

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

“POTENCIACIÓN ELECTRÓNICA DE LA ECU DEL VEHÍCULO HYUNDAI ACCENT 1.6 TERCERA GENERACIÓN PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA CON EL MODULO K-TAG DE LECTURA BDM”

Autores: Byron Arias

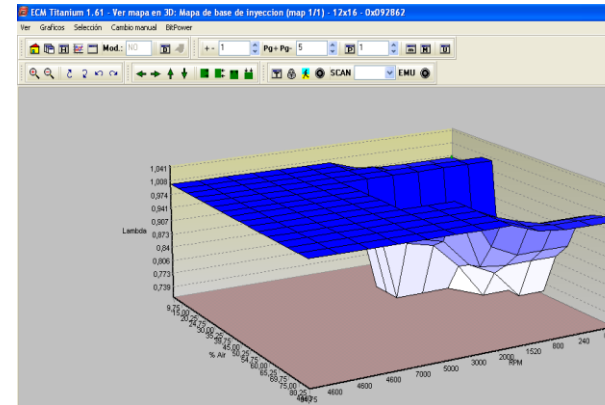
Johnny Shingón

Director: Ing. Germán Erazo



ANTECEDENTES

Los fabricantes de vehículos limitan el rendimiento de sus motores debido a la geografía de cada país, las normas de contaminación, la calidad de los combustibles, entre otros. Esto no quiere decir que tengan bajo rendimiento, sino que disponen de lo necesario para su correcto funcionamiento.



Se han ido diseñando y desarrollando tanto software y hardware para posibilitar la reprogramación y potenciación electrónica del motor de combustión interna sin necesidad de acudir a modificaciones mecánicas

OBJETIVO GENERAL

Realizar la 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

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar en bases digitales fiable acerca de la potenciación electrónica de ECUs.
- Seleccionar el software y hardware que permitan la lectura, mapeo y reprogramación de la ECU del motor Hyundai Accent 1.6.
- Determinar las características y el funcionamiento del módulo K-TAG para extraer los datos de la ECU contenidos en las memorias micro, flash y EEprom.
- Seleccionar el archivo que contiene los mapas potenciales para reprogramar por medio del software ECM TITANIUM para posteriormente ser escrito en la memoria de la ECU.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efectuar pruebas de consumo de combustible y análisis de gases del vehículo con la ECU potenciada electrónicamente y realizar un monitoreo de la misma mediante escáner.
- Realizar pruebas en el dinamómetro para obtener las curvas de torque y potencia con la ECU en sus valores estándar y modificados.
- Analizar los datos adquiridos para determinar las variaciones existentes entre las reprogramaciones y la ECU original del vehículo Hyundai Accent 1.6 de tercera generación.

METAS

- Obtener los mapas con los valores estándar de la ECU correspondientes al sistema de inyección, avance de encendido y control de aire para realizar la modificación de los mismos
- Ejecutar un proceso de potenciación mediante el uso de hardware y software que permita realizar la lectura, mapeo y reprogramación de la ECU con la finalidad de aumentar la potencia del motor entre un 5% a 15% y optimizar el proceso de combustión.

Métodos de reprogramación

Según la necesidad y utilidad que ofrece reprogramar una ECU, existen tres métodos de reprogramación:

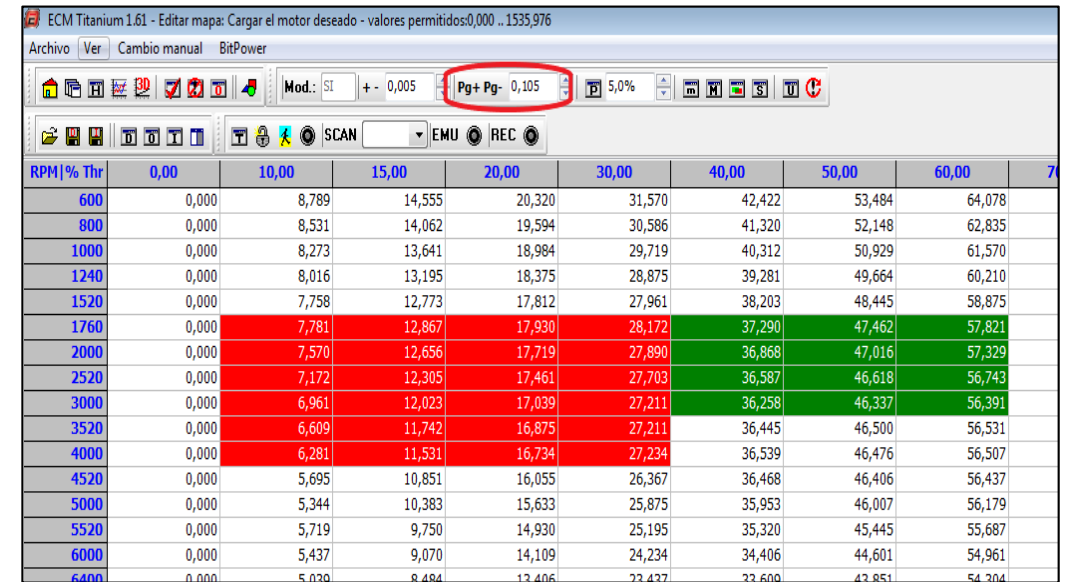
- Flash: el módulo es programado en fábrica.
- ECU programable: su comportamiento no está prefijado y los parámetros son configurados por el usuario.
- ECU estándar: se efectúa en la centralita original del automóvil.



Reprogramación ECU estándar

El proceso de reprogramación consta de los siguientes pasos:

- Lectura del archivo de la ECU.
- Modificación de mapas.
- Escritura del archivo modificado en la ECU



RPM % Thr	0,00	10,00	15,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00
600	0,000	8,789	14,555	20,320	31,570	42,422	53,484	64,078	
800	0,000	8,531	14,062	19,594	30,586	41,320	52,148	62,835	
1000	0,000	8,273	13,641	18,984	29,719	40,312	50,929	61,570	
1240	0,000	8,016	13,195	18,375	28,875	39,281	49,664	60,210	
1520	0,000	7,758	12,773	17,812	27,961	38,203	48,445	58,875	
1760	0,000	7,781	12,867	17,930	28,172	37,290	47,462	57,821	
2000	0,000	7,570	12,656	17,719	27,890	36,868	47,016	57,329	
2520	0,000	7,172	12,305	17,461	27,703	36,587	46,618	56,743	
3000	0,000	6,961	12,023	17,039	27,211	36,258	46,337	56,391	
3520	0,000	6,609	11,742	16,875	27,211	36,445	46,500	56,531	
4000	0,000	6,281	11,531	16,734	27,234	36,539	46,476	56,507	
4520	0,000	5,695	10,851	16,055	26,367	36,468	46,406	56,437	
5000	0,000	5,344	10,383	15,633	25,875	35,953	46,007	56,179	
5520	0,000	5,719	9,750	14,930	25,195	35,320	45,445	55,687	
6000	0,000	5,437	9,070	14,109	24,234	34,406	44,601	54,961	
6400	0,000	5,030	8,484	13,406	23,437	33,600	43,851	54,204	

Lectura del archivo de la ECU

No todas las memorias pueden ser leídas de la misma manera ya que presentan los siguientes casos:

- Desoldar la memoria
- Desmontar la memoria
- Lectura por el conector de diagnosis
- Lectura mediante el puerto BDM



Modificación de mapas

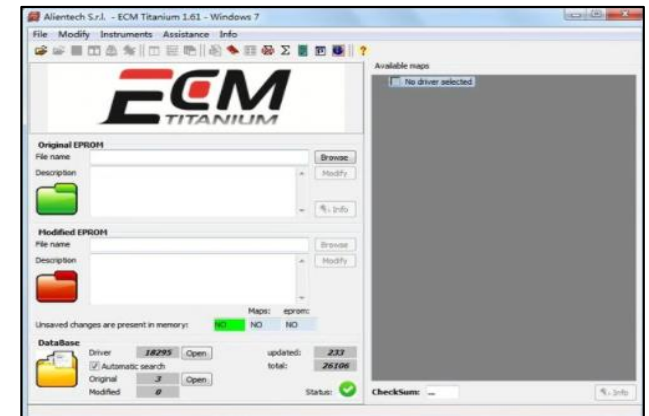
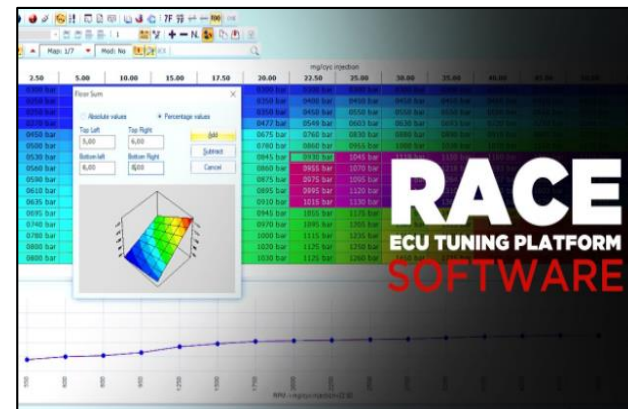
Existen varios tipos de software donde lo más utilizados son:

ECM2001

WINOLS

ECM TITANIUM

RACE EVO.



Escritura del archivo modificado en la ECU

Para esto se procede de acuerdo como se realizó la lectura de la Unidad de control electrónico.



Parámetros mapeados

- Ignición: Define cuando la bujía debe disparar la chispa en el cilindro
- Alimentación de combustible: Aporte de combustible cuando el acelerador es presionado.
- Carga del motor: Hace referencia al caudal másico de aire que ingresa al motor.





REPROGRAMACIÓN DE LA ECU M7.9.8 A TRAVÉS DE HARDWARE Y SOFTWARE ESPECIALIZADO



Módulo K-TAG

Es una herramienta enfocada a la electrónica automotriz que se utiliza para leer y escribir la ECU del automóvil.



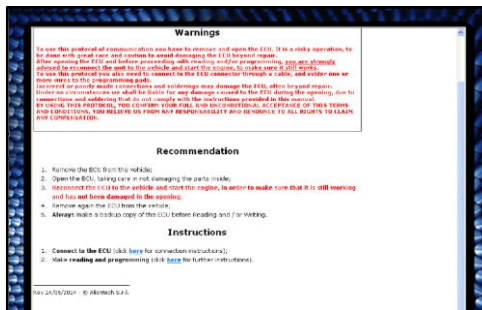
Lectura de la ECU



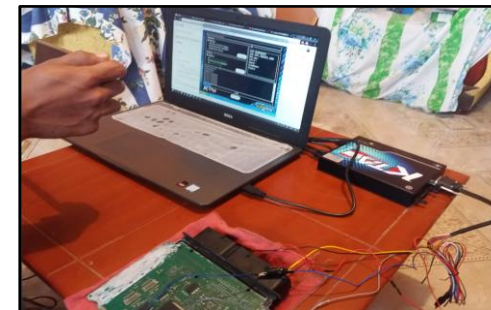
Desmontar de la tapa de la centralita



Enlazar del módulo K-TAG con la computadora mediante el cable USB

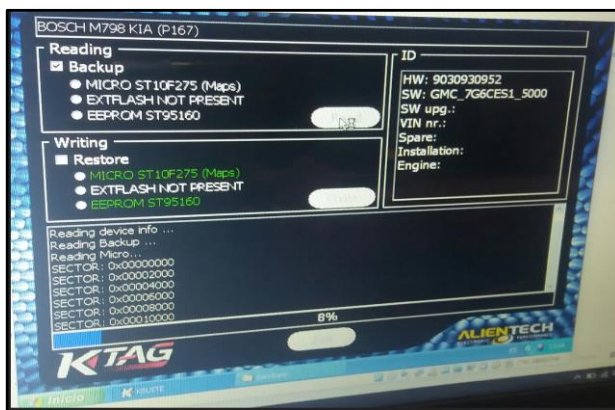


Descripción de conexión del módulo K-TAG con la ECU

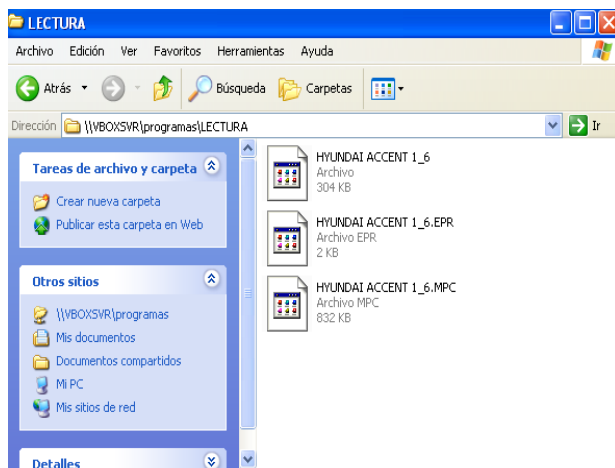


Lectura y respaldo de los archivos de la misma

Lectura de la ECU



El módulo identifica el número el software y hardware, al iniciar lectura.

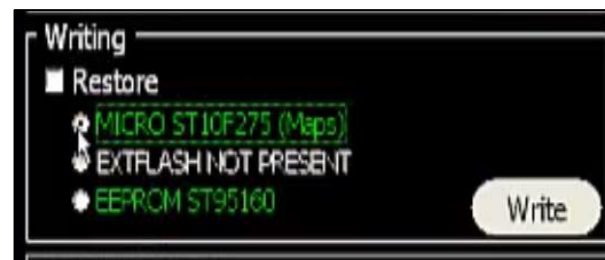


Guardado de los archivos extraídos

Reescritura del archivo modificado



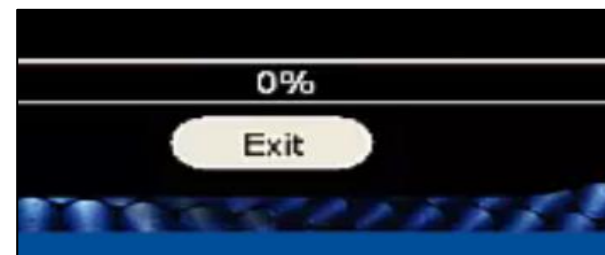
Nueva lectura para comprobar que la conexión entre la ECU



Seleccionar MICRO para reescritura solo de este archivo.



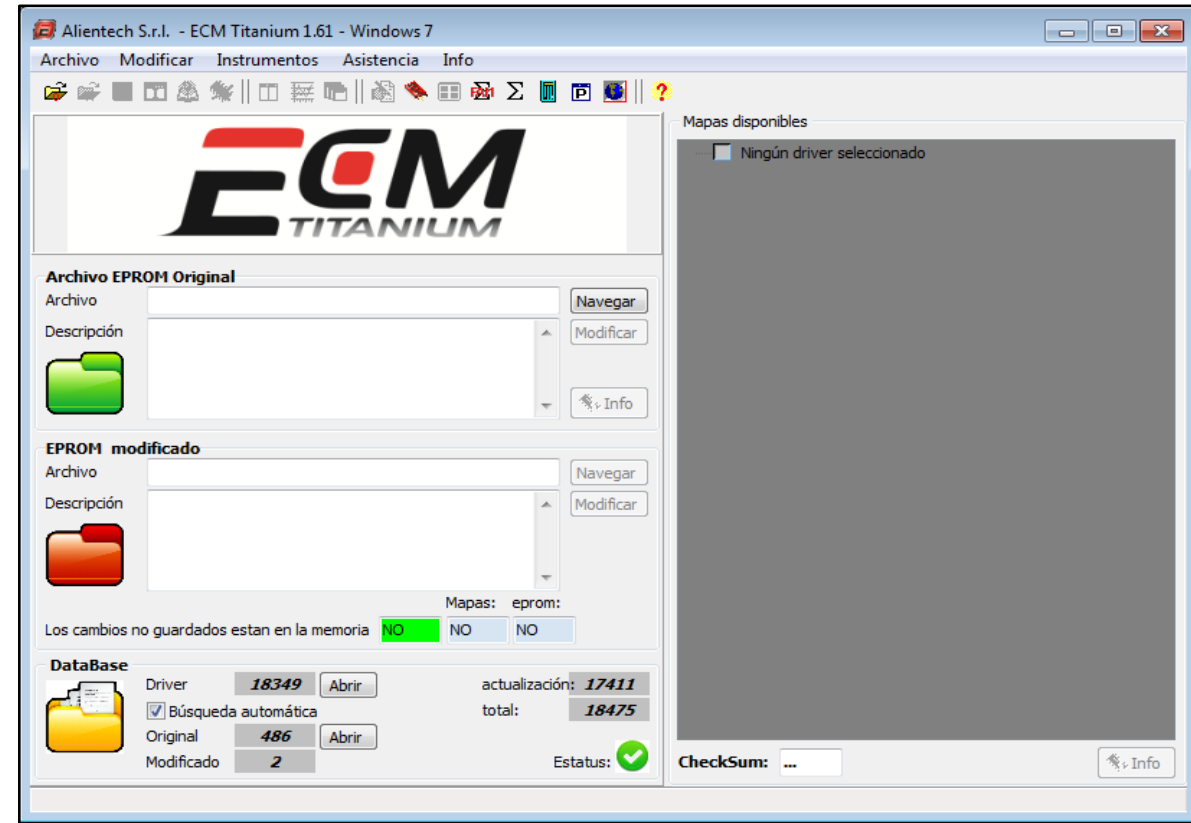
Reescritura del archivo modificado



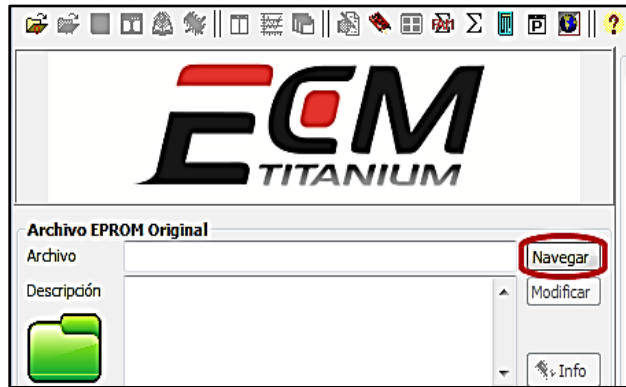
Finalizado el proceso, se cierra todas las ventanas

ECM TITANIUM

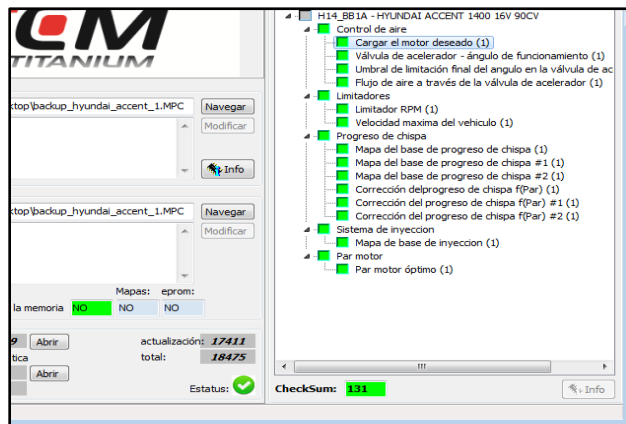
Software desarrollado por Alientech el cual permite la visualización y modificación de los mapas



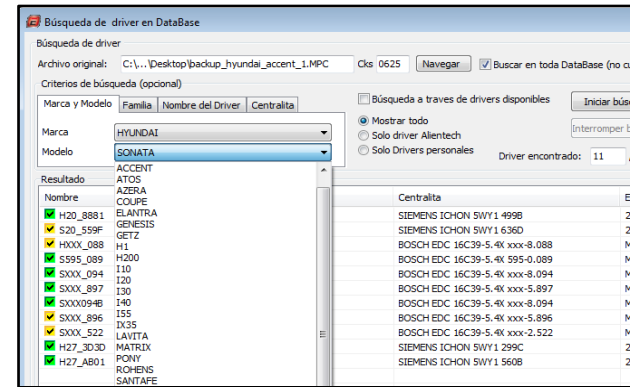
Selección del archivo original



Selección del archivo que contiene los mapas.

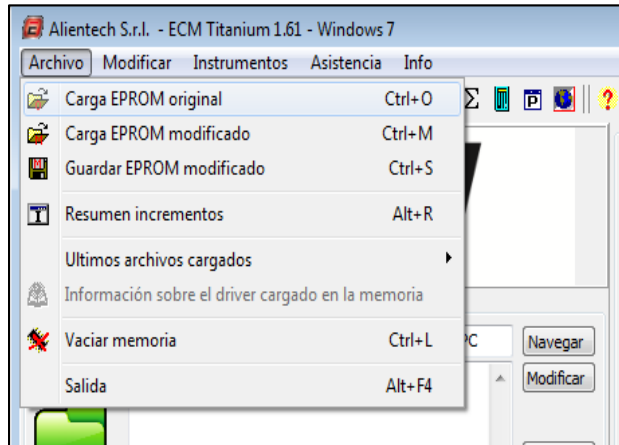


Visualización de los mapas y del CheckSum

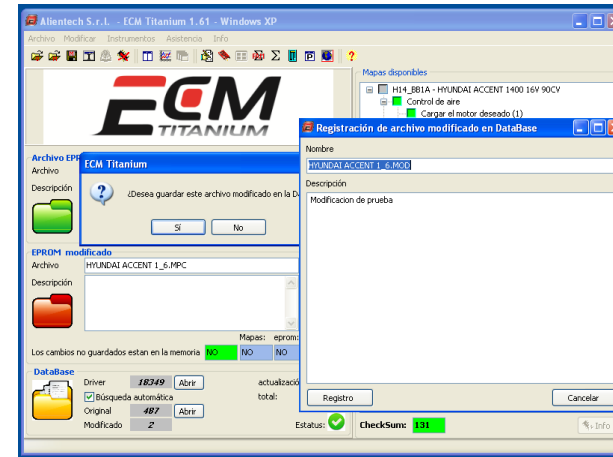


Búsqueda manual del driver.

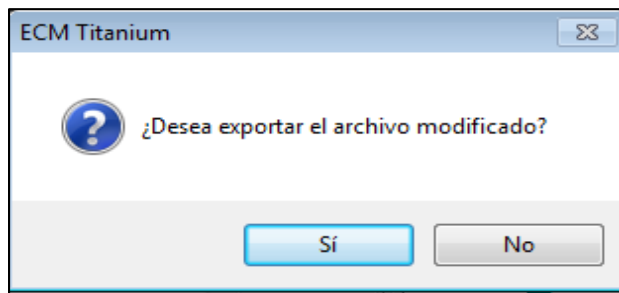
Guardado del archivo modificado



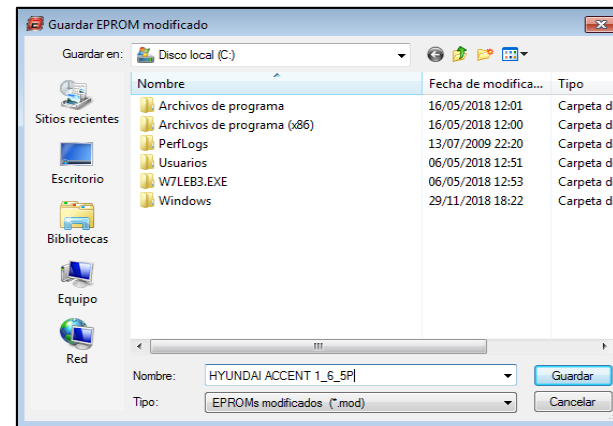
Seleccionar
“guardar EPROM
modificado”



Grabar el
archivo en la
base de datos
(opcional)



Exportación
del archivo



Guardar el
archivo con la
extensión
.MOD

Métodos de modificación

ECM Titanium 1.61 - Editar mapa: Cargar el motor deseado - valores permitidos:0,000 .. 1535,976

Archivo Ver Cambio manual BitPower

Mod.: SI +- 0,001 Pg+ Pg- 0,005 **P 5,0%**

RPM % Thr	0,00	10,00	15,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00
600	0,000	8,789	14,555	20,320	31,570	42,422	53,484	64
800	0,000	8,531	14,062	19,594	30,586	41,320	52,148	62
1000	0,000	8,273	13,641	18,984	29,719	40,312	50,929	61
1240	0,000	8,016	13,195	18,375	28,875	39,281	49,664	60
1520	0,000	7,758	12,773	17,812	27,961	38,203	48,445	58
1760	0,000	7,781	12,867	17,930	28,172	37,500	47,672	58
2000	0,000	7,570	12,656	17,719	27,890	37,078	47,226	57
2520	0,000	7,172	12,305	17,461	27,703	36,797	46,828	56
3000	0,000	6,961	12,023	17,039	27,211	36,468	46,547	56
3520	0,000	6,609	11,742	16,875	27,211	36,445	46,500	56
4000	0,000	6,281	11,531	16,734	27,234	36,539	46,476	56
4520	0,000	5,695	10,851	16,055	26,367	36,468	46,406	56

Modificación Porcentual

ECM Titanium 1.61 - Editar mapa: Cargar el motor deseado - valores permitidos:0,000 .. 1535,976

Archivo Ver Cambio manual BitPower

Mod.: SI +- 0,005 Pg+ Pg- 0,105 **P 5,0%**

RPM % Thr	0,00	10,00	15,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00
600	0,000	8,789	14,555	20,320	31,570	42,422	53,484	64,078	74,2
800	0,000	8,531	14,062	19,594	30,586	41,320	52,148	62,835	73,2
1000	0,000	8,273	13,641	18,984	29,719	40,312	50,929	61,570	72,1
1240	0,000	8,016	13,195	18,375	28,875	39,281	49,664	60,210	70,8
1520	0,000	7,758	12,773	17,812	27,961	38,203	48,445	58,875	69,5
1760	0,000	7,781	12,867	17,930	28,172	37,500	47,672	57,821	68,6
2000	0,000	7,570	12,656	17,719	27,890	36,868	47,016	57,329	68,0
2520	0,000	7,172	12,305	17,461	27,703	36,587	46,618	56,743	67,2
3000	0,000	6,961	12,023	17,039	27,211	36,258	46,337	56,391	66,8
3520	0,000	6,609	11,742	16,875	27,211	36,445	46,500	56,531	66,6
4000	0,000	6,281	11,531	16,734	27,234	36,539	46,476	56,507	66,5
4520	0,000	5,695	10,851	16,055	26,367	36,468	46,406	56,437	66,5
5000	0,000	5,344	10,383	15,633	25,875	35,953	46,007	56,179	66,4

Modificación en valor absoluto

Métodos de modificación

ECM Titanium 1.61 - Editar mapa: Cargar el motor deseado - valores permitidos:0,000 .. 1535,976

Mod.: NO +/- 0,001 Pg+ Pg- 0,005 15,0%

Interpolación

Parámetros

- Lineal (superficie plana)
 - alto-izquierda / bajo-derecha
 - alto-derecha / bajo-izquierda
- Superficie curvada
 - por filas
 - por columnas

Calculo incremento

- Absoluto
- Porcentaje

Incrementos

RPM	% Thr	10,00	20,00
800		NAN	0
2000		0	NAN

Modificación por interpolación

ECM Titanium 1.61 - Editar mapa: Mapa de base de inyeccion - valores permitidos:0,000 .. 2,000

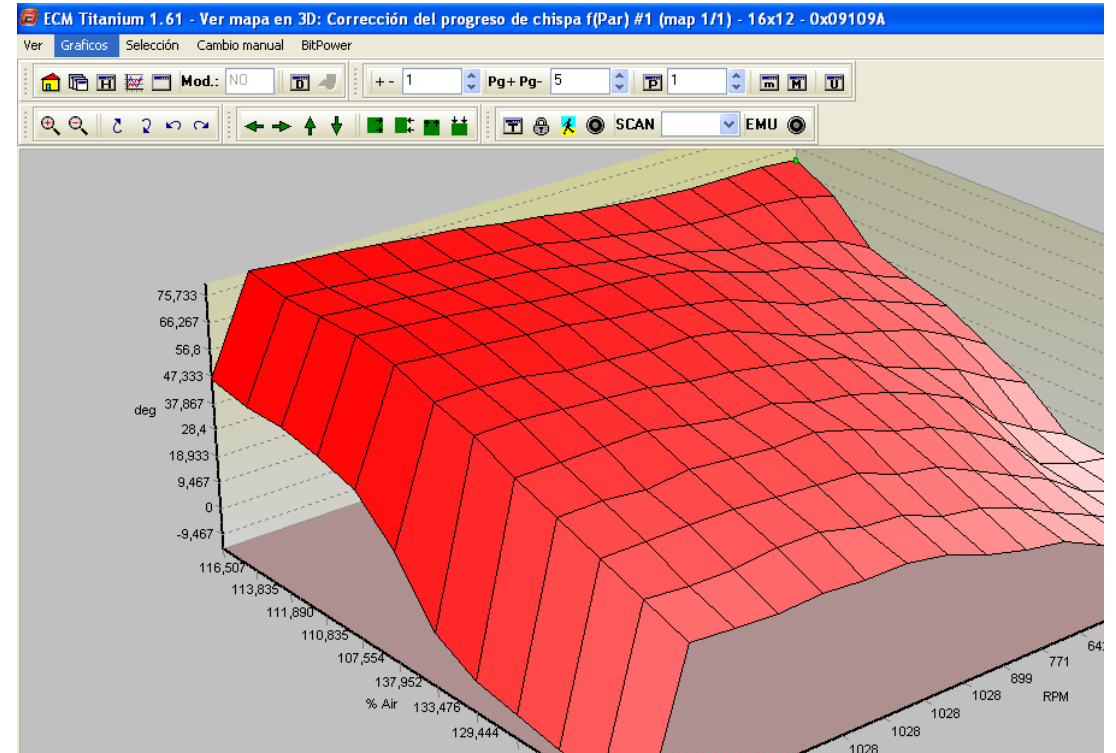
Mod.: NO +/- 0,001 Pg+ Pg- 0,005 5,0%

RPM % Air	9,75	15,00	20,25	24,75	30,00	35,25
0	0,969	0,969	0,977	1,000	1,000	0,711
240	0,969	0,969	0,977	1,000	1,000	0,711
800	0,969	0,969	0,977	1,000	1,000	0,711
1520	0,969	0,969	0,977	1,000	1,000	0,734
2000	0,977	0,977	1,000	1,000	1,000	0,734
3000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4600	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4600	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4600	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4600	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

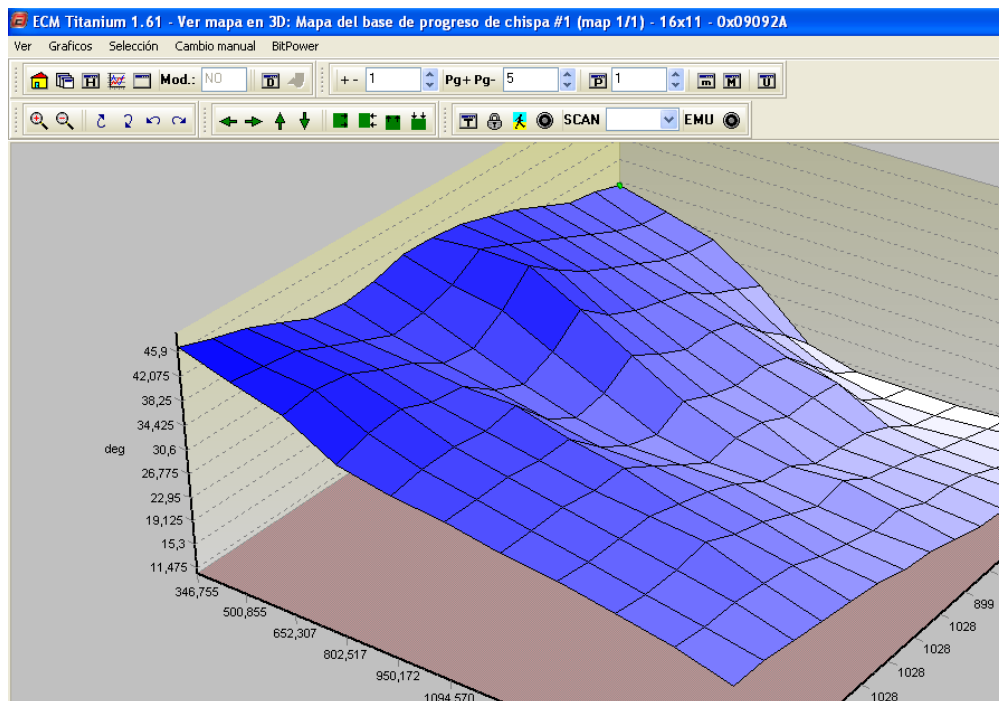
Modificación mediante editar valor

Reprogramación de la ECU

En las reprogramaciones realizadas se optó por los mapas que están relacionados con los parámetros de aire, chispa y combustible ya que estos influyen en la potenciación electrónica.

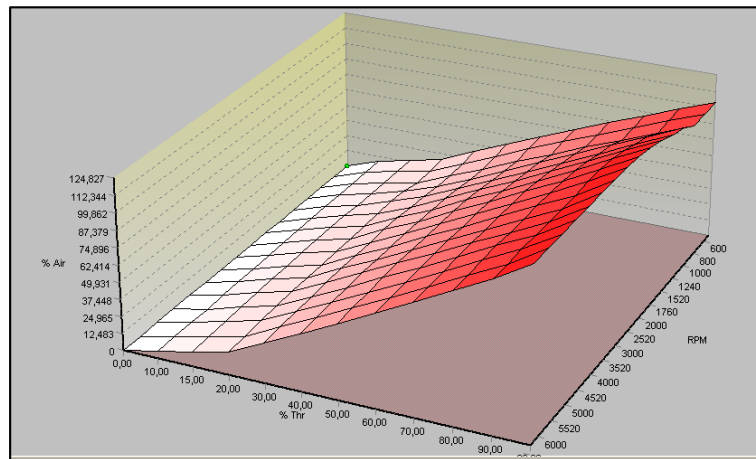
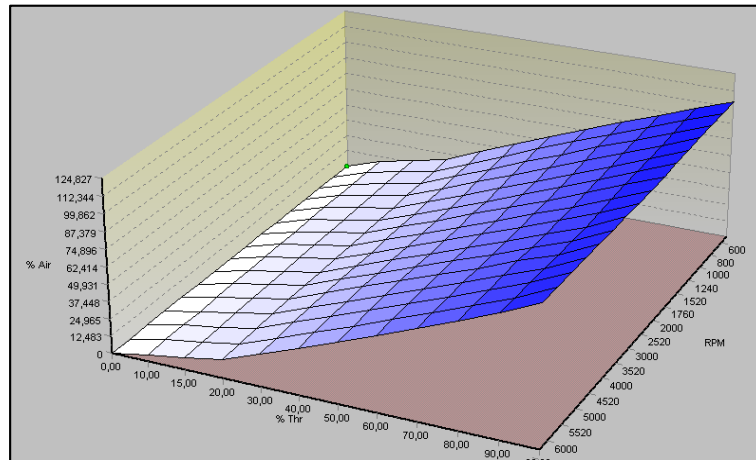


Primera reprogramación



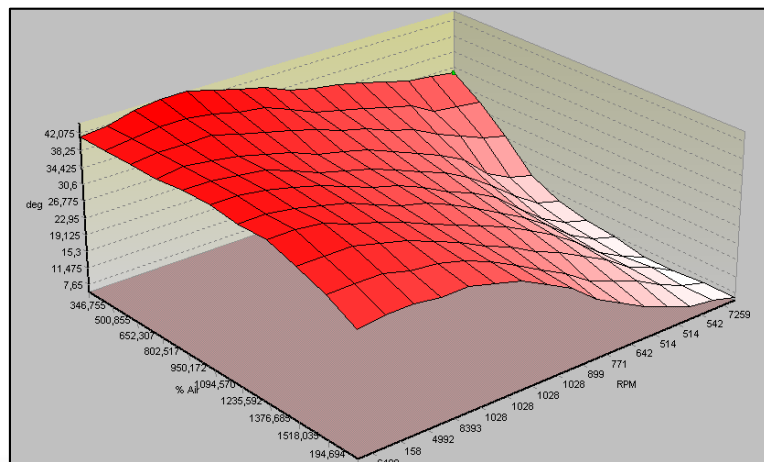
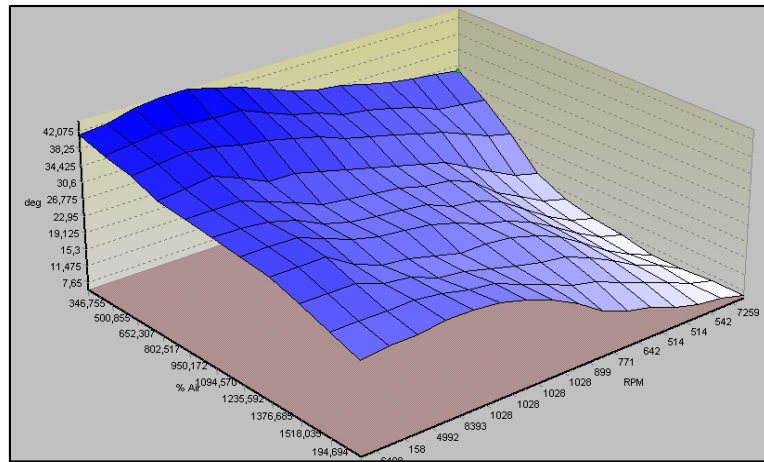
Se enfocó en incrementar los valores en forma progresiva desde un 5% hasta llegar a un aproximado del 25% en todos los mapas potenciales en un rango desde las 1200 RPM y del 10% de carga del acelerador para posteriormente tonificar los mapas en 3D con la finalidad de reducir irregularidades en su forma

MAPA DE CARGA DE AIRE



RPM\% Thr	0,00	10,00	15,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	99,90
600	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
800	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1240	0,0	2,6	8,2	18,2	5,0	5,0	5,0	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
1520	0,0	2,4	8,1	26,7	12,5	12,5	12,5	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
1760	0,0	2,5	19,5	26,7	18,0	18,0	18,0	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
2000	0,0	2,5	25,0	25,0	25,3	20,4	22,8	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4
2520	0,0	2,3	25,1	25,0	25,2	22,8	23,8	23,8	23,8	23,7	23,8	23,8
3000	0,0	2,4	25,1	25,1	25,3	24,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
3520	0,0	2,5	25,1	25,0	25,3	24,1	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
4000	0,0	2,7	25,1	24,9	25,2	24,1	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
4520	0,0	2,5	25,1	25,0	25,3	24,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
5000	0,0	2,6	25,1	25,0	25,3	24,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
5520	0,0	2,5	25,0	25,0	25,3	24,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
6000	0,0	2,6	25,1	25,1	25,2	24,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
6400	0,0	2,3	25,1	25,0	25,3	24,0	25,0	24,9	24,9	24,9	25,0	24,9

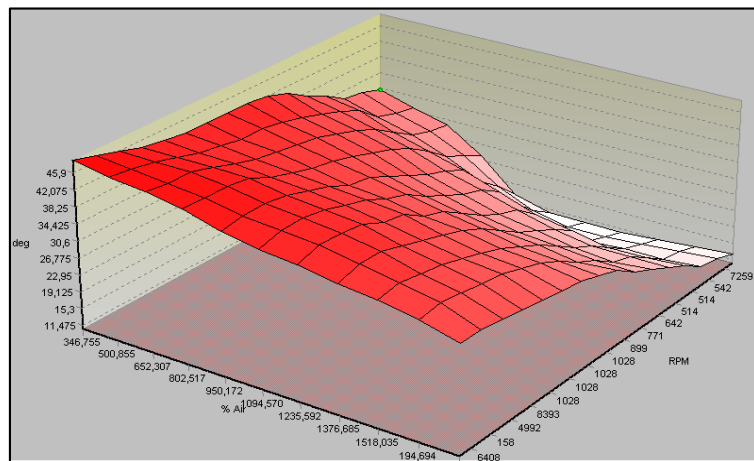
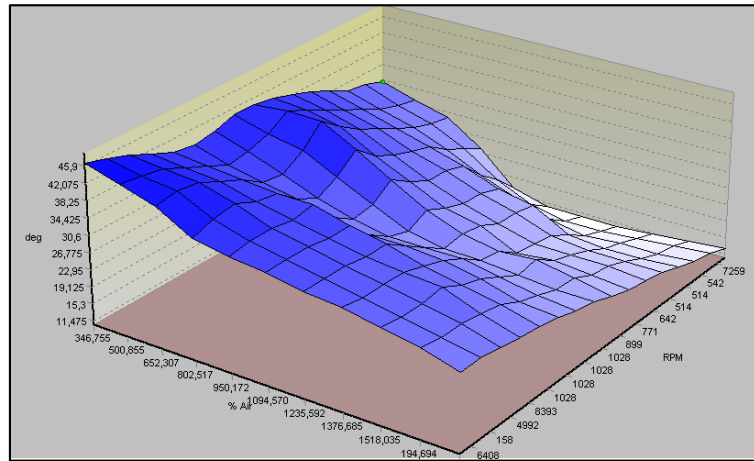
MAPAS DE AVANCE DE ENCENDIDO



RPM % Air	346,755	500,855	652,307	802,517	950,172	1094,570	1235,592	1376,685	1518,035	194,694	272,435
7259	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
542	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
514	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
514	2,4	2,6	0,0	11,1	13,0	4,5	4,8	5,0	5,3	5,9	7,1
642	2,3	2,5	5,6	9,7	6,9	7,4	8,0	4,0	4,3	5,0	5,9
771	2,2	2,4	5,3	12,1	9,4	10,0	10,7	7,1	7,7	4,3	15,8
899	2,1	4,7	7,5	14,3	15,2	16,1	16,7	13,3	14,8	16,0	18,2
1028	2,0	2,2	7,1	16,2	17,1	17,6	18,2	19,4	20,7	17,9	18,5
1028	1,9	4,2	6,7	15,4	22,2	22,9	20,0	29,0	22,6	19,4	16,1
1028	0,0	3,9	6,4	14,6	24,3	25,0	22,2	30,3	27,3	20,6	17,6
1028	0,0	0,0	6,1	16,3	26,3	29,7	27,0	31,4	32,4	25,7	16,7
8393	0,0	3,7	8,0	20,9	24,4	30,8	28,2	36,1	29,7	24,3	18,9
4992	0,0	3,6	7,7	14,9	22,7	23,3	23,8	30,8	31,6	23,7	18,9
158	0,0	3,6	5,7	10,0	17,0	22,2	20,0	22,7	26,8	28,9	25,0
6408	0,0	3,7	7,7	14,3	19,1	21,7	22,2	25,0	26,8	28,9	25,0
450	0,0	3,8	7,8	14,6	19,1	21,7	22,2	25,0	26,8	28,9	25,7

Mapa de progreso de chispa

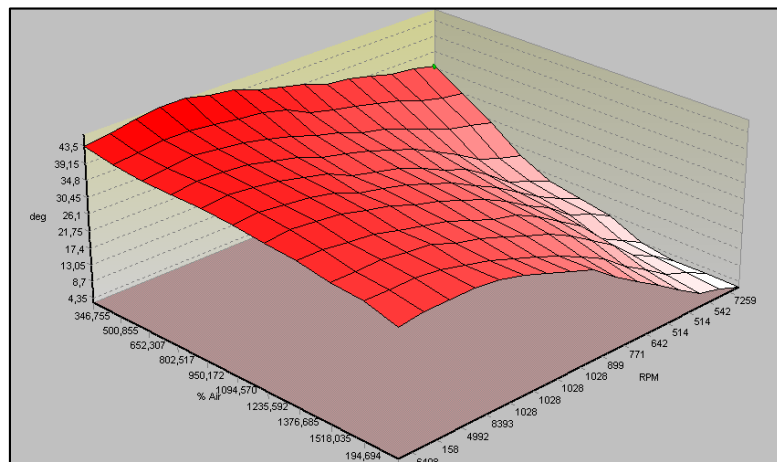
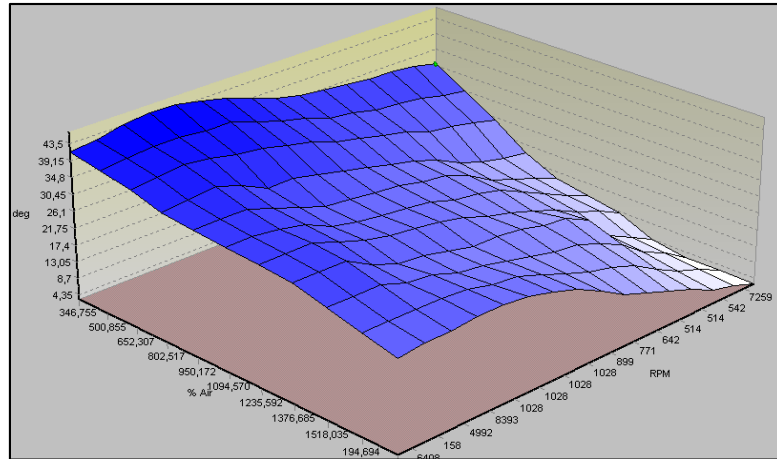
MAPAS DE AVANCE DE ENCENDIDO



RPM % Air	346,755	500,855	652,307	802,517	950,172	1094,570	1235,592	1376,685	1518,035	194,694	272,435
7259	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
542	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
514	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
514	2,2	4,7	2,5	2,7	2,9	3,3	-3,6	13,6	9,5	9,5	9,1
642	2,0	4,3	4,7	7,7	5,6	9,4	10,3	16,0	12,5	12,5	12,5
771	5,9	2,0	4,3	9,8	11,1	15,6	17,2	23,1	15,4	11,5	20,0
899	5,7	0,0	0,0	6,8	10,3	17,6	15,6	29,6	21,4	22,2	26,9
1028	5,6	-1,8	-5,5	0,0	7,0	16,2	24,2	25,8	18,8	20,0	32,1
1028	5,6	7,8	8,2	15,9	25,6	38,2	40,6	34,4	32,3	33,3	30,0
1028	9,6	12,2	20,0	26,8	31,6	36,1	30,6	27,8	29,4	34,4	32,3
1028	11,8	16,7	19,6	22,7	26,2	30,0	27,5	23,1	24,3	32,4	27,3
8393	11,5	11,8	14,0	14,3	12,2	17,4	18,2	22,0	23,1	27,0	26,5
4992	7,3	9,3	11,3	18,0	18,8	21,7	25,0	20,9	19,0	26,3	25,7
158	5,2	7,0	8,9	13,2	18,4	21,3	24,4	25,6	24,4	25,6	25,0
6408	5,0	6,9	7,0	15,4	18,4	21,3	24,4	25,6	26,8	28,2	24,3
450	4,8	6,8	10,7	20,0	18,8	17,0	20,0	18,2	21,4	22,5	24,3

Mapa de progreso de chispa 1

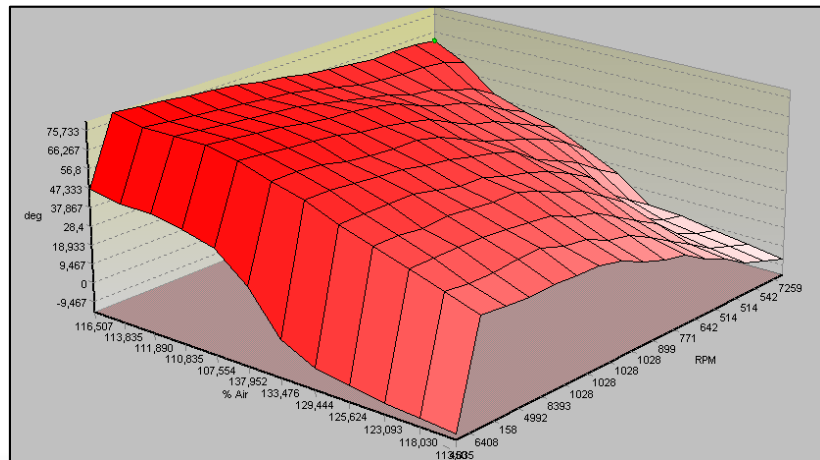
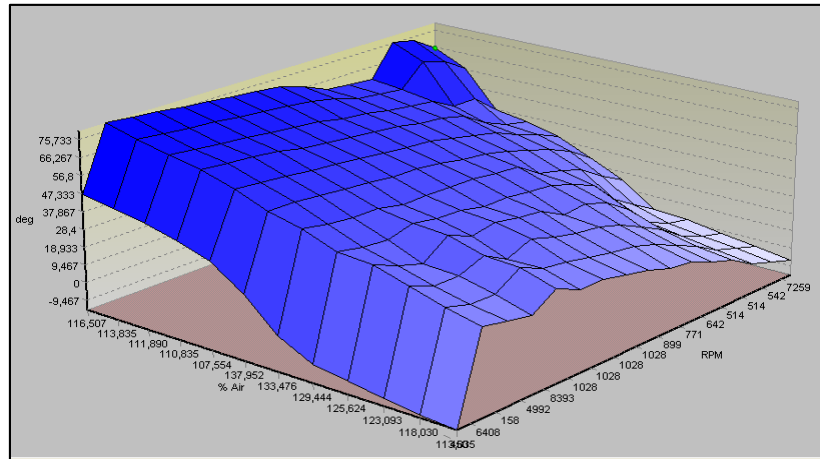
MAPAS DE AVANCE DE ENCENDIDO



RPM % Air	346,755	500,855	652,307	802,517	950,172	1094,570	1235,592	1376,685	1518,035	194,694	272,435
7259	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
542	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
514	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
514	4,5	5,1	6,1	15,4	12,5	4,2	9,1	-4,3	5,3	6,7	7,7
642	6,7	7,5	5,6	13,3	10,3	7,1	12,0	0,0	8,7	5,0	18,8
771	6,5	7,1	7,9	15,2	9,4	13,3	17,9	14,3	15,4	17,4	26,3
899	10,6	9,3	7,5	17,1	18,2	22,6	23,3	20,0	25,9	24,0	31,8
1028	10,2	6,5	9,5	18,9	20,0	20,6	21,2	22,6	27,6	25,0	29,6
1028	7,7	10,4	6,7	17,9	22,2	25,7	22,9	32,3	29,0	22,6	22,6
1028	7,3	7,8	8,5	17,1	24,3	27,8	25,0	33,3	30,3	20,6	20,6
1028	5,3	3,7	8,2	18,6	31,6	29,7	29,7	31,4	32,4	25,7	22,2
8393	5,1	5,6	10,0	23,3	26,8	30,8	28,2	33,3	29,7	24,3	24,3
4992	5,1	5,5	7,7	17,0	22,7	23,3	23,8	28,2	28,9	26,3	27,0
158	5,2	5,5	7,5	12,0	17,0	20,0	17,8	15,9	22,0	28,9	30,6
6408	5,4	5,6	7,7	14,3	19,1	19,6	20,0	18,2	22,0	28,9	30,6
450	5,5	5,7	7,8	14,6	17,0	17,4	17,8	18,2	22,0	28,9	31,4

Mapa de progreso de chispa 2

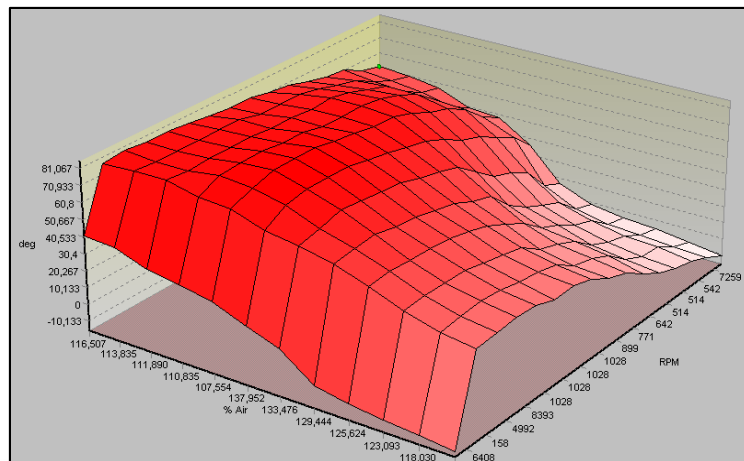
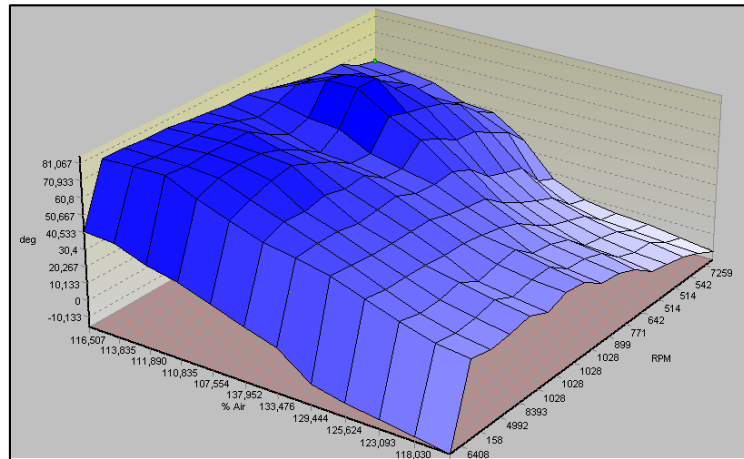
MAPAS DE AVANCE DE ENCENDIDO



RPM % Air	116,507	113,835	111,890	110,835	107,554	137,952	133,476	129,444	125,624	123,093	118,030	113,835
7259	-6,1	-7,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
542	-14,5	-12,2	-2,8	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
514	-17,5	-15,4	5,6	9,4	3,3	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
514	6,8	2,3	0,0	2,6	2,9	3,3	4,0	4,5	6,2	9,1	0,0	0,0
642	6,7	2,3	0,0	2,5	2,8	3,0	11,1	7,7	4,5	6,2	8,3	11,1
771	6,5	2,2	4,7	7,3	7,9	5,7	9,1	10,3	12,0	10,0	12,5	15,4
899	0,0	0,0	4,4	11,6	12,5	13,9	14,7	16,7	29,2	17,4	15,8	21,4
1028	-1,9	0,0	6,5	13,6	14,6	18,4	17,1	19,4	20,7	20,8	20,0	17,6
1028	-1,9	2,0	6,3	13,3	16,7	20,5	22,9	29,0	26,7	26,9	27,3	26,3
1028	0,0	1,9	8,2	13,0	16,3	20,5	25,7	21,2	18,8	17,2	20,8	23,8
1028	0,0	1,9	8,0	12,8	18,2	20,0	31,4	27,3	30,0	40,0	28,0	23,8
8393	0,0	1,9	7,8	12,2	17,8	19,5	27,0	25,7	17,6	20,0	10,3	8,0
4992	0,0	1,8	7,7	12,0	17,4	21,4	29,7	37,5	44,4	38,5	34,8	36,8
158	0,0	1,8	7,5	11,8	17,0	20,9	28,9	33,3	33,3	38,5	34,8	28,6
6408	0,0	1,8	7,4	11,5	16,7	20,9	22,5	25,7	17,6	20,0	23,1	21,7
450	0,0	0,0	6,5	10,7	16,7	20,0	0,0	25,0	16,7	12,5	20,0	18,2

Mapa de corrección del progreso de chispa 1

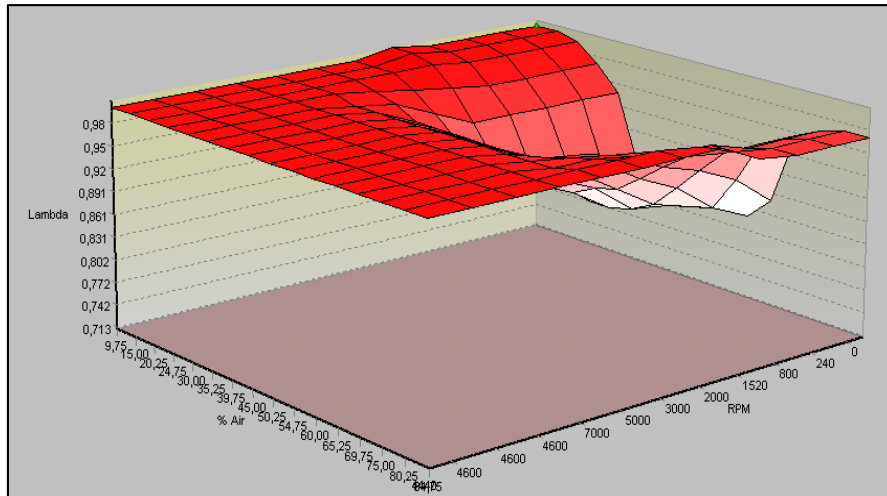
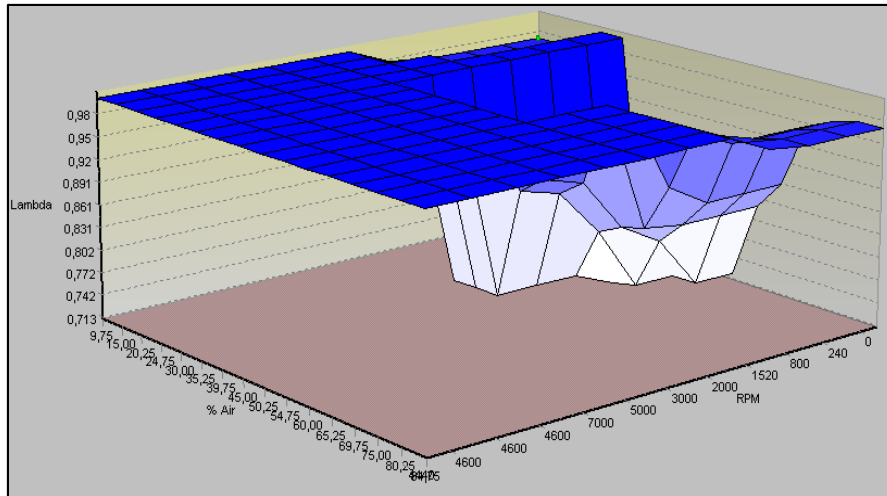
MAPAS DE AVANCE DE ENCENDIDO



RPM % Air	116,507	113,835	111,890	110,835	107,554	137,952	133,476	129,444	125,624	123,093	118,030	113,835
7259	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
542	0,0	0,0	2,7	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
514	0,0	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
514	2,2	0,0	0,0	-3,8	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
642	2,1	0,0	-8,6	-1,8	0,0	5,1	7,7	0,0	16,7	28,6	16,7	25,0
771	4,0	-3,6	-9,7	-10,9	3,8	4,5	2,9	4,3	5,9	6,7	7,7	0,0
899	1,9	-3,4	-9,4	-9,4	3,6	4,2	10,5	10,0	8,7	11,1	12,5	14,3
1028	1,9	3,7	11,8	16,0	32,6	30,0	21,6	16,1	15,4	21,1	17,6	26,7
1028	1,9	7,7	20,8	31,8	37,2	31,7	23,7	21,2	21,4	11,5	13,0	14,3
1028	1,8	5,5	9,4	20,0	22,4	19,1	19,0	16,7	23,3	24,0	21,7	22,7
1028	1,8	0,0	0,0	9,1	17,0	26,1	24,4	22,2	30,0	43,5	38,1	36,8
8393	1,8	0,0	0,0	5,2	8,8	20,8	30,0	25,0	29,0	25,0	24,0	26,1
4992	1,8	0,0	0,0	5,2	12,7	26,1	26,2	30,6	29,0	34,6	39,1	42,9
158	1,7	0,0	0,0	5,3	13,5	19,1	19,0	24,3	32,3	34,6	40,9	45,0
6408	0,0	0,0	0,0	5,7	14,6	16,3	17,1	18,4	21,2	21,4	25,0	27,3
450	0,0	0,0	0,0	4,5	17,6	16,7	12,5	33,3	16,7	12,5	20,0	16,7

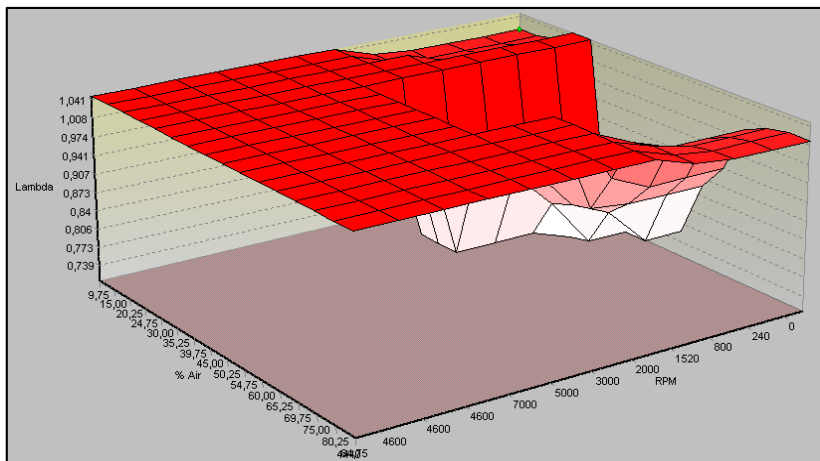
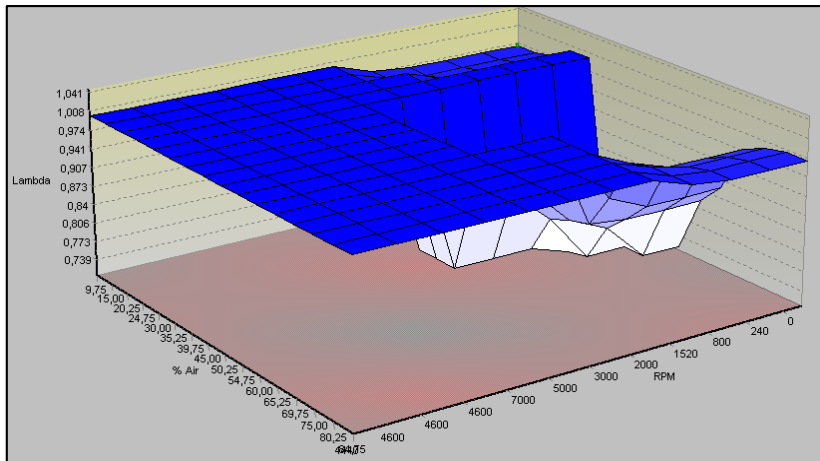
Mapa de corrección del progreso de chispa 2

MAPA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE



RPM\% Air	9,75	15,00	20,25	24,75	30,00	35,25	39,75	45,00	50,25	54,75	60,00	65,25	69,75	75,00	80,25	84,75
0	3,2	3,2	1,6	-3,1	-6,3	18,7	15,4	15,4	15,2	14,1	0,0	-0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
240	3,2	3,2	1,6	-3,1	-6,3	19,8	15,4	15,4	15,2	16,3	2,9	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0
800	3,2	3,2	1,6	-3,1	-6,3	22,0	16,5	16,5	16,3	7,9	7,6	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0
1520	3,2	3,2	1,6	-3,1	-6,3	19,1	18,1	17,0	8,7	7,6	9,4	4,4	-1,6	0,0	0,0	0,0
2000	3,2	3,2	0,0	-2,3	-6,3	22,3	20,2	20,2	3,6	2,6	-6,3	-4,7	-3,1	-2,3	-0,8	0,0
3000	0,0	0,0	0,0	-1,6	-3,9	27,7	24,5	24,5	5,3	4,3	-4,7	-3,1	-2,3	-1,6	0,0	0,0
5000	0,0	0,0	0,0	-0,8	-1,6	-3,1	-3,1	-3,1	-3,1	-3,1	-3,1	-2,3	-1,6	-0,8	0,0	0,0
7000	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	0,0	0,0
4600	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4600	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4600	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4440	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

SEGUNDA REPROGRAMACIÓN

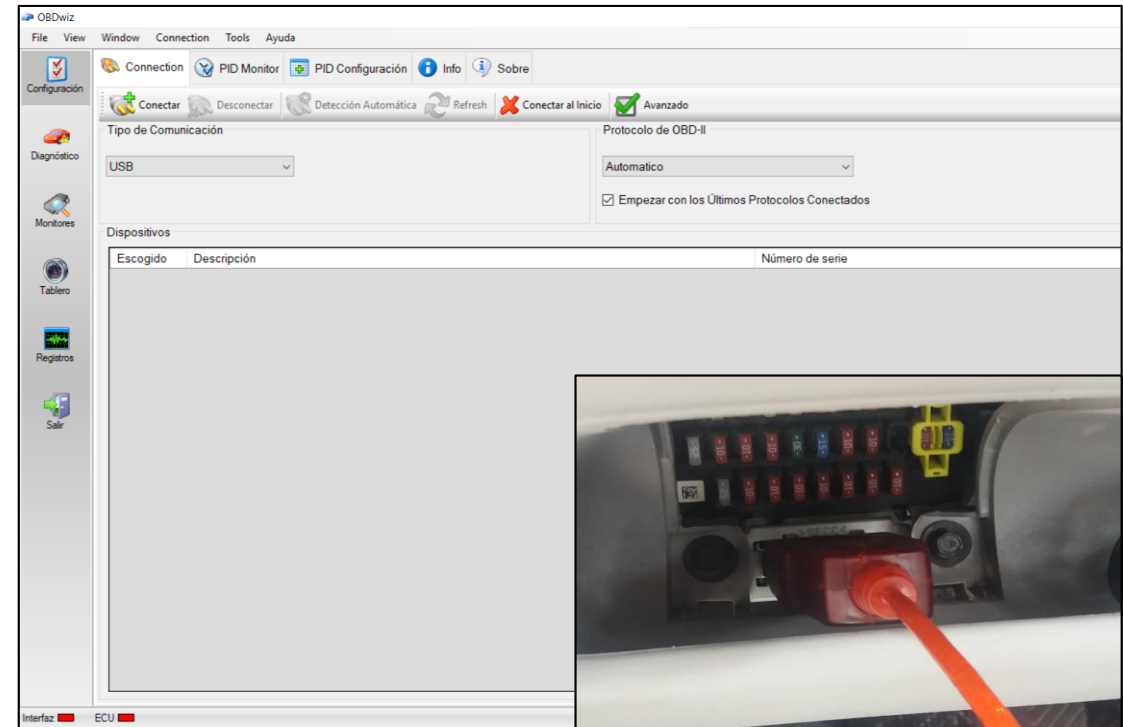


Se enfocó en el mapa de inyección incrementando un 5% todos los vales sin realizar tonificación al mapa en 3D.

RPM/% Air	9,75	15,00	20,25	24,75	30,00	35,25	39,75	45,00	50,25	54,75	60,00	65,25	69,75	75,00	80,25	84,75
0	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	5,5	5,5	5,5	5,4	5,4	4,8	5,5	5,0	4,9	4,8	4,8
240	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	5,5	5,5	5,5	5,4	5,4	4,8	5,5	5,0	4,9	4,8	4,8
800	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	5,5	5,5	5,5	5,4	5,0	4,8	5,5	5,0	4,9	4,8	4,8
1520	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	5,3	5,3	5,3	4,9	4,8	4,7	5,3	4,8	4,8	4,8	4,8
2000	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7	5,3	5,3	5,3	5,4	5,3	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
3000	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
5000	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
7000	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
4600	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
4600	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
4600	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
4440	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7

OBDLink - OBDwiz

Es un software de diagnóstico automotriz. Permite verificar el estado del motor, borrar los códigos de falla, observar el consumo de combustible y otros datos del automotor



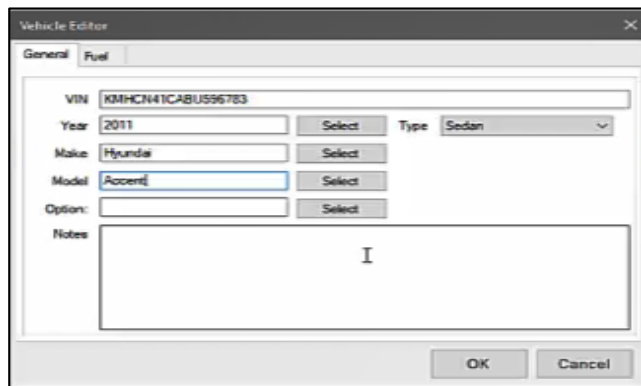
Proceso de conexión y configuración de OBDwiz



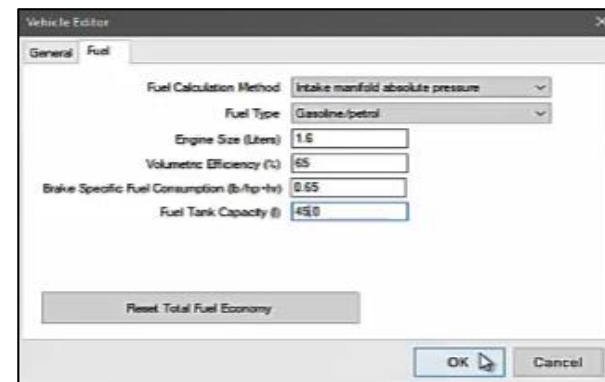
Conectar la interfaz al puerto OBDII



Establecer comunicación con la ECU



Introducir los datos del vehículo



Configurar los parámetros de la pestaña "Fuel"

Proceso de conexión y configuración de OBDwiz



Analizador de gases

Su función es de verificar la eficiencia en la combustión aire-combustible y los niveles de emisión que esta produzca. Los gases que analiza son: CO, HC, O₂ y CO₂.



Procesos para el análisis de gases de escape



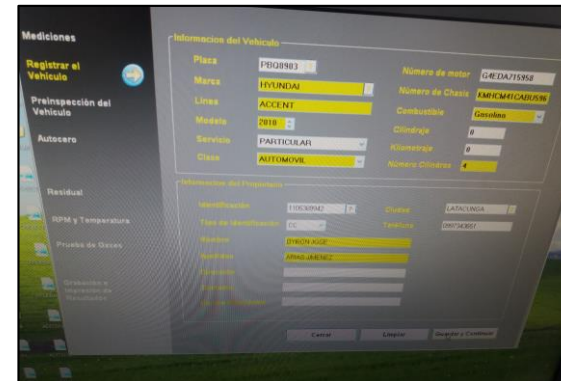
Realizar el encendido del equipo para luego calibrar



Poner en marcha el automotor

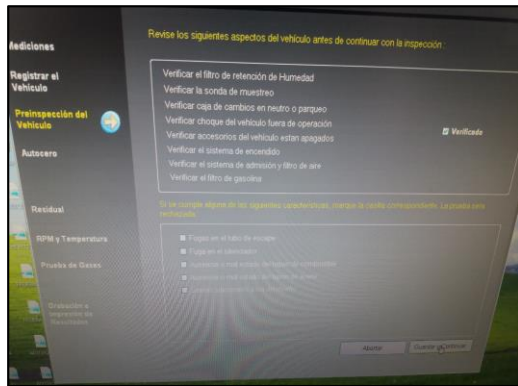


Conectar el medidor de revoluciones



Ingresar datos del vehículo y propietario

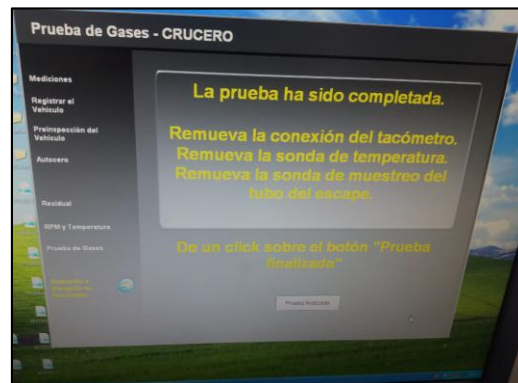
Procesos para el análisis de gases de escape



Realizar la preinspección del vehículo, entre otras comprobaciones



Ejecutar el análisis de gases en ralentí y crucero según las indicaciones en pantalla



Retirar la sonda del escape y los cables del medidor de RPM para finalizar la prueba

ESPE		LATACUNGA		Tel 0000000		Email	
DATOS DEL CLIENTE				DATOS DEL VEHICULO			
NOMBRE:	BYRON JOSE	PLACA:	PR08903	MODELO:	2010		
APELLIDO:	ARIAS JIMENEZ	MARCA:	HYUNDAI	LINEA:	ACCENT		
IDENTIFICACION:	1105389942	MOTOR:		COMBUSTIBLE:	GASOLINA		
DISPOSITIVO:	COD001	VIN:	KMHCM41CABU596783				
DATOS DE LA PRUEBA				CRUCERO			
RALENTI		RALENTI		RALENTI		RALENTI	
RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA
HC: 33.00	HC LIMITE: 200.00 ppm	HC: 42.00	HC LIMITE: 0.00 ppm	HC: 42.00	HC LIMITE: 0.00 ppm	HC: 42.00	HC LIMITE: 0.00 ppm
CO: 0.02	CO LIMITE: 1.00 %	CO: 0.10	CO LIMITE: 0.00 %	CO: 0.10	CO LIMITE: 0.00 %	CO: 0.10	CO LIMITE: 0.00 %
CO2: 14.07	CO2 MINIMO: 7.00 %	CO2: 14.04	CO2 MINIMO: 7.00 %	CO2: 14.04	CO2 MINIMO: 7.00 %	CO2: 14.04	CO2 MINIMO: 7.00 %
O2: 0.31	O2 MAXIMO: 5.00 %	O2: 0.16	O2 MAXIMO: 5.00 %	O2: 0.16	O2 MAXIMO: 5.00 %	O2: 0.16	O2 MAXIMO: 5.00 %
RPM: 717	RPM MIN: 500 rpm	RPM: 2.056	RPM MIN: 2.000 rpm	RPM: 2.056	RPM MIN: 2.000 rpm	RPM: 2.056	RPM MIN: 2.000 rpm
TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 *	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 *	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 *	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 *
RESULTADO APROBADA				RESULTADO RECHAZADA			
FECHA DE LA PRUEBA: 10/10/2018 13:07:48				RESULTADO GENERAL: RECHAZADA			
OPERARIO RESPONSABLE: _____							
LEONIDAS QUIROZ							

Guardar los resultados de las pruebas



PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

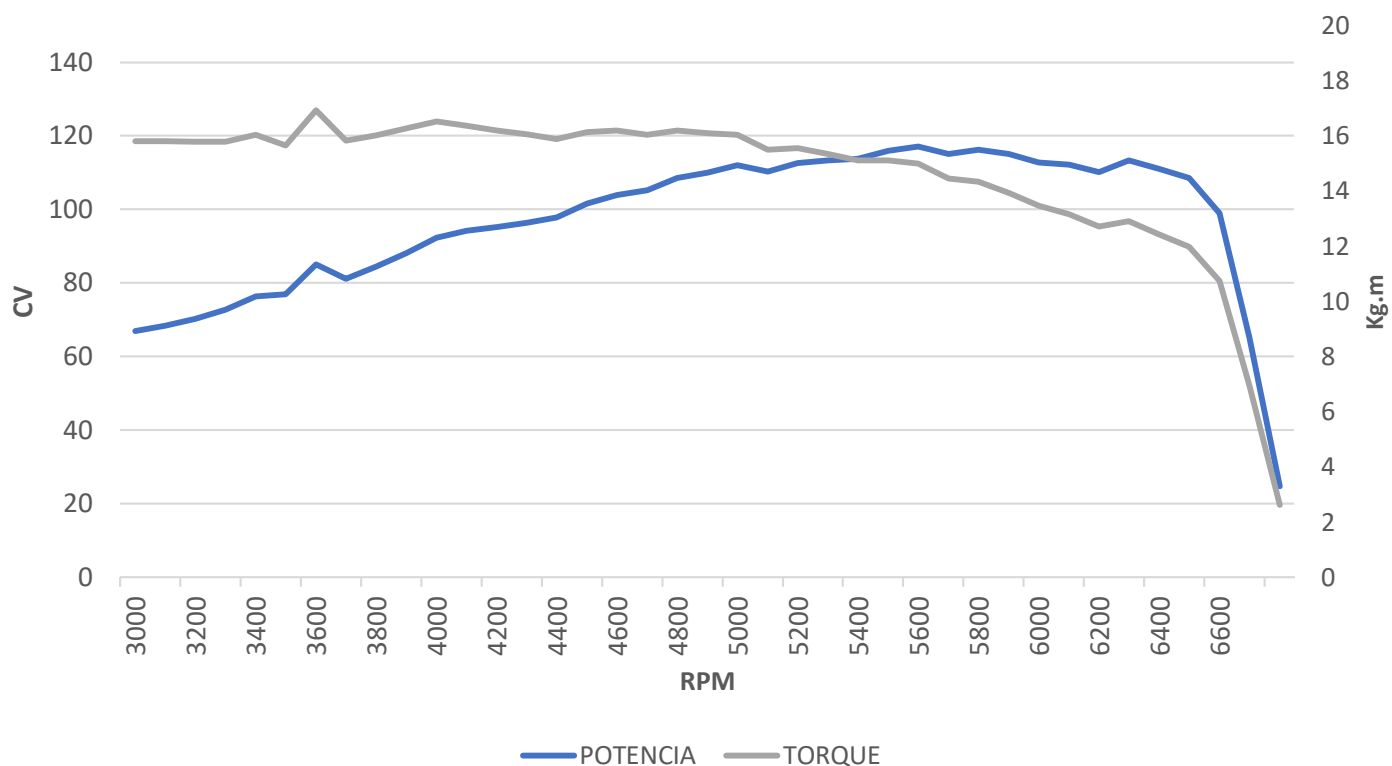




PRUEBA DE POTENCIA Y TORQUE

Prueba 1. "Mapa original"

CURVAS DE POTENCIA - TORQUE



Valores máximos de Potencia y Torque

	VALORES	RPM
POTENCIA (CV)	117,12	5600
TORQUE (Kg.m)	16,92	3600

Valores promedios de Potencia y Torque

	VALORES
POTENCIA (CV)	96,76
TORQUE (Kg.m)	14,59

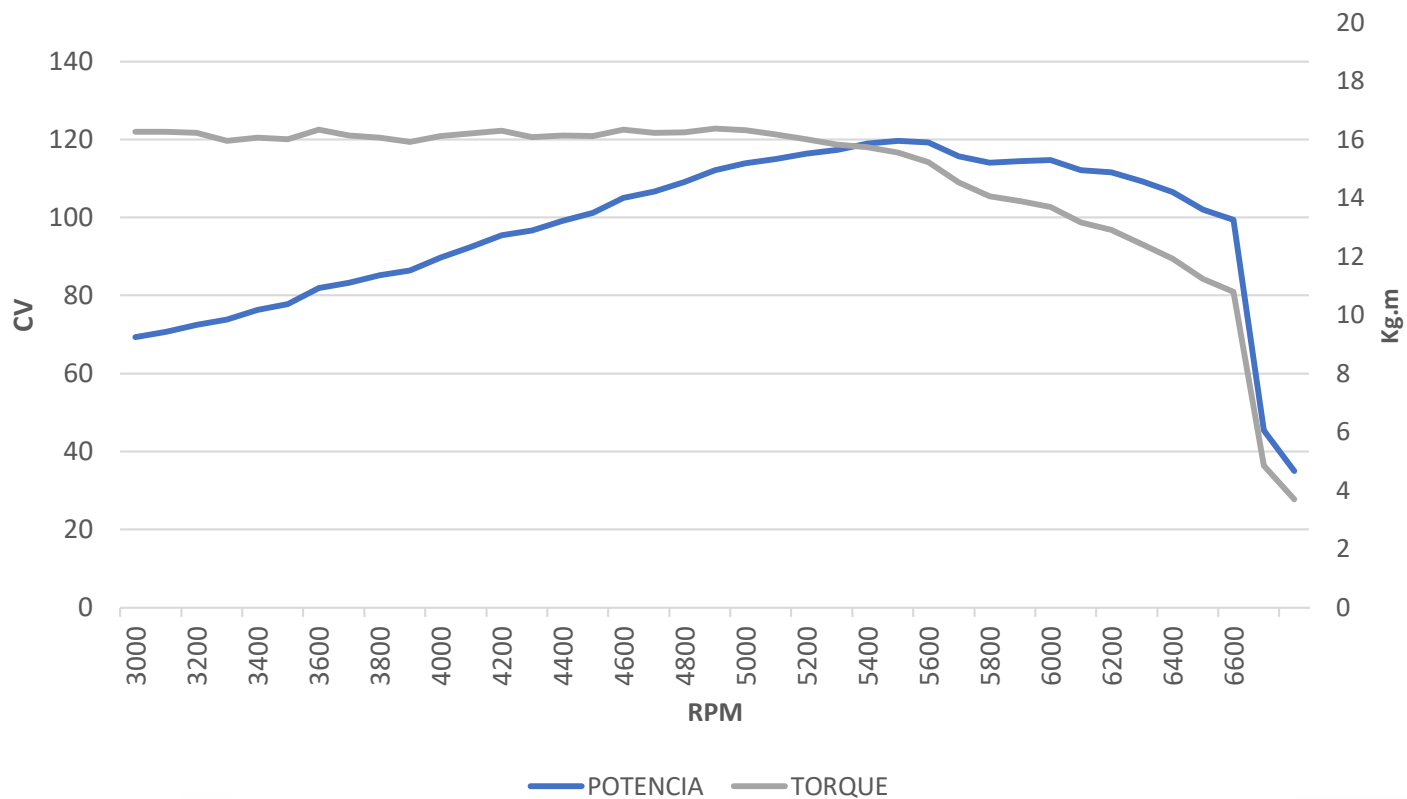




PRUEBA DE POTENCIA Y TORQUE

Prueba 2. "Primera reprogramación"

CURVAS DE POTENCIA - TORQUE



Valores máximos de Potencia y Torque

	VALORES	RPM
POTENCIA (CV)	119,7	5500
TORQUE (Kg.m)	16,37	4900

Valores promedios de Potencia y Torque

	VALORES
POTENCIA (CV)	97,06
TORQUE (Kg.m)	14,65

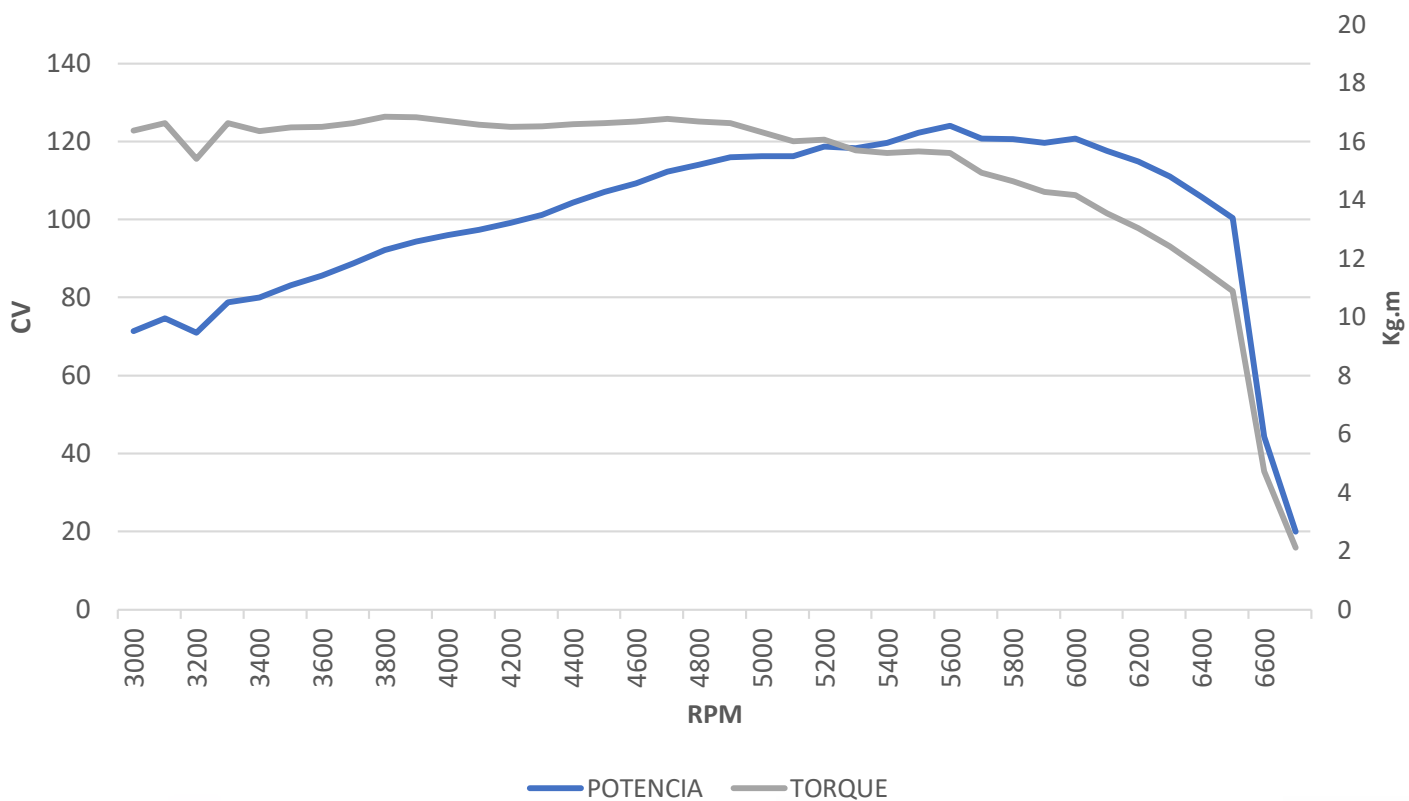




PRUEBA DE POTENCIA Y TORQUE

Prueba 3. "Segunda reprogramación"

CURVAS DE POTENCIA - TORQUE



Valores máximos de Potencia y Torque

	VALORES	RPM
POTENCIA (CV)	124,0	5700
TORQUE (Kg.m)	16,85	3900

Valores promedios de Potencia y Torque

	VALORES
POTENCIA (CV)	100,20
TORQUE (Kg.m)	14,96



Análisis y resultados

Datos obtenidos

Valores máximos de Potencia y Torque

	Potencia (CV)	RPM
Mapa original	117,12	5600
Primera reprogramación	119,74	5500
Segunda reprogramación	124,00	5700

	Torque (Kg.m)	RPM
Mapa original	16,92	3600
Primera reprogramación	16,37	4900
Segunda reprogramación	16,85	3900

Valores promedios de Potencia y Torque

	Potencia (CV)
Mapa original	96,76
Primera reprogramación	97,06
Segunda reprogramación	100,20

	Torque (Kg.m)
Mapa original	14,59
Primera reprogramación	14,65
Segunda reprogramación	14,96

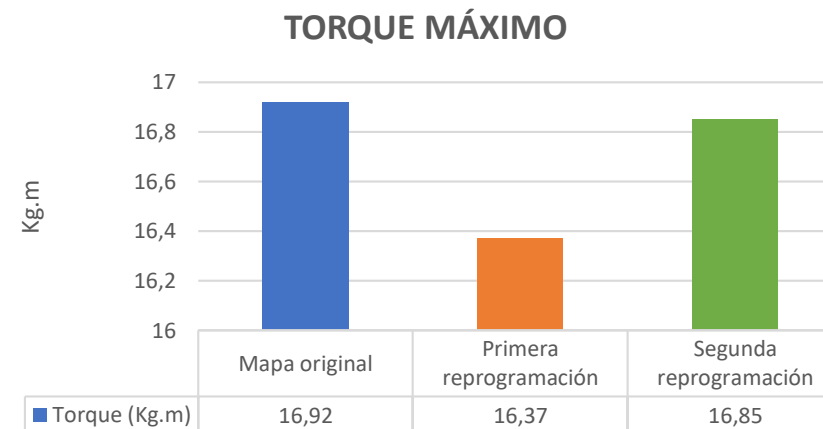
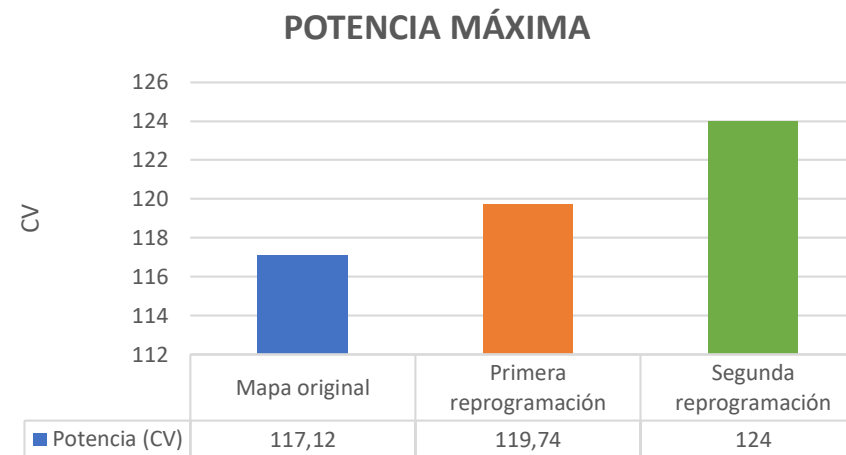
Análisis y resultados

Comparación de valores máximos

Valores máximos de Potencia y Torque

	Potencia (CV)	RPM
Mapa original	117,12	5600
Primera reprogramación	119,74	5500
Segunda reprogramación	124,00	5700

	Torque (Kg.m)	RPM
Mapa original	16,92	3600
Primera reprogramación	16,37	4900
Segunda reprogramación	16,85	3900





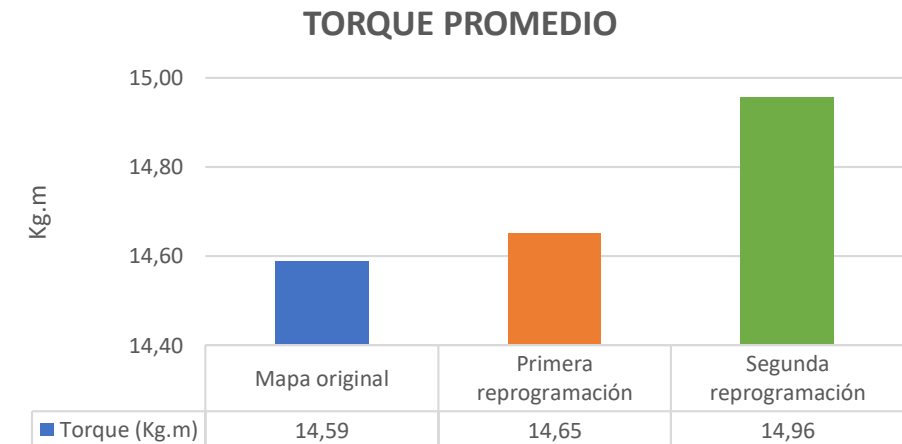
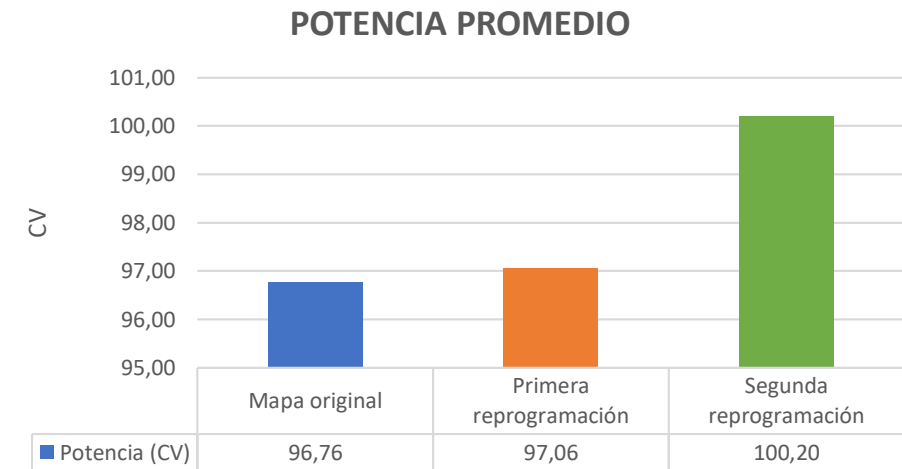
Análisis y resultados

Comparación de valores promedios

Valores promedios de Potencia y Torque

Potencia (CV)	
Mapa original	96,76
Primera reprogramación	97,06
Segunda reprogramación	100,20

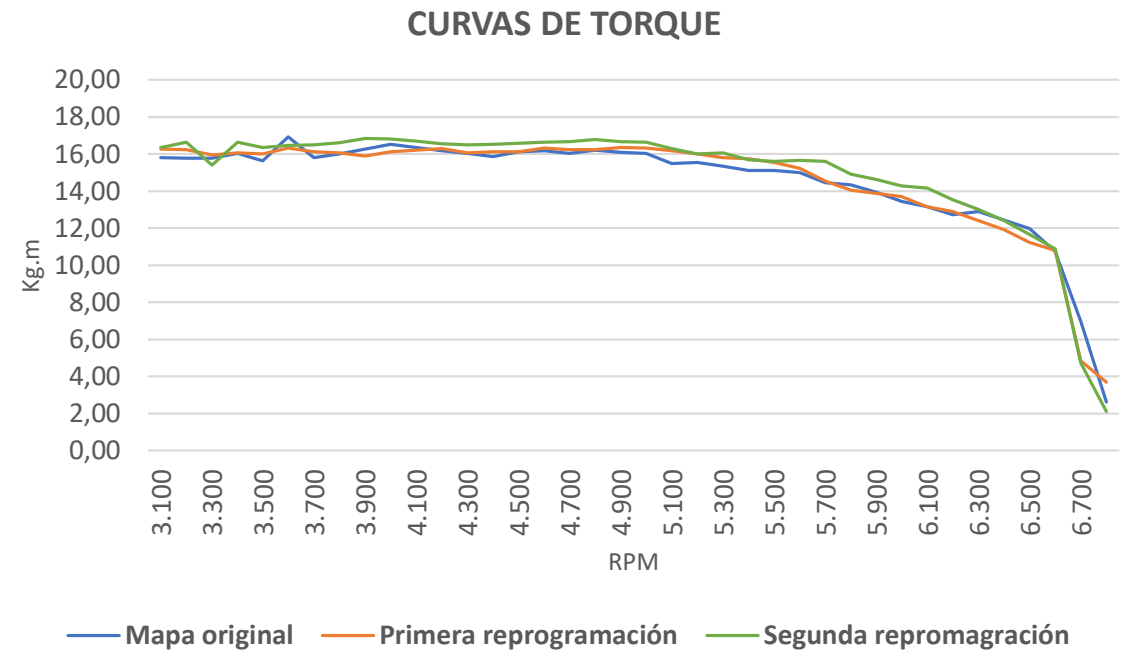
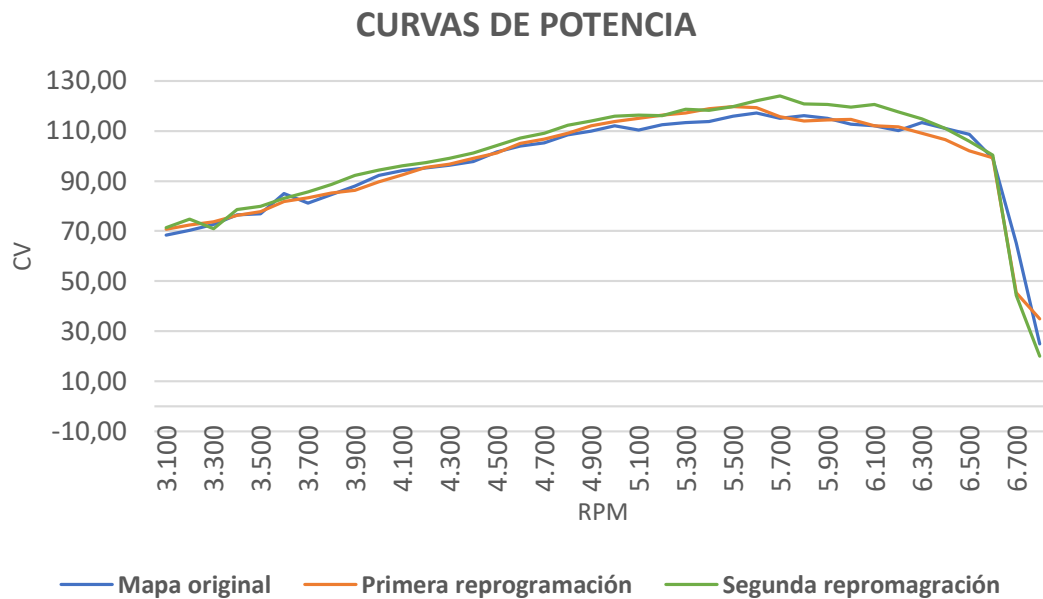
Torque (Kg.m)	
Mapa original	14,59
Primera reprogramación	14,65
Segunda reprogramación	14,96





Análisis y resultados

Comparación de curvas



Análisis y resultados

Resultados obtenidos en porcentajes

Resultados de primera y segunda reprogramación (valores máximos)

	Potencia (CV)	Torque (Kg.m)
Mapa original	117,12	16,92
Primera reprogramación	119,74	16,37
Ganancia neta	2,62	-0,55
Variación en porcentaje	2,24%	-3,25%

	Potencia (CV)	Torque (Kg.m)
Mapa original	117,12	16,92
Segunda reprogramación	124,00	16,85
Ganancia neta	6,88	-0,07
Variación en porcentaje	5,87 %	-0,41%

Variación de Potencia en porcentaje

$$\Delta\% = \left(\frac{\text{Potencia final}}{\text{Potencia inicial}} - 1 \right) * 100$$

Resultados de primera y segunda reprogramación (valores promedios)

	Potencia (CV)	Torque (Kg.m)
Mapa original	96,76	14,59
Primera reprogramación	97,06	14,65
Ganancia neta	0,30	0,06
Variación en porcentaje	0,31 %	0,43 %

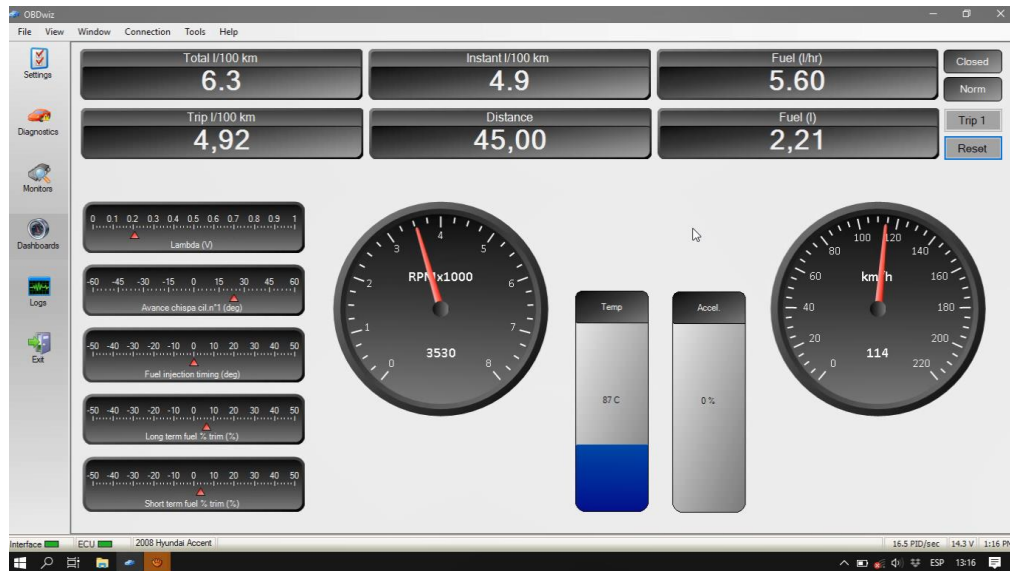
	Potencia (CV)	Torque (Kg.m)
Mapa original	96,76	14,59
Segunda reprogramación	100,20	14,96
Ganancia neta	3,44	0,37
Variación en porcentaje	3,56 %	2,52%

Variación de Torque en porcentaje

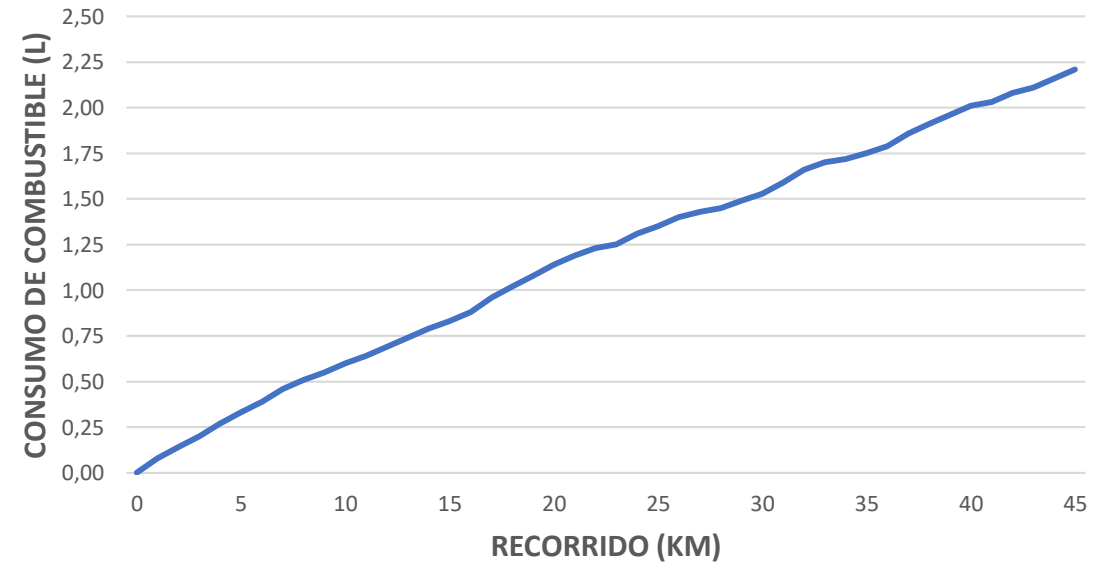
$$\Delta\% = \left(\frac{\text{Torque final}}{\text{Torque inicial}} - 1 \right) * 100$$

Prueba de consumo de combustible

Consumo de combustible del mapa original

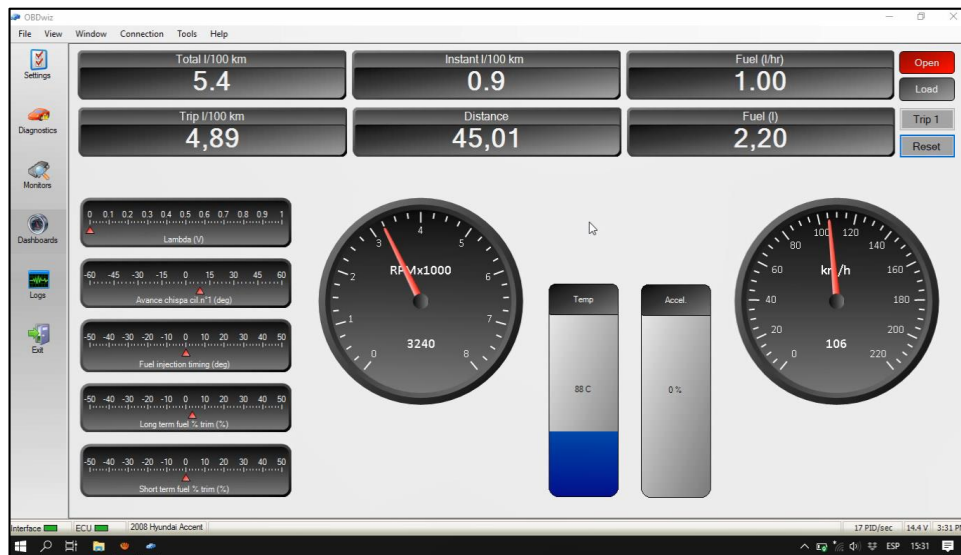


MAPA ORIGINAL

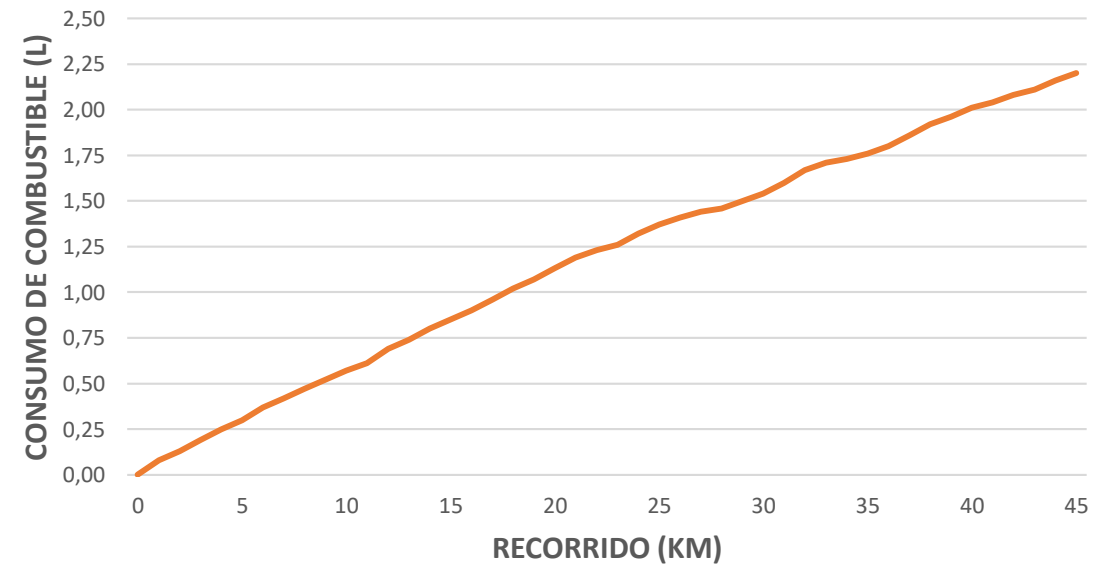


Prueba de consumo de combustible

Consumo de combustible de la primera reprogramación

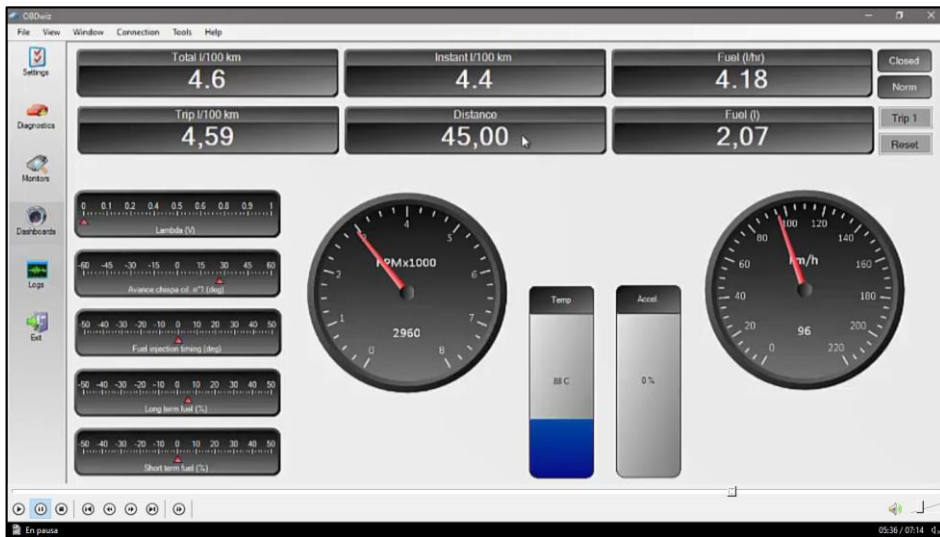


PRIMERA REPROGRAMACIÓN

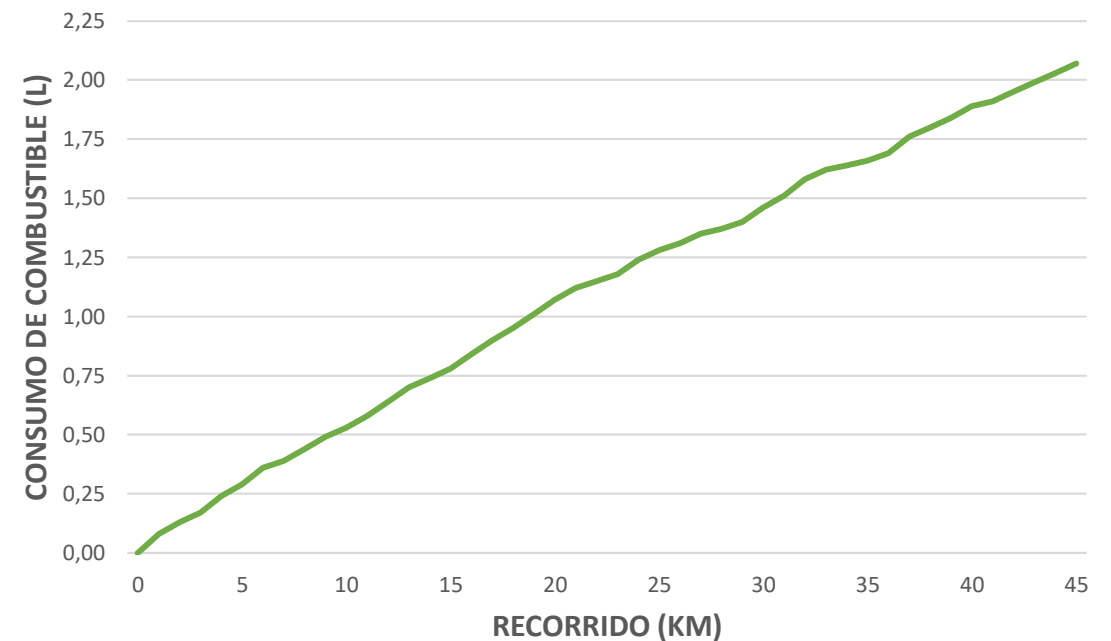


Prueba de consumo de combustible

Consumo de combustible de la segunda reprogramación

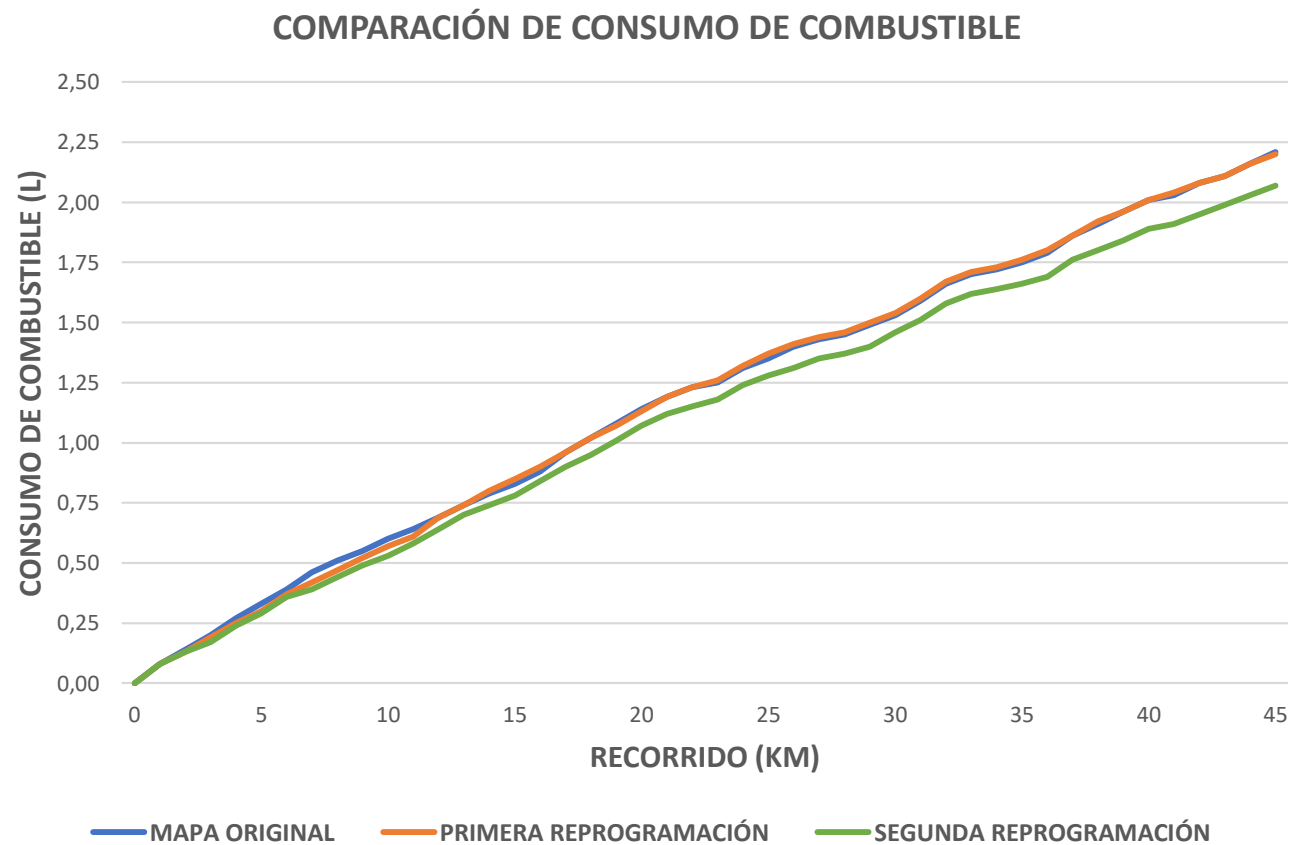


SEGUNDA REPROGRAMACIÓN



Prueba de consumo de combustible

Comparación de curvas



Prueba de análisis de gases

Valores permitidos de emisiones de gases de escape

Parámetros	Valores
CO ₂	Mínimo 7%
CO	Máximo 1%
O ₂	Máximo 5%
HC	Máximo 200ppm





Prueba de análisis de gases

Valores de emisiones de gases de escape

Emisiones del mapa original

Parámetros	Valores
CO2	14,07 %
CO	0,02 %
O2	0,31 %
HC	33,00 ppm

Emisiones de la primera reprogramación

Parámetros	Valores
CO2	14,03 %
CO	0,15 %
O2	0,23%
HC	98,00 ppm

Emisiones de la segunda reprogramación

Parámetros	Valores
CO2	13,96 %
CO	0,17 %
O2	0,28 %
HC	69,00 ppm

ESPE
LATAACUNGA
Tel: 0000000

Email:

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL VEHICULO	
NOMBRE:	BYRON JOSE	PLACA:	PBQ8903
APELLIDO:	ARIAS JIMENEZ	MODELO:	2010
IDENTIFICACION:	1105389942	MARCA:	HYUNDAI
DISPOSITIVO:	COD001	LINEA:	ACCENT
		MOTOR:	COMBUSTIBLE: GASOLINA
		VIN:	KMHCM41CABU596783

DATOS DE LA PRUEBA			
RALENTI		CRUCERO	
RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA
HC:	33.00	HC LIMITE:	200.00 ppm
CO:	0.02	CO LIMITE:	1.00 %
CO2:	14.07	CO2 MINIMO:	7.00 %
O2:	0.31	O2 MAXIMO:	5.00 %
RPM:	717	RPM MIN:	500 rpm
TEMP:	0	TEMP MIN:	0.00 *
RESULTADO APROBADA		RESULTADO RECHAZADA	
FECHA DE LA PRUEBA: 10/10/2018 13:07:48		RESULTADO GENERAL: RECHAZADA	

OPERARIO RESPONSABLE: _____
LEONIDAS QUIROZ

ESPE
LATAACUNGA
Tel: 0000000

Email:

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL VEHICULO	
NOMBRE:	BYRON JOSE	PLACA:	PBQ8903
APELLIDO:	ARIAS JIMENEZ	MODELO:	2010
IDENTIFICACION:	1105389942	MARCA:	HYUNDAI
DISPOSITIVO:	COD001	LINEA:	ACCENT
		MOTOR:	COMBUSTIBLE: GASOLINA
		VIN:	KMHCM41CABU596783

DATOS DE LA PRUEBA			
RALENTI		CRUCERO	
RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA
HC:	98.00	HC LIMITE:	200.00 ppm
CO:	0.15	CO LIMITE:	1.00 %
CO2:	14.03	CO2 MINIMO:	7.00 %
O2:	0.23	O2 MAXIMO:	5.00 %
RPM:	678	RPM MIN:	500 rpm
TEMP:	0	TEMP MIN:	0.00 *
RESULTADO APROBADA		RESULTADO RECHAZADA	
FECHA DE LA PRUEBA: 10/10/2018 14:03:16		RESULTADO GENERAL: RECHAZADA	

OPERARIO RESPONSABLE: _____
LEONIDAS QUIROZ

ESPE
LATAACUNGA
Tel: 0000000

Email:

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL VEHICULO	
NOMBRE:	BYRON JOSE	PLACA:	PBQ8903
APELLIDO:	ARIAS JIMENEZ	MODELO:	2010
IDENTIFICACION:	1105389942	MARCA:	HYUNDAI
DISPOSITIVO:	COD001	LINEA:	ACCENT
		MOTOR:	COMBUSTIBLE: GASOLINA
		VIN:	KMHCM41CABU596783

DATOS DE LA PRUEBA			
RALENTI		CRUCERO	
RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA
HC:	62.00	HC LIMITE:	200.00 ppm
CO:	0.13	CO LIMITE:	1.00 %
CO2:	14.01	CO2 MINIMO:	7.00 %
O2:	0.19	O2 MAXIMO:	5.00 %
RPM:	684	RPM MIN:	500 rpm
TEMP:	0	TEMP MIN:	0.00 *
RESULTADO APROBADA		RESULTADO RECHAZADA	
FECHA DE LA PRUEBA: 10/10/2018 14:06:25		RESULTADO GENERAL: RECHAZADA	

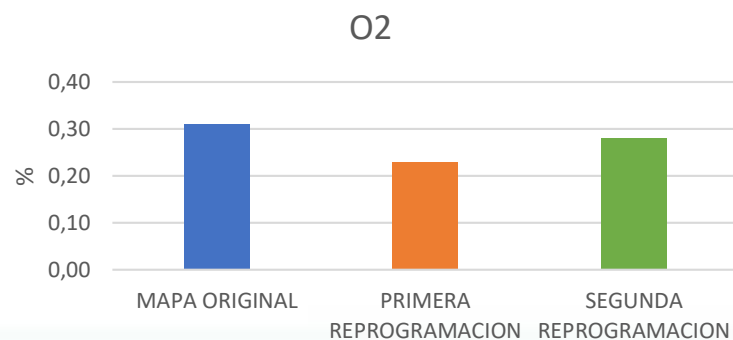
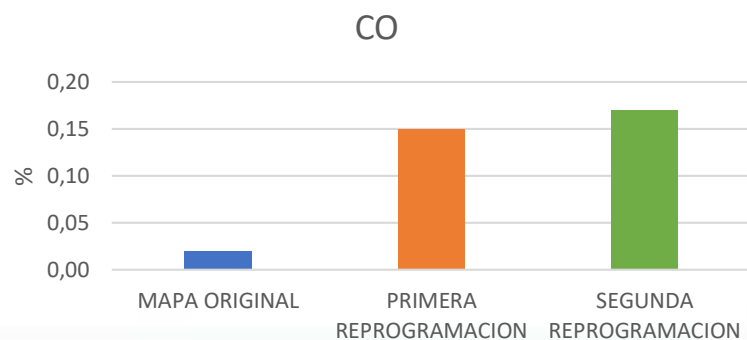
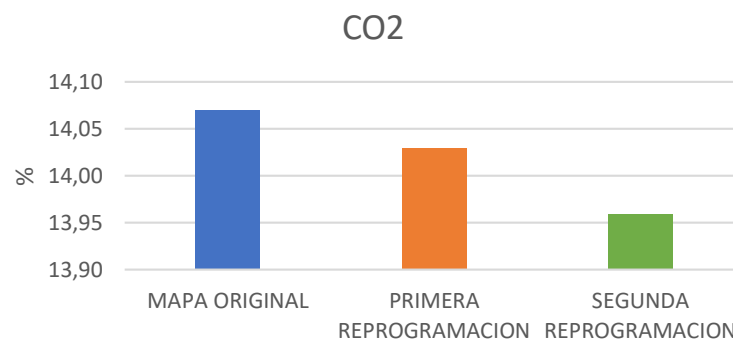
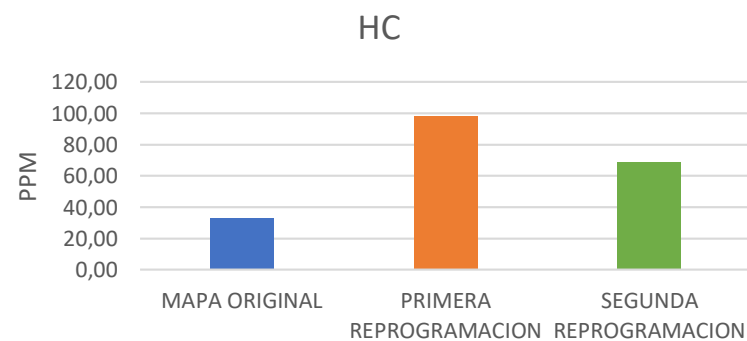
OPERARIO RESPONSABLE: _____
LEONIDAS QUIROZ



Prueba de análisis de gases

Comparación de emisiones de gases de escape

	HC (max. 200 ppm)	CO (max. 1%)	CO2 (min. 7%)	O2 (max. 5%)
Mapa original	33,00	0,02	14,07	0,31
Primera reprogramación	98,00	0,15	14,03	0,23
Segunda reprogramación	69,00	0,17	13,96	0,28



CONCLUSIONES

- Se consultó información en bases digitales, las mismas que sirvieron de apoyo para el desarrollo del proyecto de investigación. Además, se investigó los diferentes tipos de software y hardware enfocados en el mapeo y reprogramación de centralitas.
- Se seleccionó el software del tipo gráfico ECM TITANIUM en base a sus características, accesibilidad y fácil manejo para la reprogramación de los mapas de la ECU del vehículo. Además, se determinó las características, funcionalidad y conexión del módulo K-TAG así, como el funcionamiento del software K-suite para efectuar tanto la lectura como la escritura de archivos modificados y originales.
- Dentro de las reprogramaciones realizadas se enfocó en incrementar los valores desde un 5% al 25% y tonificar en modo tridimensional los mapas de inyección, avance de chispa y carga del motor con relación a la primera reprogramación y, en la segunda reprogramación se aumentó un 5% todos los valores del mapa de inyección, con esta última modificación se obtuvo mejores notables en potencia y torque.

- A partir de las pruebas en el dinamómetro se obtuvieron los valores máximos de potencia y torque: en relación del mapa original 117.12 CV y 16.92 Kg.m; en la primera reprogramación 119.74 CV y 16.37 Kg.m; y en la segunda reprogramación 124.00 CV y 16.85 Kg.m.
- Debido a que el valor máximo de torque se produce de forma instantánea, se analizó los valores promedios donde se obtuvo los siguientes resultados: 96.76 CV y 14.59 Kg.m con respecto a la ECU original; 97.06 CV y 16.65 Kg.m referente a la primera reprogramación; 100.20 CV y 14.96 Kg.m con relación a la segunda reprogramación. De esta forma se constata que existe ganancia evidente tanto en potencia como en torque.
- Mediante el análisis porcentual se obtuvo la variación de los valores de potencia y torque máximo tomando como referencia al mapa original se obtuvo los siguientes resultados: en la primera programación +2.24% en la potencia y -0.968 % en el torque; en la segunda reprogramación +5.87% en la potencia y -0.41% en el torque. Con relación a potencia y torque promedio se obtuvo los siguientes resultados: en la primera reprogramación +0.31% en potencia y +0.43% en torque; en la segunda reprogramación +3.56% en potencia y +2.52% en torque, con esto se corrobora que existe una ganancia

- Se determinó el consumo de combustible obteniendo los siguientes resultados: 2.21 L con el mapa original, 2.20 L y 2.07 L con la primera y segunda reprogramación respectivamente, lo cual refleja un consumo similar del mapa original con la primera reprogramación y, un consumo menor en la segunda reprogramación con respecto al mapa original.
- Dentro de las pruebas de emisiones de gases de escape se obtuvo los siguientes valores: con respecto al mapa original 33 ppm de HC, 0.02% de CO, 14.07% de CO₂ y 0.31% de O₂; con la primera reprogramación 98 ppm de HC, 0.15% de CO, 14.03% de CO₂ y 0.23% de O₂ y; con la segunda reprogramación 69 ppm de HC, 0.17% de CO, 13.96 de CO₂ y 0.28% de O₂ los mismos que están dentro de los valores permitidos de emisiones.
- Por medio de los resultados obtenidos se determinó que con la segunda reprogramación se tuvo un mayor rendimiento del motor con respecto a la ECU original, donde se logró incrementar un 5.87% de potencia con un aumento de neto de 6.88 CV, con respecto al consumo de combustible se disminuye de 2.21 litros a 2.07 litros obteniendo un ahorro de 0.14 litros con respecto al consumo de la ECU original y las emisiones de gases están dentro del rango permitido.
- Durante las reprogramaciones no es necesario incrementar los valores de cada uno de los mapas existentes, ya que el objetivo de la reprogramación es obtener ganancia en toda la curva de potencia y torque, por esta razón es necesario identificar el mapa que aporta mayores prestaciones para incrementar el rendimiento del motor y, a partir de este variar en bajos porcentajes los valores de los demás mapas potenciales y visualizar el comportamiento del vehículo durante las pruebas en el dinamómetro.

RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta las respectivas medidas de seguridad al momento de realizar el desmontaje de la carcasa de la ECU ya que existe componentes que pueden dañarse debido a la electroestática.
- Cuando se requiera realizar una conexión directa en la placa de la ECU se recomienda de forma temporal soldar cables y dejarlos visibles por fuera de la carcasa con la finalidad de evitar constantemente el desarmado y la soldadura de cables para la comunicación con el módulo K-TAG.
- Durante la lectura y escritura de archivos de la ECU se debe evitar realizar otras actividades en la laptop, ya que esto puede ocasionar interrupción del funcionamiento del software K-SUITE.
- Al realizar las conexiones del Cable 14P600KT02 con los pines de la ECU se debe asegurar que estén bien fijos.

- Obtener el archivo original de la ECU y guardarlo ya que en el caso que se produjere algún error en la escritura de un archivo modificado haya la posibilidad restaurar la ECU reescribiendo el archivo original.
- Antes de realizar una escritura se debe realizar una lectura de la ECU con la finalidad de comprobar que las conexiones están bien realizadas y evitar errores durante la escritura.
- Comprobar el estado y funcionamiento del motor para evitar contratiempos, ya que el motor debe estar en óptimas condiciones para ser sometido a pruebas de consumo de combustible, análisis de gases de escape y pruebas en el dinamómetro.