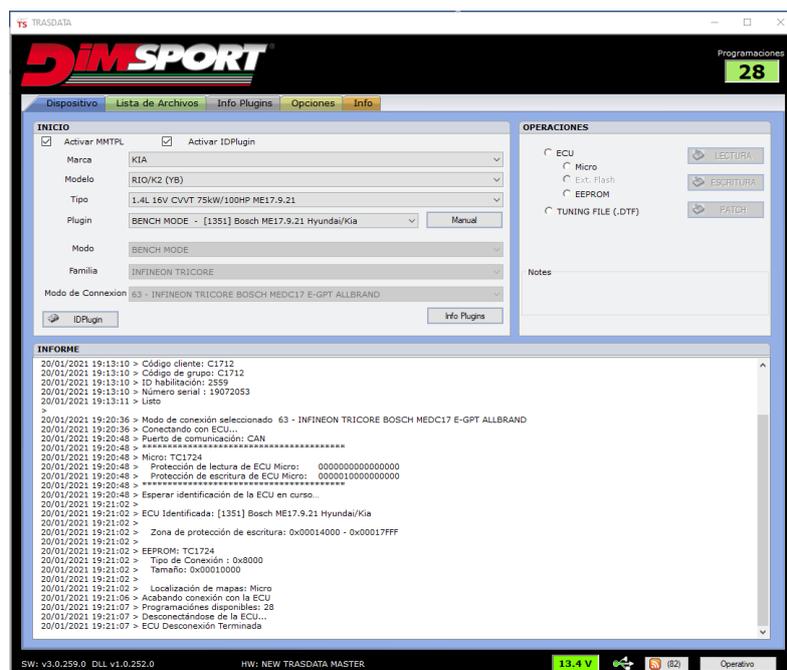
Figura 45-2: Gestión ángulo mariposa  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Todos estos factores mencionados componen el mapa 4 de la programación, con los cuales se procederá a la escritura de la memoria de la computadora, para posteriormente realizar los ensayos de gases de escape y la prueba del dinamómetro para ver cual nos entrega una mejor reducción de los gases contaminantes sin afectar el torque y potencia.

## 2.7. Escritura de la memoria FLASH

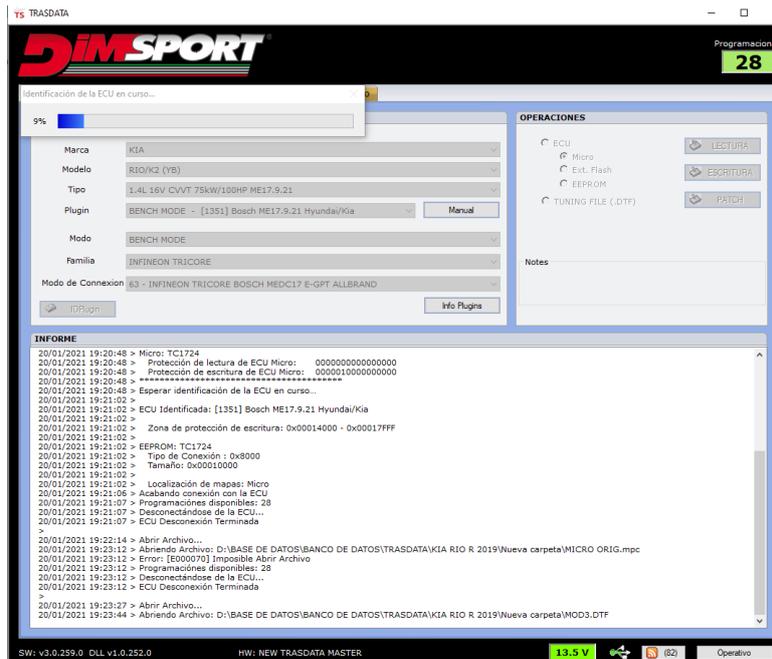
Una vez se tengan los cuatro tipos de mapas a utilizar en los ensayos de análisis de gases y en el dinamómetro se procederá a cargar dichos mapas en la computadora, para lo cual es necesario seguir el siguiente proceso.

Al igual que en la primera parte de lectura se debe iniciar el programa y escoger el modelo del vehículo con el que se realizará las pruebas, conectamos nuestro equipo a la memoria del vehículo siguiendo el manual y esperamos a que reconozca la ECU.



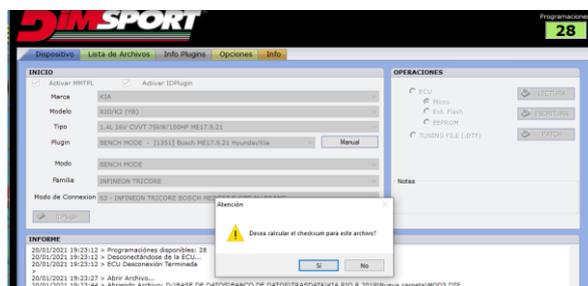
**Figura 46-2:** Conexión de la ECU al software DIMSPORT  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Con la computadora cargada se procederá a la escritura de los mapas modificados en el paso anterior, para lo cual debemos seleccionar la opción Micro luego escritura y se nos desplegará un buscador en el que debemos cargar el archivo con el mapa con el que se realizarán los ensayos.



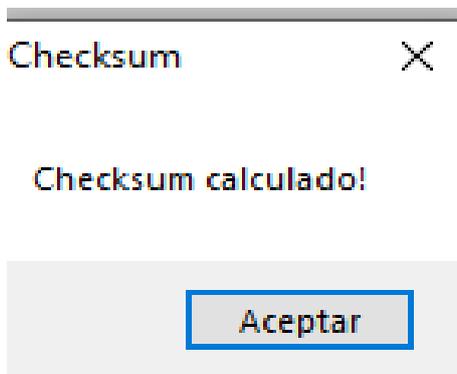
**Figura 47-2: Identificación de la ECU**  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Calculamos el CheckSum que nos indica si el tamaño de las modificaciones realizadas va a tener espacio suficiente para guardarse en la memoria.



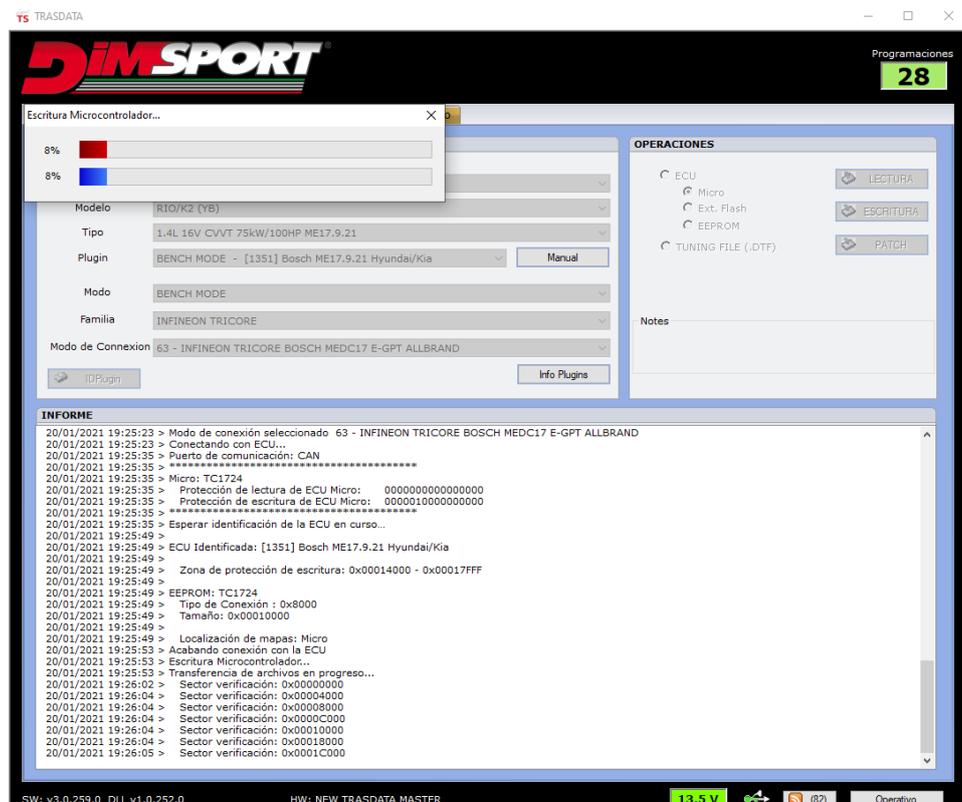
**Figura 48-2: Cálculo del CheckSum**  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

De no haber inconvenientes nos saldrá CheckSum calculado y continuará con el proceso.



**Figura 49-2: Validación CheckSum**  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Con todos los datos en orden, el programa continuará con la escritura del mapa en la micro de la ECU, al terminar el proceso se nos desplegara un mensaje el cual nos indicara que el mismo se realizó de manera correcta.



**Figura 50-2:** Escritura del microcontrolador.  
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

Para analizar cada uno de los cuatro mapas se repite el mismo proceso, de manera individual lo que quiere decir que al terminar de escribir cada mapa en la ECU se deberá realizar los ensayos y posteriormente volver a escribir el otro mapa y analizarlo, de forma consecutiva.

## 2.8. Obtención de datos después de la programación de la memoria FLASH

Cuando ya se realizó la programación y escritura de los mapas en la memoria Flash, volvemos a tomar los datos la cantidad de emisiones generadas con los nuevos mapas, además de las curvas de torque y potencia con los nuevos parámetros iniciales.

### 2.8.1. Medición de emisiones de escape después de la programación de la memoria FLASH

Para la realizar la medición de los gases de escape, se optará por seguir el mismo proceso realizado con anterioridad, considerando que para esta vez se realizarán pruebas con cada uno de los cuatro

mapas de manera individual, con lo que se obtendrán ocho tablas de datos de emisiones de gases, se realiza las pruebas a ralentí y 2500 rpm, respectivamente.

De tal modo repetimos los siguientes pasos:

1. Encender el analizador de gases y conectarlo a una laptop la cual tendrá instalado el software de medición de gases de escape.
2. Colocar la sonda de medición de gases al tubo de escape y asegurarlo.
3. Abrir el software colocar los parámetros iniciales con los que se van a trabajar.
4. Encender el vehículo y mantenerlo en ralentí para que alcance una temperatura óptima de funcionamiento.
5. Monitorear el funcionamiento del motor en tiempo real por medio de un escáner automotriz.
6. Acelerar y desacelerar el motor en ciclos para que el vehículo registre la cantidad de emisiones generadas.
7. Observar en la pantalla los diferentes resultados obtenidos en las pruebas y archivarlos para su posterior análisis.
8. Repetir el proceso de medición para generar una base de datos.
9. Apagar el motor y retirar la sonda del tubo de escape.

Los datos de los resultados de las emisiones de gases de escape en cada uno de los mapas realizados se detallarán a continuación:

#### 2.8.1.1. Mapa 1

En este mapa se tiene un valor del factor lambda equivalente a (0.86), lo cual se interpreta como una mezcla rica en donde se va a tener una mayor cantidad de combustible en relación con la cantidad de aire.

- **Medición de Ralentí en el mapa 1**

La primera medición se realizó con el motor en ralentí lo cual nos proporciona los datos de emisiones tanto de CO, CO<sub>2</sub>, HC, O<sub>2</sub>, NOX y Lambda, los cuales se ven reflejados en la *Tabla 7-2*, que también muestra los valores promedios obtenidos en cada una de las mediciones son los siguientes:

**Tabla 7-2: Mediciones de los gases de escape en ralentí MAPA 1**

<b>Mediciones de gases de escape después de la reprogramación a Ralentí</b>								
Medición	CO (% vol)	CO2 (% vol)	HC (ppm vol)	O2 (% vol)	NOx (ppm.vol)	COcorr (% vol)	HCcorr (ppm.vol)	Lambda
1	0.04	14.5	180	1.04	0	0.0	185	1.041
2	0.01	14.7	161	1.29	0	0.0	164	1.055
3	0.00	14.5	164	1.17	0	0.0	169	1.049
4	0.01	14.1	176	1.27	0	0.0	183	1.054
5	0.00	14.3	162	1.15	0	0.0	172	1.048
<b>Promedio</b>	<b>0.01</b>	<b>14.42</b>	<b>168.6</b>	<b>1.18</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>174.6</b>	<b>1.049</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

- **Medición a 2500 rpm en el mapa 1**

La siguiente medición se realizó a 2500 RPM, que representa un estado de funcionamiento normal con el motor acelerado para obtener una base de datos comparable se llevaron a cabo cinco mediciones como se presentan en la *Tabla 8-2*, de las cuales se sacará un valor promedio que será utilizado en los posteriores análisis.

**Tabla 8-2: Mediciones de los gases de escape a 2500 RPM MAPA 1**

<b>Mediciones de gases de escape después de la reprogramación a 2500 RPM</b>								
Medición	CO (% vol)	CO2 (% vol)	HC (ppm vol)	O2 (% vol)	NOx (ppm.vol)	COcorr (% vol)	HCcorr (ppm.vol)	Lambda
<b>1</b>	0.24	15.1	72	0.39	0	0.2	72	1.008
<b>2</b>	0.11	15.2	75	0.41	0	0.1	75	1.013
<b>3</b>	0.11	15.2	75	0.41	0	0.1	75	1.013
<b>4</b>	0.09	14.5	58	0.82	0	0.1	60	1.034
<b>5</b>	0.09	14.5	58	0.82	0	0.1	60	1.034
<b>Promedio</b>	<b>0.128</b>	<b>14.9</b>	<b>67.6</b>	<b>0.57</b>	<b>0</b>	<b>0.12</b>	<b>68.4</b>	<b>1.020</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

### 2.8.1.2. Mapa 2

En este mapa se tiene el valor del factor lambda equivalente a (1), con lo que tiene una mezcla estequiométrica en donde se va a presentar una cantidad de mezcla de aire-combustible ideal.

- **Medición de Ralentí en el mapa 2**

La primera medición se realizó con el motor en ralentí cuyos datos de emisiones se reflejan en la *Tabla 9-2*, que muestran los valores promedios obtenidos en cada una de las mediciones son los siguientes

**Tabla 9-2: Mediciones de los gases de escape en ralentí MAPA2**

<i>Mediciones de gases de escape después de la reprogramación a Ralentí</i>								
<i>Medición</i>	CO (% vol)	CO2 (% vol)	HC (ppm vol)	O2 (% vol)	NOx (ppm.vol)	COcorr (% vol)	HCcorr (ppm.vol)	Lambda
1	0.08	14.2	90	1.49	0	0.1	95	1.067
2	0.01	14.3	115	1.16	0	0.0	121	1.057
3	0.00	14.1	118	1.17	0	0.0	125	1.053
4	0.00	14.1	106	1.66	0	0.0	112	1.078
5	0.00	14.2	105	1.36	0	0.0	118	1.054
<b>Promedio</b>	<b>0.06</b>	<b>14.18</b>	<b>106.8</b>	<b>1.37</b>	<b>0</b>	<b>0.02</b>	<b>114.2</b>	<b>1.062</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

- **Medición a 2500 rpm en el mapa 2**

- 

También se realiza las pruebas con el motor a 2500 RPM, los cuales se presentan en la *Tabla 10-2*.

**Tabla 10-2: Mediciones de los gases de escape a 2500 RPM MAPA2**

<i>Mediciones de gases de escape después de la reprogramación a 2500 RPM</i>								
<b>Medición</b>	CO (% vol)	CO2 (% vol)	HC (ppm vol)	O2 (% vol)	NOx (ppm.vol)	COcorr (% vol)	HCcorr (ppm.vol)	Lambda
<b>1</b>	0.38	14.7	104	0.39	0	0.4	104	1.003
<b>2</b>	0.37	14.0	62	1.38	0	0.4	64	1.054
<b>3</b>	0.11	14.8	55	0.08	0	0.1	56	0.998
<b>4</b>	0.08	14.9	42	0.06	0	0.1	42	0.999
<b>5</b>	0.28	14.8	70	0.08	0	0.1	62	1.002
<b>Promedio</b>	<b>0.24</b>	<b>14.64</b>	<b>66.6</b>	<b>0.40</b>	<b>0</b>	<b>0.22</b>	<b>65.6</b>	<b>1.011</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

### 2.8.1.3. Mapa 3

Para el mapa 3 se tiene el valor del factor lambda de (1.06), con lo que se puede decir que la mezcla generada es pobre e indica que se va a tener una cantidad de aire mayor que la cantidad de combustible.

- **Medición de Ralentí en el mapa 3**

La primera medición se realizó con el motor en ralentí cuyos datos de emisiones se reflejan en la *Tabla 11-2*.

**Tabla 11-2:** Mediciones de los gases de escape en ralentí MAPA3.

<i>Mediciones de gases de escape después de la reprogramación a Ralentí</i>								
<i>Medición</i>	CO	CO2	HC	O2	NOx	COcorr	HCcorr	Lambda
	(% vol)	(% vol)	(ppm vol)	(% vol)	(ppm.vol)	(% vol)	(ppm.vol)	
1	0.00	14.1	112	1.68	0	0.0	119	1.078
2	0.00	14.0	123	1.52	0	0.0	132	1.071
3	0.00	14.8	126	1.31	0	0.0	127	1.057
4	0.00	14.5	107	1.19	0	0.0	111	1.053
5	0.00	14.5	121	1.41	0	0.0	126	1.063
<b>Promedio</b>	<b>0.00</b>	<b>14.38</b>	<b>117.8</b>	<b>1.42</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>123</b>	<b>1.064</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

- **Medición a 2500 rpm en el mapa 3**

La última medición de estos tipos de mapas en los cuales se varia solo el factor lambda se realizó con el motor a 2500 RPM, cuyos valores son representados en la *Tabla 12-2*.

**Tabla 12-2:** Mediciones de los gases de escape a 2500 RPM MAPA3

<i>Mediciones de gases de escape después de la reprogramación a 2500 RPM</i>								
<b>Medición</b>	CO	CO2	HC	O2	NOx	COcorr	HCcorr	Lambda
	(% vol)	(% vol)	(ppm vol)	(% vol)	(ppm.vol)	(% vol)	(ppm.vol)	
<b>1</b>	0.27	14.9	63	0.44	0	0.3	63	1.010
<b>2</b>	0.36	15.0	54	0.67	0	0.4	54	1.018
<b>3</b>	0.25	15.1	96	0.36	0	0.3	96	1.006
<b>4</b>	0.16	14.3	87	1.14	0	0.2	90	1.047
<b>5</b>	0.26	15.0	58	0.45	0	0.3	62	1.008
<b>Promedio</b>	<b>0.26</b>	<b>14.86</b>	<b>71.6</b>	<b>0.61</b>	<b>0</b>	<b>0.3</b>	<b>73</b>	<b>1.018</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

#### 2.8.1.4. Mapa 4

Para las pruebas del mapa 4 se consideran los cambios realizados en varios parámetros de la ECU tales como: avance, inyección, lambda, carga y cantidad de aire. Con el principal objetivo de reducir las emisiones de gases contaminantes y mantener el rendimiento del motor, dicho esto se realizaron dos pruebas:

- **Medición de Ralentí en el mapa 4**

La primera prueba se realizó con el motor en ralentí, en donde se obtuvieron cinco mediciones como se muestra en la *Tabla 13-2*, que refleja además de las mediciones un valor promedio que se obtienen de las mismas.

**Tabla 13-2:** Mediciones de los gases de escape en ralentí MAPA4.

<i>Mediciones de gases de escape después de la reprogramación a Ralentí</i>								
<i>Medición</i>	CO	CO2	HC	O2	NOx	COcorr	HCcorr	Lambda
	(%vol)	(%vol)	(ppm vol)	(%vol)	(ppm.vol)	(%vol)	(ppm.vol)	
1	0.00	14.6	114	1.09	0	0.0	117	1.047
2	0.03	13.9	83	1.21	0	0.0	90	1.057
3	0.01	14.1	85	1.22	0	0.0	91	1.057
4	0.00	14.1	88	1.36	0	0.0	93	1.064
5	0.00	14.3	97	1.23	0	0.0	102	1.056
<b>Promedio</b>	<b>0.008</b>	<b>14.2</b>	<b>93.4</b>	<b>1.25</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>98.6</b>	<b>1.056</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

- **Medición a 2500 rpm en el mapa 4**

Las siguientes mediciones se realizaron con el motor a unas revoluciones de 2500 con los parámetros establecidos en el MAPA 4.

**Tabla 14-2:** Mediciones de los gases de escape a 2500 RPM MAPA4

<i>Mediciones de gases de escape antes de la reprogramación a 2500 RPM</i>								
<b>Medición</b>	CO	CO2	HC	O2	NOx	COcorr	HCcorr	Lambda
	(%vol)	(%vol)	(ppm vol)	(%vol)	(ppm.vol)	(%vol)	(ppm.vol)	
<b>1</b>	0.27	14.6	29	0.21	0	0.3	29	1.000
<b>2</b>	0.37	14.2	31	0.07	0	0.4	32	0.991
<b>3</b>	0.36	14.8	25	0.20	0	0.4	25	0.998
<b>4</b>	0.32	14.8	24	0.18	0	0.3	24	0.998
<b>5</b>	0.28	14.8	23	0.24	0	0.3	23	1.002
<b>Promedio</b>	<b>0.32</b>	<b>14.64</b>	<b>26.4</b>	<b>0.18</b>	<b>0</b>	<b>0.34</b>	<b>26.6</b>	<b>0.999</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

### **2.8.2. Medición de Torque y potencia después de la reprogramación en la memoria Flash**

Para la medición de Torque y Potencia se optó por escoger el mapa con el mejor desempeño en la disminución de gases de contaminantes realizado en el ensayo anterior, esto con el fin de optimizar el proceso, con lo que se tiene el MAPA 4 como la primera opción.

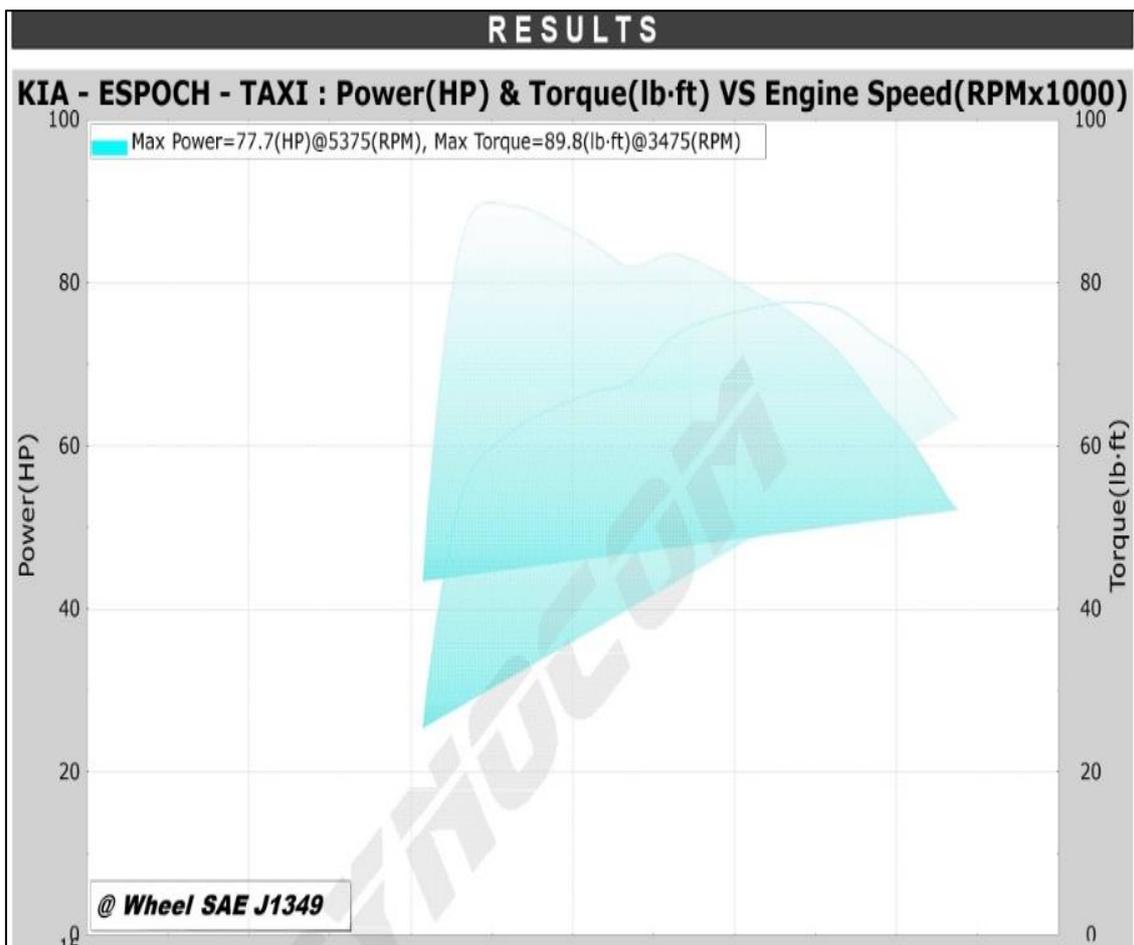
Los pasos por seguir para la prueba del dinamómetro se detallan a continuación:

1. Colocar el vehículo en el dinamómetro, con ayuda de una rampa.
2. Sujetar las correas a los puntos de seguridad en la parte inferior del vehículo, tanto en la parte frontal como en la posterior.
3. Encender el software del dinamómetro y configurarlo con las condiciones ambientales en las cuales se realizarán los ensayos, las cuales afectarán al desempeño del motor.

4. Encender el vehículo y dejar que alcance las condiciones de funcionamiento ideales.
5. Acelerar y desacelerar el motor para que alcance los puntos de torque y potencia máximas.
6. Observar los datos obtenidos en las pruebas y guardarlos en una memoria FLASH los cuales serán utilizados para análisis posteriores.
7. Repetir el proceso por 5 veces para conseguir una base de datos.
8. Apagar el motor, remover las correas de seguridad.
9. Remover el vehículo del dinamómetro automotriz.

#### 2.8.2.1. Curvas de Torque-Potencia.

Los datos obtenidos en los diferentes ensayos realizados en el Mapa 4, se reflejan en las siguientes Figuras y Tablas, en donde se tendrán los valores máximos de Torque y Potencia alcanzados, a los cuales se realizara un análisis matemático para validar sus variaciones.



**Figura 51-2:** Curvas de Torque-Potencia.

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

La figura nos muestra los valores obtenidos en los 5 ensayos de torque y potencia que se realizaron en el dinamómetro automotriz después de realizar la reprogramación de la memoria de la ECU. Los datos obtenidos se colocarán en tablas la cuales reflejan los valores promedios en cada una de las pruebas.

Posterior a eso se procederá a calcular los valores promedio de torque y potencia como se reflejan en las siguientes tablas.

- **Valores de potencias máximas**

Según los datos obtenidos de potencias máximas realizadas con el MAPA 4, se puede decir que el valor promedio de la misma es de 76.60 (HP)

**Tabla 15-2:** Valores de potencia máxima alcanzadas en las cinco pruebas.

Datos de la potencia máximo alcanzado en las pruebas		
# RUN	RPM	Potencia Máxima (HP)
1	5375	77.69
2	5440	78.70
3	5250	75.52
4	5100	73.85
5	5325	77.28
<b>Promedio</b>		<b>76.60</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

- **Valores de torques máximos**

Luego se realizan las mismas pruebas para determinar el torque máximo alcanzado en el MAPA 4, teniendo de este modo un valor de 93.35 (lb-ft)

**Tabla 16-2:** Valores de potencia máxima alcanzadas en las cinco pruebas

Datos del torque máximo alcanzado en las pruebas		
# RUN	RPM	Máximo torque (lb.ft)
1	3475	89.79
2	3225	97.46
3	3150	95.19
4	3300	96.10
5	3250	98.21
<b>Promedio</b>		<b>95.35</b>

Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

#### 3.1. Obtención de resultados

Por medio del análisis de los gases de escape obtenidos por los 4 mapas realizados se procede a realizar una comparación las medias de cada uno para encontrar el mapa que presente menor contenido de gases de escape. Obteniéndose como resultado el presentado en la Tabla 1-3 y 2-3 en la cual por medio de coloración de tonalidad rojo a verde se manifiesta el grado cuantitativo de gases de escape, resultando el mapa 4 el que menor cantidad presentaba de los mismos.

**Tabla 1-3:** Análisis de gases de escape en función de los mapas de programación - Ralentí

	Gases de escape en ralentí							
	<i>CO</i> (%vol)	<i>CO2</i> (%vol)	<i>HC</i> (ppm vol)	<i>O2</i> (%vol)	<i>NOx</i> (ppm.vol)	<i>COcorr</i> (%vol)	<i>HCcorr</i> (ppm.vol)	<i>Lambda</i>
Mapa Inicial	0.01	14.82	150.40	0.78	0.00	0.00	152.20	1030.00
Mapa 1	0.012	14.42	168.6	1.184	0	0	174.6	1049.4
Mapa 2	0.018	14.18	106.8	1.368	0	0.02	114.2	1061.8
Mapa 3	0	14.38	117.8	1.422	0	0	123	1064.4
Mapa 4	0.01	13.42	108.80	1.00	0.00	0.00	88.20	1017.40

Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

**Tabla 2-3:** Análisis de gases de escape en función de los mapas de programación – 2500 r.p.m

	Gases de escape a 2500 r.p.m.							
	<i>CO</i> (%vol)	<i>CO2</i> (%vol)	<i>HC</i> (ppm vol)	<i>O2</i> (%vol)	<i>NOx</i> (ppm.vol)	<i>COcorr</i> (%vol)	<i>HCcorr</i> (ppm.vol)	<i>Lambda</i>
Mapa Inicial	0.36	14.70	105.80	0.61	0.00	0.36	101.80	1013.80
Mapa 1	0.128	14.9	67.6	0.57	0	0.12	68.4	1020.4
Mapa 2	0.244	14.64	66.6	0.398	0	0.22	65.6	612.1994
Mapa 3	0.26	14.86	71.6	0.612	0	0.3	73	1017.8
Mapa 4	0.11	14.00	26.40	0.13	0.00	0.19	26.60	1017.80

Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

Una vez seleccionado el mapa 4 con el cual se realizó los análisis de los resultados obtenidos para una menor generación de gases de escape y rendimiento del motor, se presenta los resultados de torque y potencia, previo a la realización de la programación, así como después de la misma para el mapa 4.

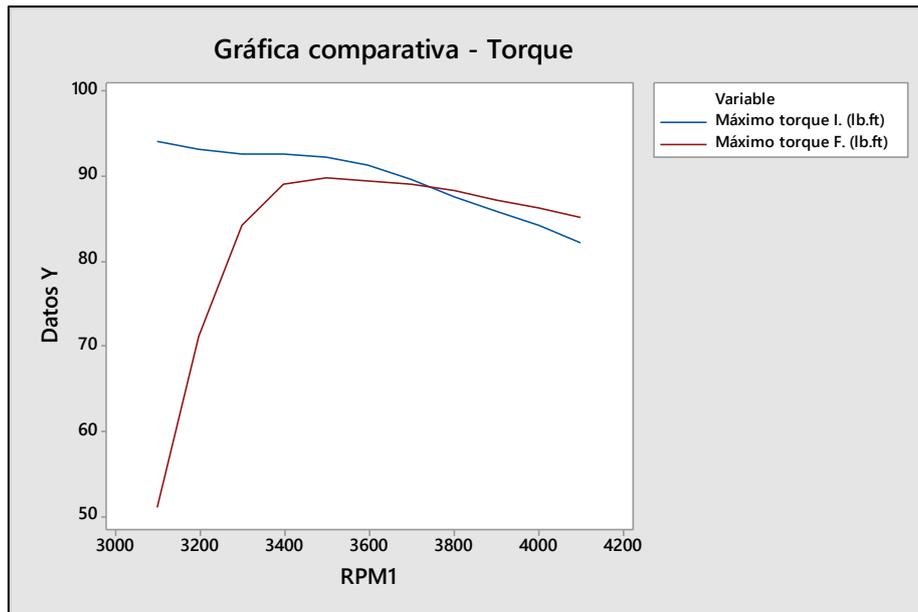
**Tabla 3-3:** Resultados comparativos de valores de Torque y Potencia

RPM1	Potencia Max I. (HP)	Potencia Max F. (HP)	Máximo torque I. (lb.ft)	Máximo torque F. (lb.ft)
3100	55.54	30.08	94.09	50.97
3200	56.79	43.39	93.21	71.21
3300	58.24	52.9	92.69	84.2
3400	59.96	57.7	92.62	89.13
3500	61.55	59.84	92.36	89.79
3600	62.59	61.38	91.31	89.55
3700	63.11	62.81	89.59	89.16
3800	63.45	63.95	87.69	88.39
3900	63.82	64.81	85.95	87.27
4000	64.15	65.66	84.23	86.21
4100	64.13	66.47	82.15	85.15

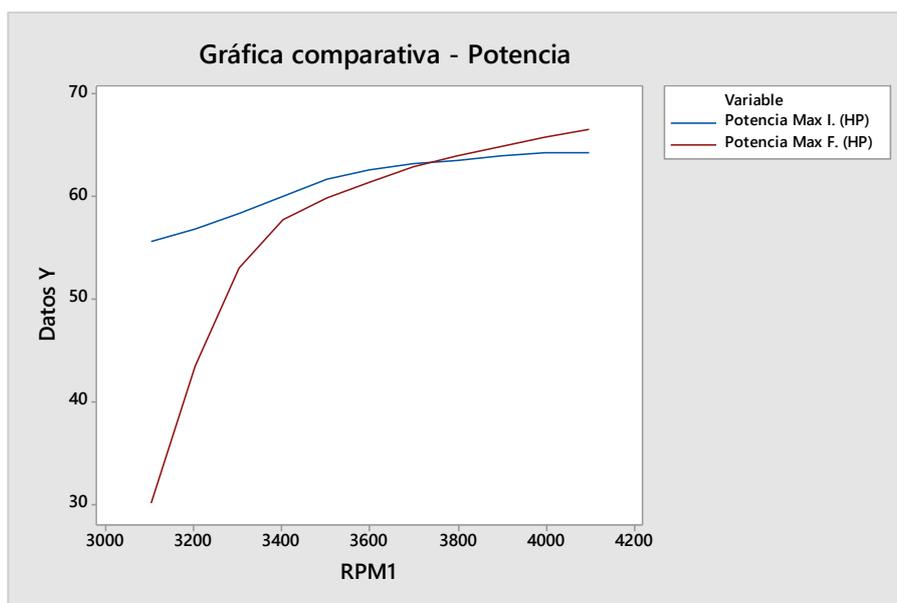
Realizado por: Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

### 3.2. Análisis de resultados

Por medio de los resultados obtenidos de torque y potencia del mapa 4 se procede a un análisis de cada uno de estos ítems. Presentando el torque una tendencia a lograr un punto de constancia respecto al torque previo a la programación como se observa en la Gráfico 1-4. Mientras que la potencia presenta un desarrollo creciente respecto a su estado previo a la programación como se observa en la Gráfico 2-4

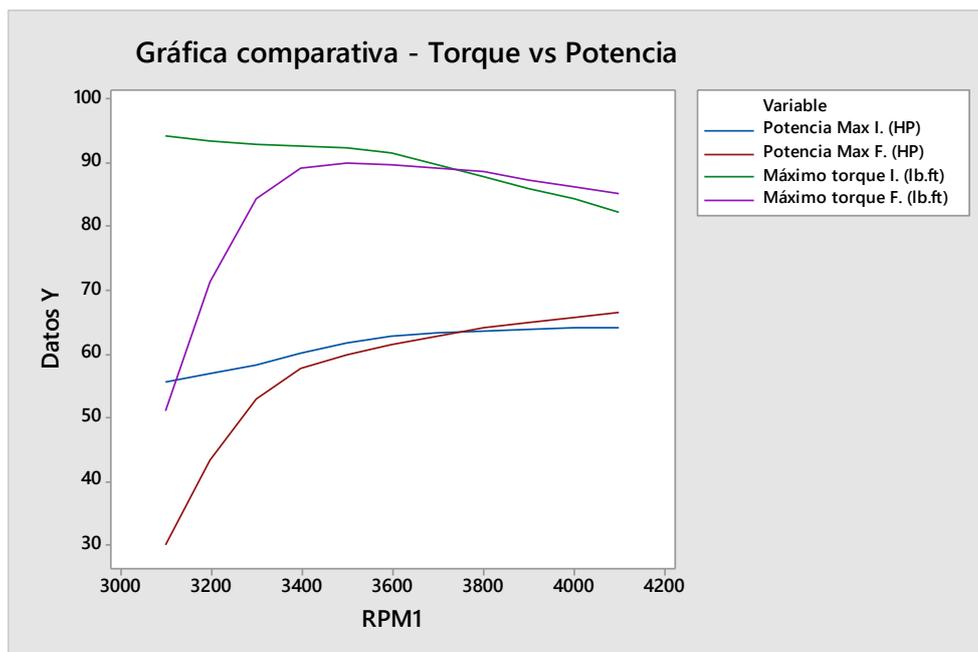


**Gráfico 1-3:** Gráfico comparativa – Torque  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021



**Gráfico 2-3:** Gráfico comparativa - Potencia  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

En resumen, tanto potencia como torque presentan un aumento en sus valores, principalmente la potencia, logrando además una constancia, pero como se observar en la Gráfico 3-4 el desarrollo de estos valores es progresivo en un inicio, esto con el objetivo de controlar o disminuir los gases de escape debido a la programación.



**Gráfico 3-3:** Gráfico comparativa – Torque vs Potencia  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

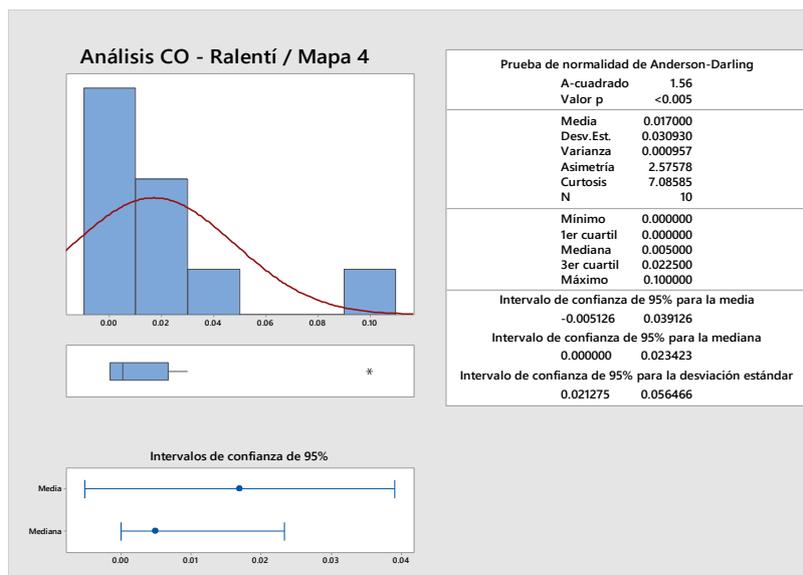
Respecto al análisis de generación de los gases de escape, se procedió a realizar un análisis estadístico de los valores de los mismos en los estados de ralentí para el mapa 4 seleccionado como se observar en la Tabla 3-4 y en los respectivos gráficos de cada gas Gráfico 3-4 a la Gráfico 3-9 y que permiten responder si se acepta o no la hipótesis nula según cada gas.

**Tabla 4-3:** Resultados del análisis estadístico de los gases de escape – Mapa 4 / Ralentí

Variable	Media	Desv.Est.	Valor p	Hipótesis	IC de 95%	
CO (% vol)	0.017	0.0309	<0.05	Rechazar	-0.0140	0.0480
CO2 (% vol)	141.200	0.7584	0.022	Aceptar	14.0890	14.1510
HC (ppm vol)	129.600	22.287	0.006	Aceptar	129.569	129.631
O2 (%vol)	0.89	0.1372	0.011	Aceptar	0.8590	0.9210
NOx (ppm.vol)	0	0	-	-	-0.0310	0.0310
COcorr (% vol)	0	0	-	-	-0.0310	0.0310
HCcorr (ppm.vol)	120.200	34.140	0.006	Aceptar	120.169	120.231
Lambda	1023.7	7.94	0.89	Aceptar	1023.67	1023.73

**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

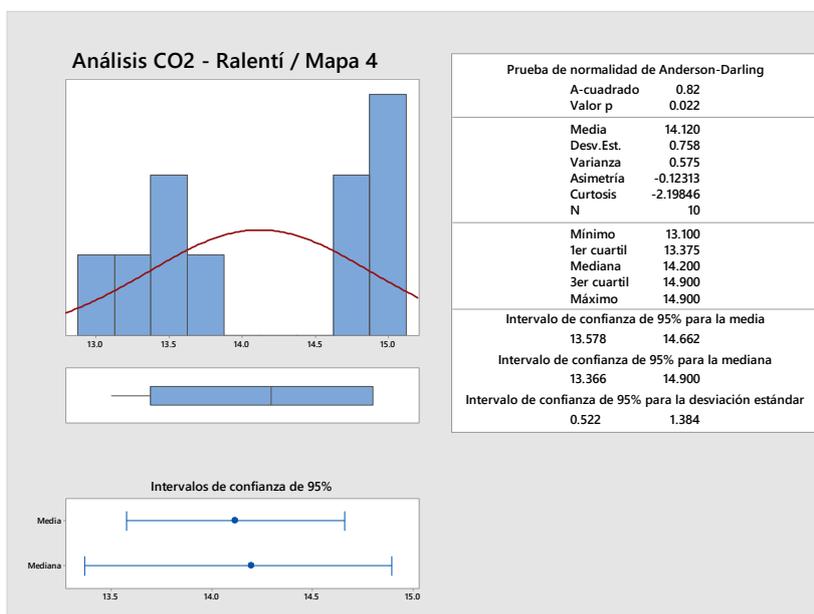
En la Gráfico 4-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el CO en régimen ralentí para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p menor a 0.005, siendo en este caso rechazada la hipótesis nula.



**Gráfico 4-3:** Análisis estadístico CO - Mapa 4 / Ralentí

Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

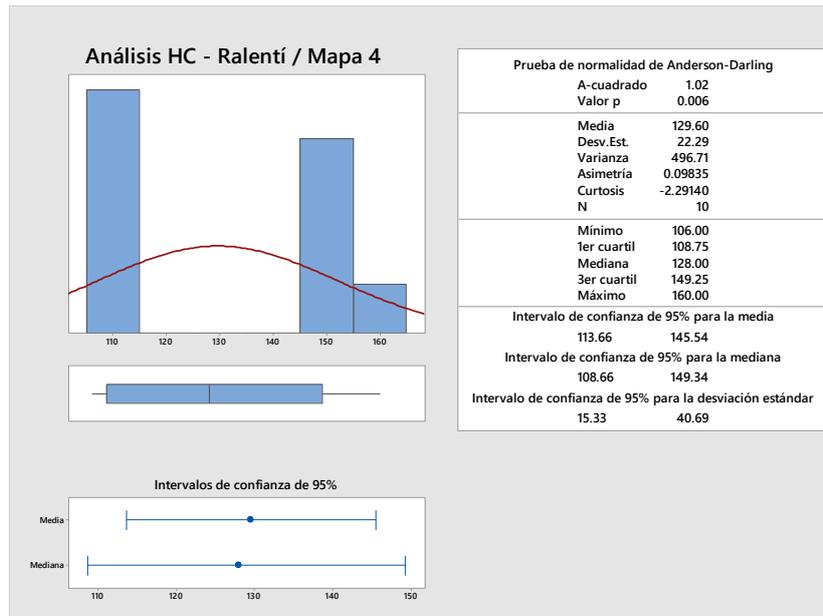
En la Gráfico 5-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el CO<sub>2</sub> en régimen ralentí para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p de 0.022, siendo en este caso aceptada la hipótesis nula.



**Gráfico 5-3:** Análisis estadístico CO2 - Mapa 4 / Ralentí

Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

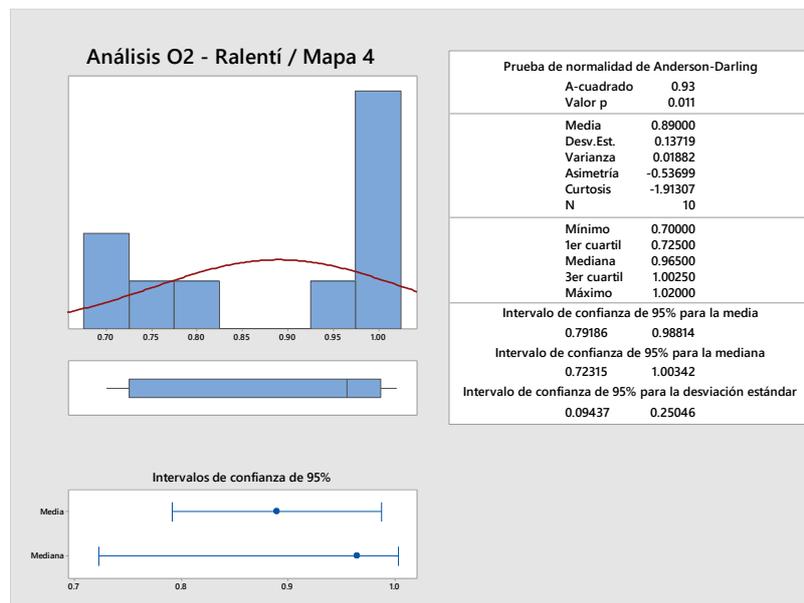
En la Gráfico 6-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el HC en régimen ralentí para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p de 0.006, siendo en este caso aceptada la hipótesis nula.



**Gráfico 6-3:** Análisis estadístico HC - Mapa 4 / Ralentí

Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

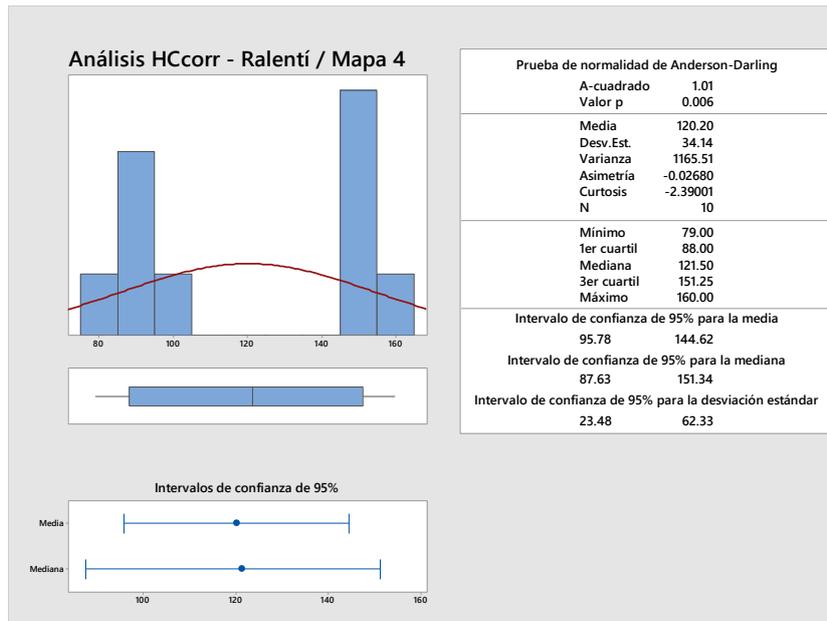
En la Gráfico 7-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el O<sub>2</sub> en régimen ralentí para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p de 0.011, siendo en este caso aceptada la hipótesis nula.



**Gráfico 7-3:** Análisis estadístico O2 - Mapa 4 / Ralentí

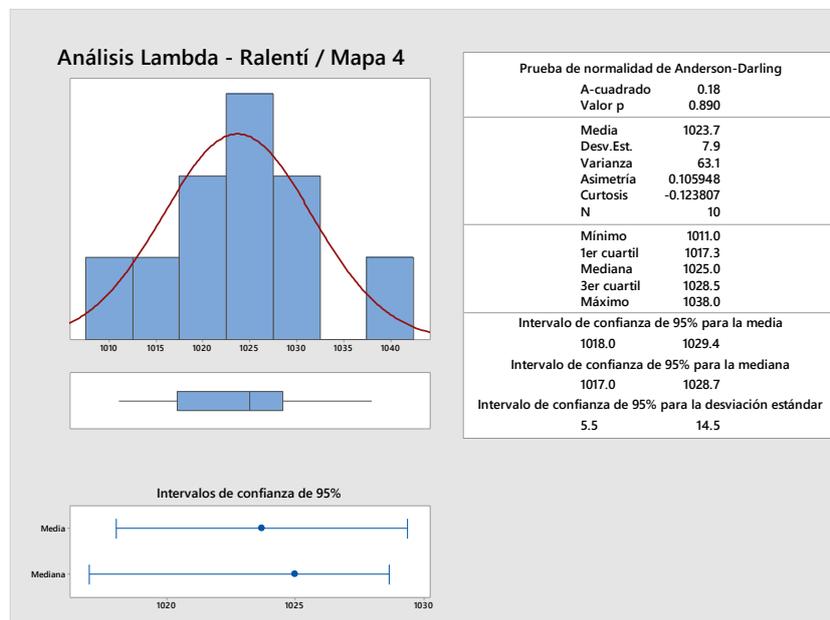
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

En la Gráfico 8-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el HCcorr en régimen ralentí para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p de 0.006, siendo en este caso aceptada la hipótesis nula.



**Gráfico 8-3:** Análisis estadístico HCcorr - Mapa 4 / Ralentí  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

En la Gráfico 9-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el valor Lambda en régimen ralentí para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p de 0.89, siendo en este caso aceptada la hipótesis nula.



**Gráfico 9-3:** Análisis estadístico Lambda - Mapa 4 / Ralentí  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

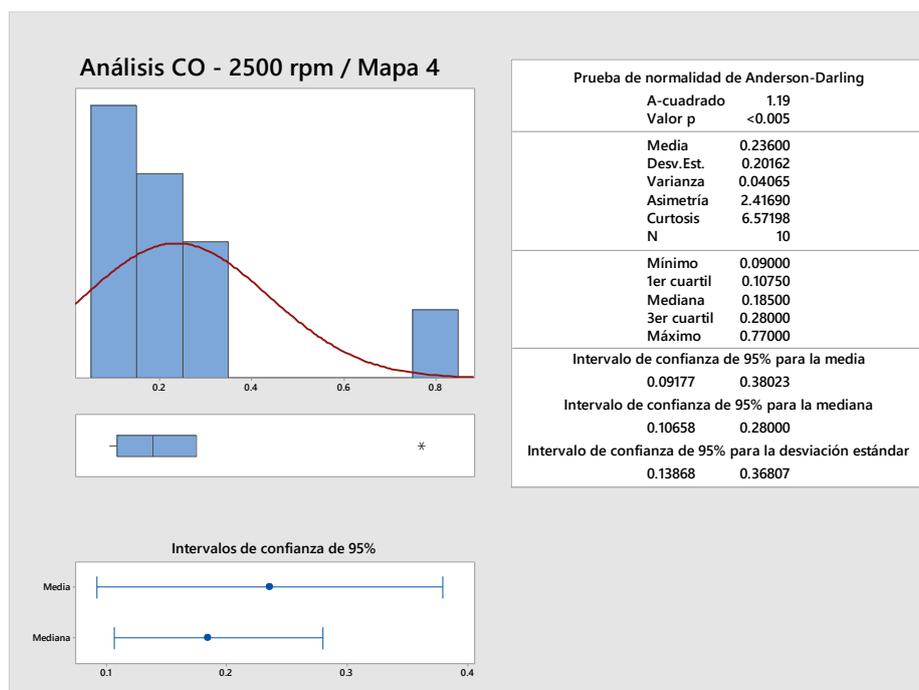
También se realizó un análisis estadístico de los valores de gases de escape para un régimen de 2500 r.p.m. para el mapa 4 seleccionado como se observar en la Tabla 5-3 y en los respectivos gráficos de cada gas Gráfico -310 a la Gráfico 3-16 y que permiten responder si se acepta o no la hipótesis nula según cada gas.

**Tabla 5-3:** Resultados del análisis estadístico de los gases de escape – Mapa 4 / 2500 r.p.m.

Variable	Media	Desv.Est.	Media	Valor p	Hipótesis	IC de 95%	
CO (% vol)	0.236	0.2016	0.0158	<0.005	Rechazar	0.2050	0.2670
CO2 (% vol)	143.510	0.4185	0.0158	0.0240	Aceptar	14.3200	14.3820
HC (ppm vol)	661.000	434.190	0.0158	<0.005	Rechazar	66.0690	66.1310
O2 (% vol)	0.374	0.3081	0.0158	0.040	Aceptar	0.3430	0.4050
NOx (ppm.vol)	0	0	0.0158	-	-	-0.0310	0.0310
COcorr (% vol)	0.275	0.1899	0.0158	0.020	Aceptar	0.2440	0.3060
HCcorr (ppm.vol)	642.000	428.195	0.0158	<0.005	Rechazar	64.1690	64.2310
Lambda	1015.8	7.02	0.02	0.532	Aceptar	1015.77	1015.83

Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

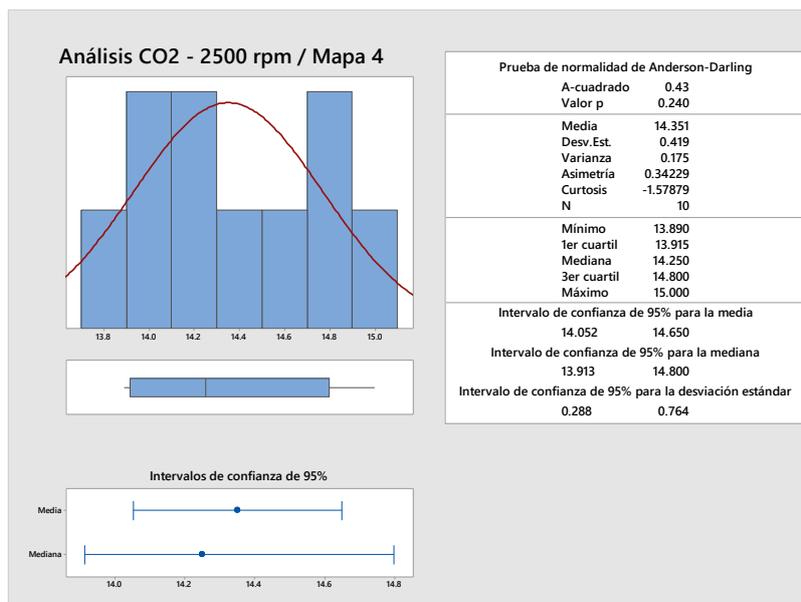
En la Gráfico 10-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el CO en régimen de 2500 r.p.m. para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor menor a 0.005, siendo en este caso rechazada la hipótesis nula.



**Gráfico 10-3:** Análisis estadístico CO - Mapa 4 / 2500 r.p.m

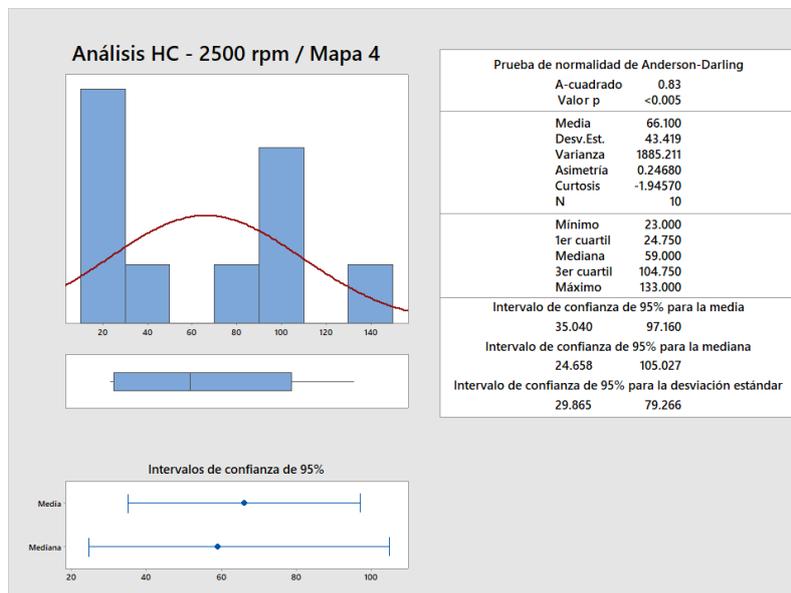
Realizado por: Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

En la Gráfico 11-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el CO<sub>2</sub> en régimen de 2500 r.p.m. para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p de 0.24, siendo en este caso aceptada la hipótesis nula.



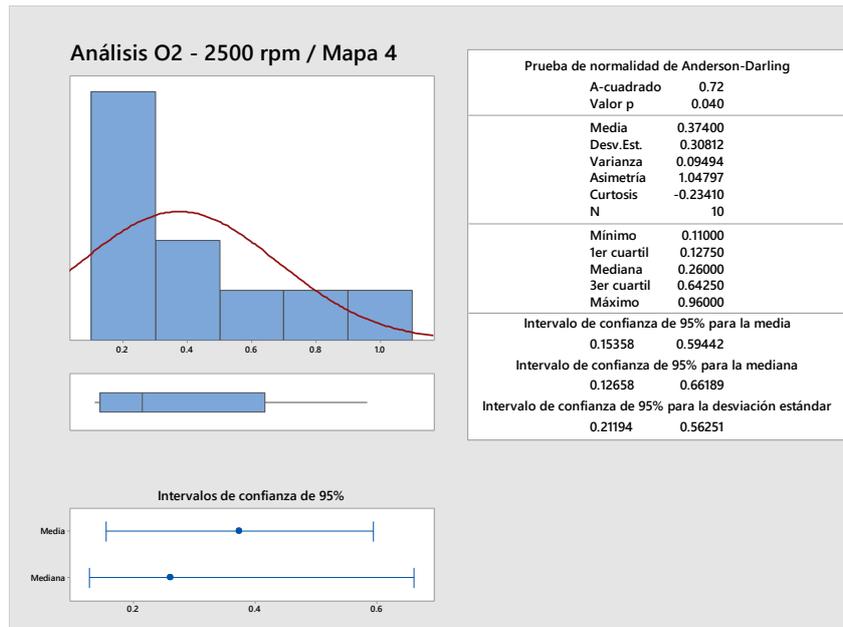
**Gráfico 11-3:** Análisis estadístico CO2 - Mapa 4 / 2500 r.p.m  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

En la Gráfico 12-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el HC en régimen de 2500 r.p.m. para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p menor de 0.005, siendo en este caso rechazada la hipótesis nula.



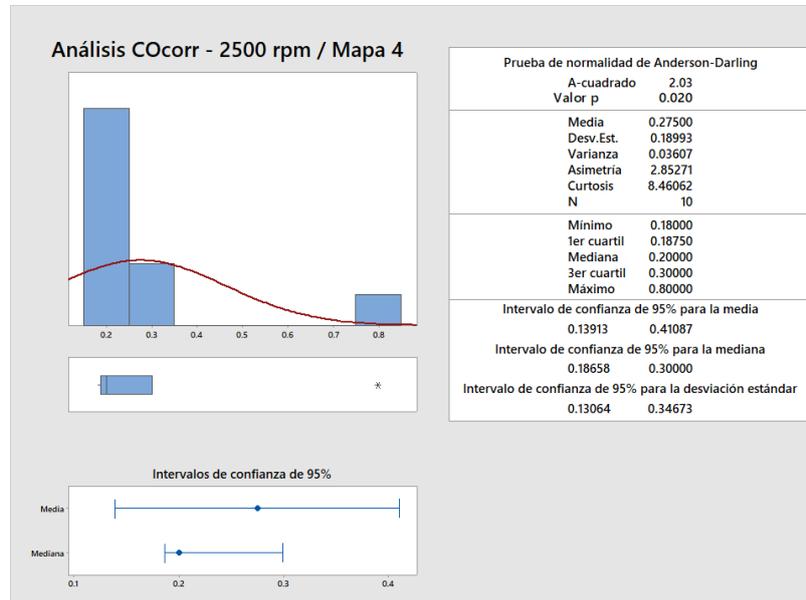
**Gráfico 12-3:** Análisis estadístico HC - Mapa 4 / 2500 r.p.m  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

En la Gráfico 13-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el O<sub>2</sub> en régimen de 2500 r.p.m. para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p de 0.04, siendo en este caso aceptada la hipótesis nula.



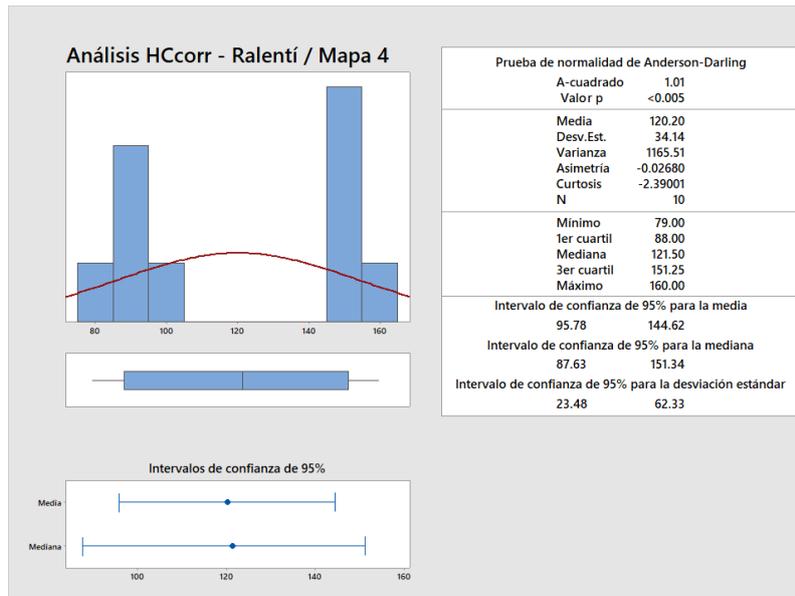
**Gráfico 13-3:** Análisis estadístico O2 - Mapa 4 / 2500 r.p.m  
**Realizado por:** Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

En la Gráfico 14-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el CO<sub>2</sub> en régimen de 2500 r.p.m. para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p de 0.04, siendo en este caso aceptada la hipótesis nula.



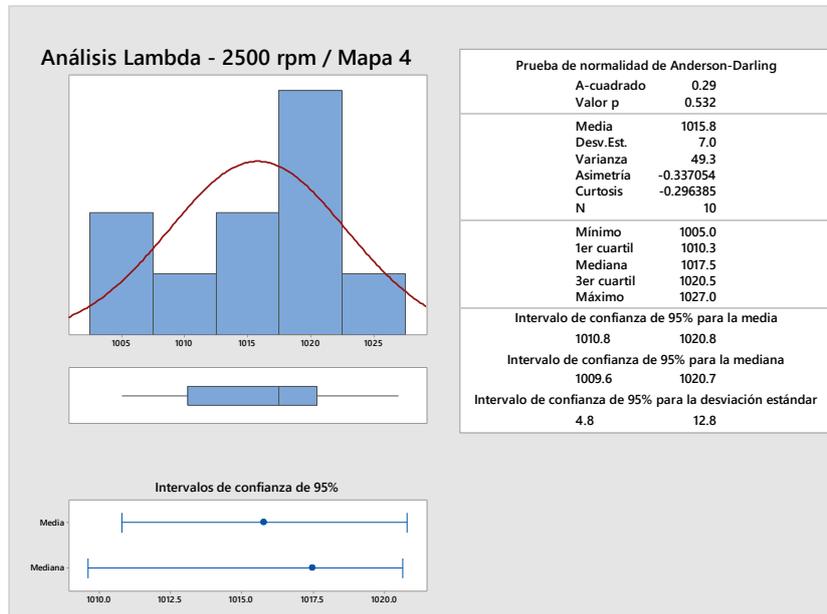
**Gráfico 14-3:** Análisis estadístico COcorr - Mapa 4 / 2500 r.p.m  
**Realizado por:** Gadway Cristian, Monar Carlos, 2021

En la Gráfico 15-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el HCcorr en régimen de 2500 r.p.m. para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p menor a 0.05, siendo en este caso rechazada la hipótesis nula.



**Gráfico 15-3:** Análisis estadístico HCcorr - Mapa 4 / 2500 r.p.m  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

En la Gráfico 16-3 se observa el resumen gráfico estadístico para la prueba de Hipótesis por medio del Valor p con un grado de confiabilidad del 95% para el HCcorr en régimen de 2500 r.p.m. para el mapa 4, el cual arrojó el resultado de elección de hipótesis un valor p de 0.53, siendo en este caso aceptada la hipótesis nula.



**Gráfico 16-3:** Análisis estadístico Lambda - Mapa 4 / 2500 r.p.m  
**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

En resumen, como se observa en la Tabla 6-3 todos los gases y el valor de Lambda disminuyen considerablemente para el estado de ralentí aceptándose así para estos la hipótesis nula, mientras que para el estado de funcionamiento de 2500 r.p.m del motor los gases que nos disminuyen son

el HC y HCcorr. Se ha de considerar que el NOx y el CO aunque estadísticamente se rechaza la hipótesis nula, no implica que no haya una disminución considerable, sino más bien que los mismos gases no presentaba desde un inicio una generación importante.

**Tabla 6-3:** Análisis de resultados de la hipótesis

Variable	Ralentí		2500 r.p.m.	
	Valor p	Ho	Valor p	Ho
CO (% vol)	<0.05	Rechazar	<0.005	Rechazar
CO2 (% vol)	0.022	Aceptar	0.0240	Aceptar
HC (ppm vol)	0.006	Aceptar	<0.005	Rechazar
O2 (% vol)	0.011	Aceptar	0.040	Aceptar
NOx (ppm.vol)	-	-	-	-
COcorr (% vol)	-	-	0.020	Aceptar
HCcorr (ppm.vol)	0.006	Aceptar	<0.005	Rechazar
Lambda	0.89	Aceptar	0.532	Aceptar

**Realizado por:** Gadvay Cristian, Monar Carlos, 2021

## CONCLUSIONES

- Se logró conocer y conceptualizar por medio de una revisión bibliográfica de diversas fuentes temas relacionados a mapas de programación de motores a gasolina, la emisión de gases contaminantes, así como el análisis de estos por medio de bancos dinamométricos, para efectuar la reprogramación de la memoria flash.
- Se determinó los gases contaminantes del vehículo antes de la modificación mediante la normativa NTE INEN 2203, utilizando un banco dinamométrico de un laboratorio de gases de emisión.
- Se realizó una evaluación técnica respecto al rendimiento de torque y potencia, del vehículo previo a la modificación de mapas de inyección, en un banco dinamométrico con obtención de tablas, de valores respecto al rpm de las pruebas.
- Se modificó los mapas de inyección, de la ECU mediante el uso de software RACE EVO y hardware automotriz, alterando el valor Lambda para Mapas de mezclas pobres, estequiométricas y ricas.
- Se determinó los gases contaminantes del vehículo después de la modificación mediante la normativa NTE INEN 2203 utilizando un banco dinamométrico de un laboratorio de gases de emisión.
- Se realizó una evaluación técnica respecto al rendimiento en los valores correspondientes torque y potencia del vehículo una vez realizada la modificación de mapas de inyección por medio de un banco dinamométrico, con la debida obtención de tablas de valores respecto al rpm de las pruebas.
- Se comprobó la mejoría de rendimiento respecto de torque y potencia, así como una disminución de generación de gases de emisión contaminante por medio de un análisis estadístico de los resultados obtenidos de las pruebas antes y después de la reprogramación.

## **RECOMENDACIONES**

- Considerar diversos tipos de software y hardware para reprogramación de los datos de la ECU para comparar valores obtenidos, logrando escoger aquel sistema que presente las mayores prestaciones y resultados.
- Realizar pruebas con diversos mapas programados para lograr la obtención de resultados detallados y precisos.
- Conjuguar el proceso de reprogramación con diversas pruebas de rediseño o trucajes de motor para alcanzar mejores resultados de disminución de gases de emisión contaminante y poder contrastarlos unos con otros.

## GLOSARIO

**TCM (Transmission control module):** Modulo electrónico encargado del control de los cambios en los vehículos de transmisión automática.

**Factor Lambda:** Es aquel factor que identifica la relación entre la proporción de combustible con la de aire que se produce en la mezcla de ambos previa a la combustión dentro del motor.

**Mezcla estequiométrica:** Es una proporción de la mezcla aire-combustible equivalente a 14.7 partes de aire respecto a una parte de combustible

**Race Evo:** Software que permite la reprogramación del mapeado de la ECU del vehículo.

**Emissiones contaminantes:** Son los residuos resultantes de la producción humana que afectan la atmosfera de la Tierra.

**ROM (Read-only memory):** Memoria en dispositivos electrónicos y ordenadores que permiten únicamente la lectura de datos.

**OBD (On board diagnostics):** Sistema que monitorea y diagnostica el estado de funcionamiento del vehículo.

**Válvula EGR (Exhaust Gas Recirculation):** Válvula que controla la recirculación de los gases de emisión del escape hacia el múltiple de admisión.

## BIBLIOGRAFÍA

**ARIAS, Byron, & SHINGON, Jhonny.** *Potenciación electrónica de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.6 tercera generación para optimizar el rendimiento del motor de combustión interna con el módulo K-TAG de lectura BDM.* (Tesis de Grado), Universidad de las Fuerzas Armadas, 2018.

**ALBARRAN, Luis.** «Blog Mecánicos: Sonda lambda de banda ancha». *Sonda Lambda de banda ancha*, 2019. [http://www.blogmecanicos.com/2019/05/sonda-lambda-de-banda-ancha\\_13.html](http://www.blogmecanicos.com/2019/05/sonda-lambda-de-banda-ancha_13.html).

**CASILLAS, Isaías.** *¿Qué es un banco de potencia? ¿Para qué sirve?* Elegancia 2.0, 21 de marzo de 2017. <https://eleganciadospuncocero.com/banco-potencia-sirve/>.

**CHIPTUNING.** *Dimsport Race Evo Software.* *Chiptuningshop | Chip Tuning Tools* (blog), 2021. <https://chiptuningshop.com/product/dimsport-race-evo-software/>.

**CRIJALVA, Pedro.** *Reprogramación de la Memoria EPROM del vehículo Chevrolet Corsa.* (Tesis de Grado), Universidad del Azuay, 2012.

**CSELETTRONICA.** *Lectura/escritura de ECUs en modo JTAG / BDM / BOOT.* *CS Electrónica Italia* (blog), 2021. <https://www.cselettronicaitalia.com/es/new-trasdata/>.

**DIAZ, María, & SOPA, Luis.** *Reprogramación electrónica del vehículo Corsa Evolution 1.4 para elevar los parámetros característicos del motor de combustión interna.* (Tesis de Grado), Universidad de las Fuerzas Armadas, 2013.

**DIMSPORT.** *New Trasdata*, 2021. <https://www.dimsport.it/es/reprogramacion-de-centralitas/new-trasdata-5/>.

**DIMSPORT.** *Race EVO Software*, 2021. <https://www.dimsport.it/es/reprogramacion-de-centralitas/race-evo-software-5-5-5-5-5-5/>.

**FLOYD, Thomas.** *Fundamentos De Sistemas Digitales.* Place of publication not identified: PEARSON PRENTICE-HALL, 2006.

**GARCIA, Gilbert.** «Reprogramación de la unidad central electrónica | Pruebaderuta.com». Pruebaderuta.com | Más que un blog de automóviles, 28 de diciembre de 2016. <https://www.pruebaderuta.com/reprogramacion-de-la-unidad-central-electronica.php>.

**GÓMEZ, José.** *¿Qué contamina más, un coche diésel o gasolina? Emisiones de NOx, CO2 y dispositivos anticontaminación.* article, 2020. <https://www.diariomotor.com/reportajes/diesel-gasolina-que-contamina-mas/>.

**HALDERMAN, James, & LINDER, Jim.** *Automotive fuel and emissions control systems.* 3rd ed. Professional technician. New Jersey: Prentice Hall, 2012.

**IDEAM.** *Emisiones Por Fuentes Moviles - Ideam.* Ideam, 2021. <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/emisiones-por-fuentes-moviles>.

**LADYVERD.** *Contaminación automóvil, no sólo el escape.* Ladyverd (blog), 20 de enero de 2015. <https://www.ladyverd.com/contaminacion-automovil-solo-el-escape/>.

**LOPEZ, Joseba, & Urroz, José.** *Estudio y modificación de la gestión electrónica del motor e implementación del sistema eléctrico del prototipo MotoStudent.* (Tesis de Grado), Universidad Pública de Navarra, 2014.

**MAFLA, Myriam, & Mayra ORTIZ.** *Metodología para certificar la calibración de analizadores de gases y opacímetros.* (Tesis de Grado), Escuela Politécnica Nacional, 2007.

**MEGANEBUY, Dani.** *Aficionados a la Mecánica: Sistema de emisión de gases del motor.* Aficionados a la Mecánica (blog), 1 de junio de 2015. <http://aficionadosalamecanica.blogspot.com/2015/06/sistema-de-emision-de-gases-del-motor.html>.

**NTE INEN 2 203.** *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o “ralentí”. Prueba estática,* 2000.

**NTE INEN 2 349.** *Revisión Técnica Vehicular. Procedimientos.,* 2003.

**PEREZ DARQUEA, Diego Gustavo.** *Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales.* *INNOVA Research Journal*, 7 de marzo de 2018, 23-34. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n3.2018.635>.

**SANCHEZ, Lenin, & ZÚÑIGA, Armando.** *Análisis de la contaminación de gases de vehículos tipo L1 y L3, mediante el muestreo de emisiones para la detención de niveles de contaminación en la ciudad de Loja.* (Tesis de Grado), Universidad Politécnica Salesiana, 2018.

**SEMARNAT.** *Compendio de estadísticas ambientales.* gob.mx, 2018. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio\\_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx\\_8080/ibi\\_apps/WFServlete5c8.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlete5c8.html).

**VINTIMILLA, Pedro.** *Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón Cuenca.* (Tesis de Grado), Universidad Politécnica Salesiana, 2015.

**YUMPU.** *Manual operativo TRASDATA.* yumpu.com, 2010. <https://www.yumpu.com/es/document/read/13349910/bdm-trasdata-dimsport/22>.

**ZAMBRANO, Oscar; RIVERA, Néstor; CHICA, & GARCIA.** *Estudio del comportamiento de un motor ciclo otto de inyección electrónica respecto de la estequiometría de la mezcla y del adelanto al encendido para la ciudad de cuenca.* *Revista Politécnica* 40, n.º 1 (31 de octubre de 2017): 59-67.

# ANEXOS

## ANEXO A: Ensayo de torque y potencia.

### Dynocom Run Info Report

Session Title: KIA - ESPOCH - TAXI  
 Run #: 2  
 12/23/20 8:43

MUNDO TUERCA

Phone: +593 2317026 - 099 597 4028  
 Fax:

CRISTIAN GADVAY 1

Address:

Phone:                      Other:

Email:

Vehicle: 2019 KIA Rio

## RESULTS

### Run General Information

Run Type: RO  
 RPM Pickup: Snapshot      RPM/Speed: 1.72  
 Description:

### Gas Analyzer Max Values      I/M Results

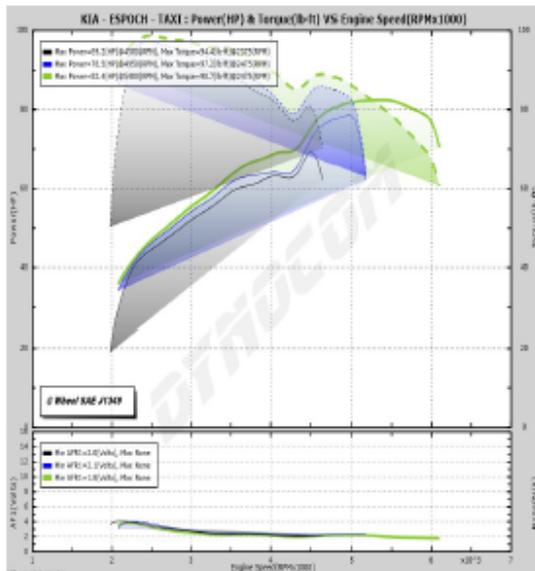
HC PPM:	0.00	Pass
CO %:	0.00	Pass
CO2 %:	0.00	Pass
O2 %:	0.00	Pass
NOx PPM:	0.00	Pass

### Run Atmospheric Data

Humidity: 40 %      Correction: 1.42  
 Pressure: 21.49 in-Hg  
 Temperature: 64.0 °F

### Run Power/Torque Results

Max Power:	78.5 HP	Ave Power:	60.2 HP
Max Torque:	97.2 ft-lbs	Ave Torque:	68.6 ft-lbs
RPM Averaging 0		RPM Averaging 10000	
Range Min:		Range Max:	



### Estimated Performance Computations

R.T.:	0.000		
60 ft E.T.:	2.41		
330 ft E.T.:	7.52		
1/8 E.T.:	11.94	1/8 MPH:	57.0
1000 ft E.T.:	15.75	1000 ft MPH:	65.5
1/4 E.T.:	18.95	1/4 MPH:	71.8
60 MPH E.T.:	13.23		
100 MPH E.T.:	36.75		
100 KPH E.T.:	14.19		
160 KPH E.T.:	36.33		
Speed E.T.:	0.00	Max Speed:	76.2
Start Speed:	0.0	End Speed:	0.0

ANEXO B: Reporte del dinamómetro

**Point Data Report**

**CRISTIAN GADVAY 1**

H: W: E:  
2019 KIA Rio

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 597 4028  
Fax:

**Run #2**

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	AF1	BOOST	Power Acc
1	0.03	30.55	2075	34.08	86.27	13.30	-5.66	34.08
2	0.09	30.92	2100	35.28	88.24	13.77	-4.11	35.28
3	0.16	31.28	2125	36.34	89.83	14.09	-3.07	36.34
4	0.22	31.65	2150	37.31	91.15	14.31	-2.37	37.31
5	0.27	32.02	2175	38.20	92.25	14.45	-1.90	38.20
6	0.33	32.39	2200	39.03	93.19	14.54	-1.58	39.03
7	0.39	32.76	2225	39.82	93.99	14.59	-1.36	39.82
8	0.44	33.12	2250	40.57	94.69	14.61	-1.22	40.57
9	0.50	33.49	2275	41.27	95.28	14.62	-1.12	41.27
10	0.55	33.86	2300	41.95	95.79	14.61	-1.05	41.95
11	0.61	34.23	2325	42.59	96.21	14.59	-1.00	42.59
12	0.66	34.60	2350	43.21	96.56	14.56	-0.97	43.21
13	0.72	34.97	2375	43.79	96.83	14.51	-0.96	43.79
14	0.77	35.33	2400	44.35	97.06	14.47	-0.93	44.35
15	0.82	35.70	2425	44.86	97.16	14.41	-0.93	44.86
16	0.88	36.07	2450	45.34	97.20	14.34	-0.93	45.34
17	0.93	36.44	2475	45.82	97.22	14.28	-0.93	45.82
18	0.98	36.81	2500	46.24	97.14	14.20	-0.93	46.24
19	1.04	37.17	2525	46.65	97.03	14.13	-0.93	46.65
20	1.09	37.54	2550	47.03	96.87	14.05	-0.93	47.03
21	1.15	37.91	2575	47.42	96.71	13.97	-0.93	47.42
22	1.20	38.28	2600	47.78	96.53	13.90	-0.93	47.78
23	1.25	38.65	2625	48.17	96.37	13.82	-0.93	48.17
24	1.31	39.01	2650	48.55	96.21	13.74	-0.93	48.55
25	1.36	39.38	2675	48.94	96.08	13.67	-0.93	48.94
26	1.42	39.75	2700	49.33	95.95	13.59	-0.93	49.33
27	1.47	40.12	2725	49.73	95.84	13.53	-0.93	49.73
28	1.52	40.49	2750	50.14	95.76	13.46	-0.93	50.14
29	1.58	40.85	2775	50.55	95.67	13.40	-0.93	50.55
30	1.63	41.22	2800	50.96	95.59	13.34	-0.93	50.96
31	1.69	41.59	2825	51.38	95.52	13.28	-0.93	51.38
32	1.74	41.96	2850	51.79	95.44	13.23	-0.93	51.79
33	1.80	42.33	2875	52.20	95.37	13.18	-0.93	52.20
34	1.85	42.69	2900	52.62	95.30	13.13	-0.93	52.62
35	1.91	43.06	2925	53.02	95.21	13.09	-0.93	53.02
36	1.96	43.43	2950	53.41	95.10	13.04	-0.93	53.41
37	2.02	43.80	2975	53.80	94.98	13.00	-0.93	53.80
38	2.07	44.17	3000	54.18	94.85	12.95	-0.93	54.18
39	2.13	44.53	3025	54.54	94.69	12.91	-0.93	54.54
40	2.18	44.90	3050	54.88	94.51	12.86	-0.93	54.88
41	2.24	45.27	3075	55.21	94.31	12.82	-0.93	55.21
42	2.29	45.64	3100	55.54	94.09	12.77	-0.93	55.54
43	2.35	46.01	3125	55.85	93.87	12.73	-0.93	55.85
44	2.40	46.37	3150	56.16	93.65	12.68	-0.93	56.16
45	2.46	46.74	3175	56.47	93.42	12.64	-0.93	56.47
46	2.51	47.11	3200	56.79	93.21	12.59	-0.93	56.79
47	2.57	47.48	3225	57.13	93.04	12.55	-0.93	57.13
48	2.63	47.85	3250	57.48	92.89	12.51	-0.93	57.48
49	2.68	48.22	3275	57.85	92.77	12.48	-0.93	57.85

## Point Data Report

**CRISTIAN GADVAY 1**

H: W: E:  
2019 KIA Rio

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 597 4028

Fax:

### Run #2

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	AF1	BOOST	Power Acce
50	2.74	48.58	3300	58.24	92.69	12.44	-0.93	58.24
51	2.79	48.95	3325	58.66	92.65	12.41	-0.93	58.66
52	2.85	49.32	3350	59.09	92.63	12.39	-0.93	59.09
53	2.91	49.69	3375	59.52	92.62	12.37	-0.93	59.52
54	2.96	50.06	3400	59.96	92.62	12.35	-0.93	59.96
55	3.02	50.42	3425	60.39	92.60	12.34	-0.93	60.39
56	3.08	50.79	3450	60.80	92.56	12.33	-0.93	60.80
57	3.13	51.16	3475	61.19	92.49	12.33	-0.93	61.19
58	3.19	51.53	3500	61.55	92.36	12.33	-0.93	61.55
59	3.24	51.90	3525	61.87	92.18	12.33	-0.93	61.87
60	3.30	52.26	3550	62.14	91.94	12.33	-0.93	62.14
61	3.36	52.63	3575	62.38	91.65	12.34	-0.93	62.38
62	3.41	53.00	3600	62.59	91.31	12.34	-0.93	62.59
63	3.47	53.37	3625	62.76	90.93	12.35	-0.93	62.76
64	3.53	53.74	3650	62.90	90.51	12.35	-0.93	62.90
65	3.59	54.10	3675	63.01	90.06	12.35	-0.93	63.01
66	3.65	54.47	3700	63.11	89.59	12.36	-0.93	63.11
67	3.70	54.84	3725	63.20	89.11	12.35	-0.93	63.20
68	3.76	55.21	3750	63.28	88.63	12.35	-0.93	63.28
69	3.82	55.58	3775	63.37	88.16	12.35	-0.93	63.37
70	3.88	55.94	3800	63.45	87.69	12.34	-0.93	63.45
71	3.94	56.31	3825	63.54	87.25	12.33	-0.93	63.54
72	4.00	56.68	3850	63.63	86.80	12.31	-0.93	63.63
73	4.06	57.05	3875	63.73	86.38	12.30	-0.93	63.73
74	4.12	57.42	3900	63.82	85.95	12.28	-0.93	63.82
75	4.18	57.78	3925	63.92	85.53	12.26	-0.93	63.92
76	4.24	58.15	3950	64.01	85.10	12.23	-0.93	64.01
77	4.30	58.52	3975	64.09	84.69	12.21	-0.93	64.09
78	4.36	58.89	4000	64.15	84.23	12.18	-0.93	64.15
79	4.43	59.26	4025	64.20	83.77	12.16	-0.93	64.20
80	4.49	59.62	4050	64.20	83.25	12.13	-0.93	64.20
81	4.55	59.99	4075	64.18	82.72	12.10	-0.93	64.18
82	4.61	60.36	4100	64.13	82.15	12.07	-0.93	64.13
83	4.68	60.73	4125	64.04	81.54	12.04	-0.93	64.04
84	4.74	61.10	4150	63.94	80.93	12.02	-0.93	63.94
85	4.81	61.47	4175	63.87	80.34	11.99	-0.93	63.87
86	4.87	61.83	4200	63.82	79.81	11.96	-0.93	63.82
87	4.94	62.20	4225	63.86	79.38	11.94	-0.93	63.86
88	5.00	62.57	4250	64.00	79.09	11.92	-0.93	64.00
89	5.07	62.94	4275	64.29	78.99	11.90	-0.93	64.29
90	5.13	63.31	4300	64.74	79.08	11.89	-0.93	64.74
91	5.20	63.67	4325	65.37	79.39	11.88	-0.93	65.37
92	5.26	64.04	4350	66.17	79.89	11.88	-0.93	66.17
93	5.33	64.41	4375	67.10	80.55	11.88	-0.93	67.10
94	5.39	64.78	4400	68.13	81.32	11.89	-0.93	68.13
95	5.46	65.15	4425	69.20	82.13	11.91	-0.93	69.20
96	5.52	65.51	4450	70.28	82.95	11.93	-0.93	70.28
97	5.58	65.88	4475	71.31	83.69	11.96	-0.93	71.31
98	5.65	66.25	4500	72.27	84.35	11.99	-0.93	72.27

## Point Data Report

CRISTIAN GADVAY 1

H: W: E:  
2019 KIA Rio

MUNDO TUERCA

Mecánica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +503 2317026 - 099 597 4028

Fax:

### Run #2

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	AF1	BOOST	Power Acce
99	5.71	66.62	4525	73.13	84.88	12.02	-0.93	73.13
100	5.77	66.99	4550	73.90	85.30	12.05	-0.93	73.90
101	5.83	67.35	4575	74.55	85.59	12.07	-0.93	74.55
102	5.89	67.72	4600	75.11	85.76	12.10	-0.93	75.11
103	5.95	68.09	4625	75.59	85.83	12.12	-0.93	75.59
104	6.01	68.46	4650	75.99	85.83	12.13	-0.93	75.99
105	6.07	68.83	4675	76.35	85.77	12.15	-0.93	76.35
106	6.13	69.19	4700	76.65	85.65	12.16	-0.93	76.65
107	6.19	69.56	4725	76.93	85.51	12.17	-0.93	76.93
108	6.26	69.93	4750	77.17	85.33	12.18	-0.93	77.17
109	6.32	70.30	4775	77.40	85.14	12.19	-0.93	77.40
110	6.38	70.67	4800	77.61	84.93	12.20	-0.93	77.61
111	6.44	71.03	4825	77.80	84.69	12.21	-0.93	77.80
112	6.50	71.40	4850	77.98	84.45	12.22	-0.93	77.98
113	6.56	71.77	4875	78.15	84.20	12.23	-0.93	78.15
114	6.63	72.14	4900	78.29	83.92	12.24	-0.93	78.29
115	6.69	72.51	4925	78.42	83.62	12.25	-0.93	78.42
116	6.75	72.87	4950	78.51	83.30	12.26	-0.93	78.51
117	6.81	73.24	4975	78.50	82.87	12.27	-0.93	78.50
118	6.88	73.61	5000	78.26	82.21	12.27	-0.93	78.26
119	6.94	73.98	5025	77.61	81.12	12.27	-0.93	77.61
120	7.01	74.35	5050	76.25	79.30	12.27	-0.93	76.25
121	7.07	74.72	5075	74.61	77.21	12.27	-0.93	74.61
122	7.14	75.08	5100	72.49	74.65	12.26	-0.93	72.49
123	7.21	75.45	5125	69.79	71.52	12.25	-0.93	69.79
124	7.29	75.82	5150	66.40	67.72	12.23	-0.93	66.40
125	7.37	76.19	5175	62.11	63.03	12.21	-0.93	62.11

## ANEXO C: Interfaz del software DIMSPORT



**ANEXO D:** Tabla de valores de gases de escape a 2500 rpm

<b>Report test libre gases de escape</b>					
		Fecha del Test 21/01/2021			
		Hora del test 18:20			
Centro de Test					
TALLERES ALVAREZ					
Mecánica Automotriz - Enderezada y Pintura					
Dirección: Cordovez entre diego de almagro y morona					
Teléfono: 0987723692					
Correo: djalvarez@live.com.ar					
RIOBAMBA - ECUADOR					
Número Stazione Test				MATRIZ	
Detalles del vehículo					
Matricula		HBC8873			
VIN		3KPA1AAKE133538			
Fabricante		KIA			
Modelo		RIO			
Fecha matriculación		21/01/2021			
Combustible		Gasolina			
Resultado medición					
		Valor leído	Unidad		
Régimen motor		----	l/min		
Temperatura motor		----	°C		
CO		0,27	% vol.		
CO2		14,9	% vol.		
HC		63	ppm vol.		
O2		0,44	% vol.		
NOx		0	ppm vol.		
COcorr		0,3	% vol.		
HCcorr		63	ppm vol.		
Lambda		1,010			
Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBKT003668	DE07M010PTB002	15/07/2020	
Testado por				Firma	
CRISTIAN GADVAY					