

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE
DESEMPEÑO DEL MOTOR NISSAN A12 AL INSTALAR
UN SISTEMA DE TWIN CAM CON INYECCIÓN
REPROGRAMABLE A TRAVÉS DE UN SISTEMA
INALÁMBRICO ”**

AUTORES: RECALDE REGALADO, RENE REINALDO
UTRERAS QUIROGA, JONATAN XAVIER

**ING. ERAZO LAVERDE, WASHINGTON GERMÁN
DIRECTOR DE TESIS**



Antecedentes

- La utilización del cabezote Twin Cam contribuyó en el avance de la industria automotriz, reduciendo al máximo los sistemas intermediarios entre el árbol de levas y las válvulas, ubicando las barras de levas sobre las válvulas por medio de propulsores hidráulicos, mecánicos o calibrables.
- El sistema electrónico de inyección tiene una unidad electrónica de control (ECU), que almacena las señales provenientes de los sensores instalados en los diferentes subsistemas del motor donde reciben información.
- Los mapeos de variables del motor son registros bidimensionales y/o tridimensionales de los parámetros funcionales de éste. Estos mapas son contruidos para variables de interés, esto si se dispone de un sistema de adquisición de datos y por supuesto de un motor instrumentado adecuadamente.



OBJETIVOS :

➤ Objetivos general

Investigar los parámetros de desempeño del motor Nissan A12 al instalar un sistema de distribución Twin Cam con inyección reprogramable a través de un sistema inalámbrico.



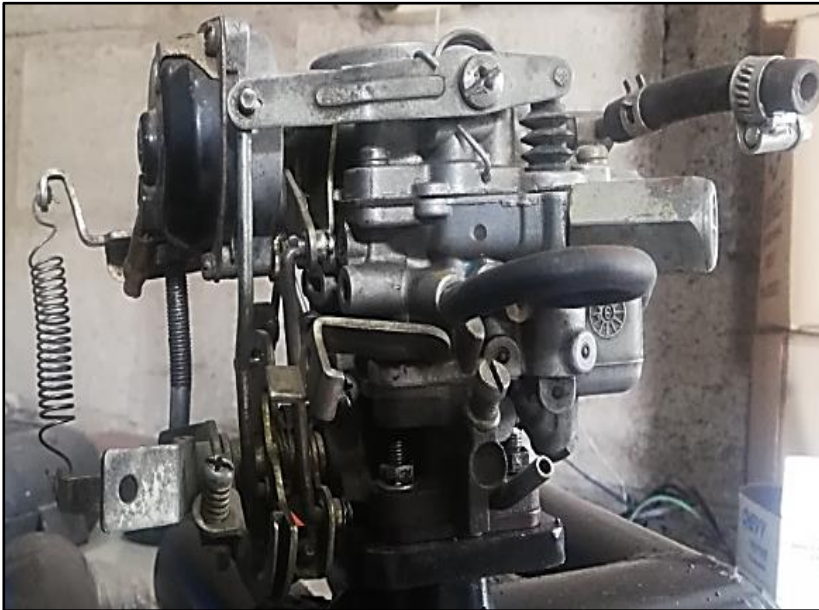
➤ Objetivos específicos

- Recopilar información técnica referente a los sistemas de inyección utilizados en la transformación de carburador a inyección, tomando como referencia un motor Nissan A12.
- Establecer los requerimientos de adaptabilidad de los sistemas distribución Twin Cam con inyección reprogramable a través de un sistema inalámbrico en el motor Nissan A12.
- Selección de elementos eléctricos, electrónicos para la implementación del sistema de distribución Twin Cam con inyección reprogramable a través de un sistema inalámbrico.
- Selección de software y hardware para la inyección reprogramable a través de un sistema inalámbrico.
- Realizar la medición de los parámetros mecánicos del motor Nissan A12 implementado los sistemas de distribución Twin Cam con inyección reprogramable a través de un sistema inalámbrico.



MARCO TEÓRICO:

➤ Sistema de Carburador



Dispositivo mecánico de un motor de explosión destinado a pulverizar el carburante y mezclarlo homogéneamente con el aire en las proporciones convenientes



➤ Sistema Twin Cam



Cabezote Twin Cam, reduce al máximo los sistemas intermediarios entre el árbol de levas y las válvulas, ubicando las barras de levas sobre las válvulas por medio de propulsores hidráulicos, mecánicos o calibrables.



➤ Sistema de inyección de combustible



Se basa en la preparación de la mezcla aire combustible por medio de la inyección electrónica, dosificando el combustible al motor por medio de unidad de control utilizando información proporcionada por los sensores.



➤ Elementos del sistema de inyección electrónica

- **Sensores**
 - **Actuadores**
 - **Unidad de control electrónico**



- **Sensor de posición de la válvula de mariposa (TPS)**

Consiste en una resistencia variable, que hace su variación de tensión con respecto al eje de la mariposa de aceleración.



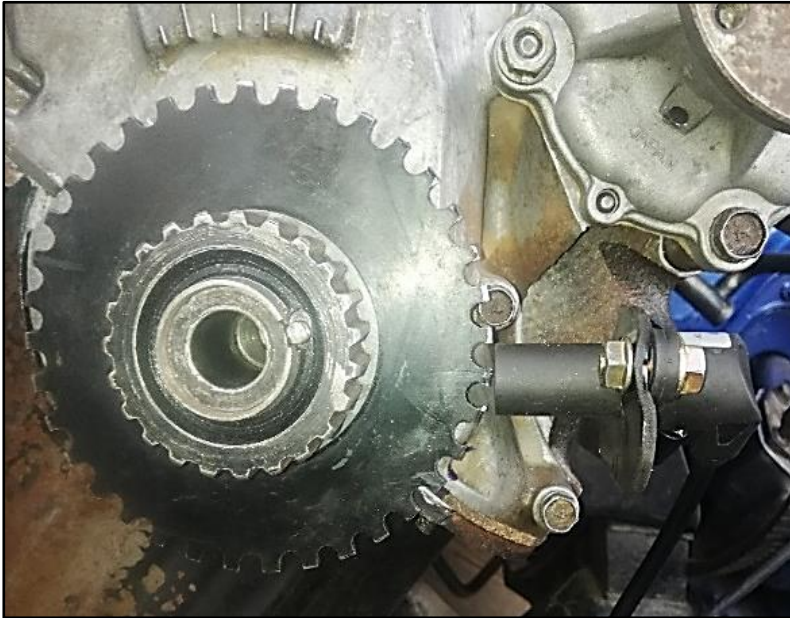
- **Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).**



El sensor MAP es un sensor electrónico, que constantemente supervisa la succión o vacío en el múltiple de admisión, y dependiendo del valor de vacío presente, entrega mayor o menor voltaje a la Unidad de Control Electrónico



- **Sensor de posición del cigüeñal (CKP)**

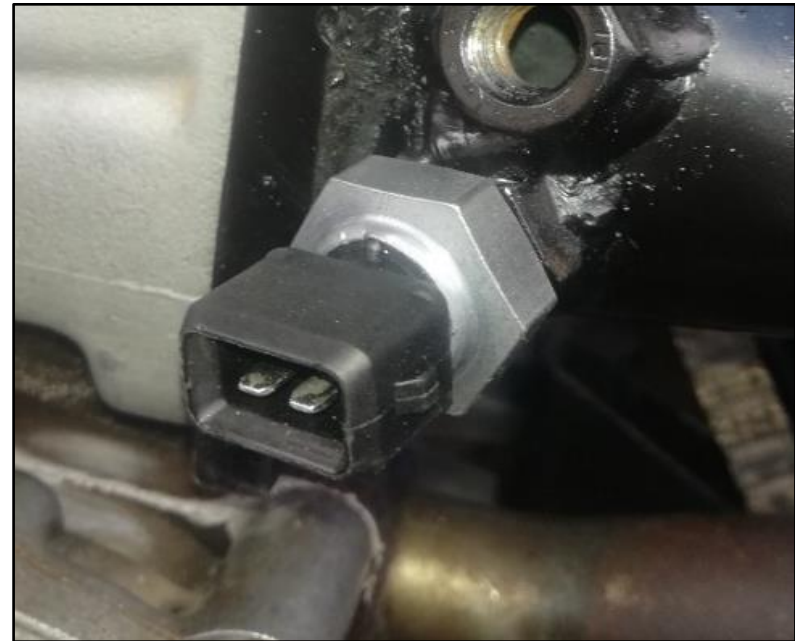


Son empleados para las mediciones de la rotación del cigüeñal y velocidad de gestión de motores. Con la ayuda de ellas se puede determinar la posición del cigüeñal en los diferentes ciclos y tiempos de la inyección y encendido



- **Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)**

Determina la temperatura mediante una resistencia eléctrica variable (Termistor), tipo NTC, que está en contacto directamente con el líquido refrigerante



- **Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)**



Permite al módulo de control corregir el tiempo de inyección con base en la densidad del aire que entra a las cámaras de combustión.



Actuadores:

- **Inyectores.**



Se encarga de inyectar el combustible altamente presurizado en función de la señal generada por la unidad de control electrónico, se encuentra ubicado en el múltiple de admisión



- **Bobina de encendido DIS.**

Se compone de dos enrollamientos primarios y de dos secundarios, cada enrollamiento secundario está unido a dos bujías, generando, por tanto, dos chispas



- **Bomba eléctrica de combustible.**

Succiona el combustible del depósito y suministra permanentemente el volumen de combustible necesario en dirección al sistema de inyección de alta presión.



Unidad de control electrónico :

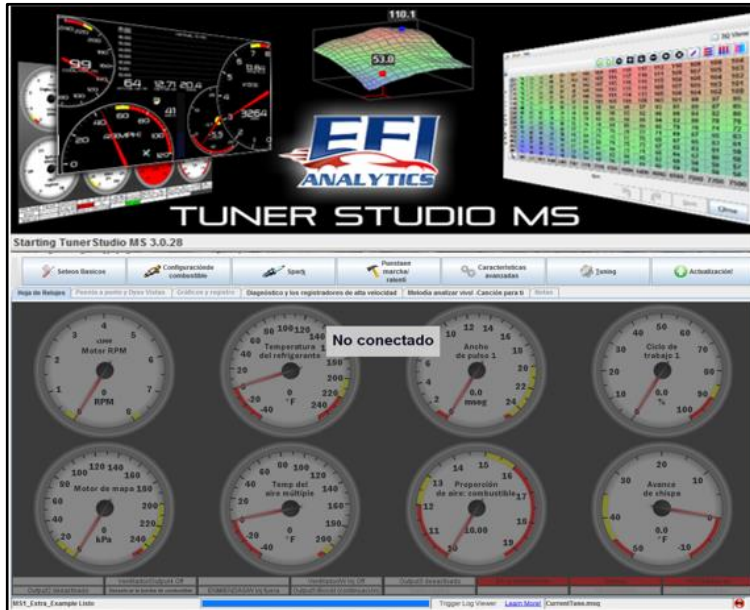
- **Computadora reprogramable MegaSquirt-II.**



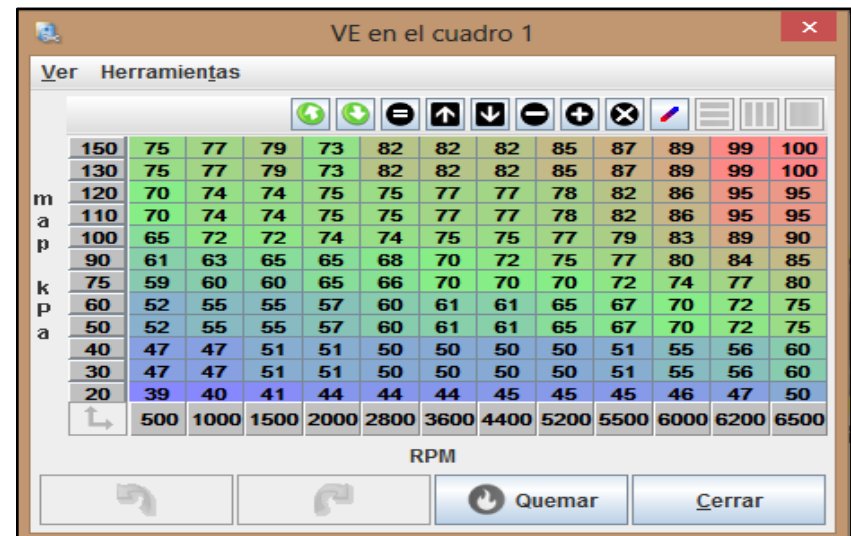
Es un controlador universal de combustible de inyección electrónica que se puede hacer trabajar en cualquier motor de combustión interna de encendido por chispa .



- Software de programación.



El software compatible con la unidad MegaSquirt será **TunerStudio MS** el cual es un software libre, que permite modificar y visualizar los mapas de inyección de combustible, avance al encendido, mezcla aire/combustible.



- **Sistema inalámbrico Bluetooth**



La tecnología Bluetooth tiene como fin de crear un sistema normalizado para la transmisión de datos por medio de radiofrecuencia de corta distancia.



➤ Características técnicas del motor Nissan A12 .

Parámetros del motor Nissan A12	
Modelo	Datsun 120Y A12
Cilindraje	1171 cm ³
Numero de cilindros	4 cilindros en línea OHV
Distribución	2 válvulas por cilindro
Carrera	70mm
Diámetro del pistón	73mm
Compresión	105 psi
Combustible	Gasolina Extra 87 octanos
Alimentación	Carburador de doble Venturi,
Material	Bloque de cilindros de hierro fundido
Potencia motor	38.35 hp SAE @ 5200 rpm
Torque	6.318 kg/m @ 4000 rpm
Sistema de encendido	Convencional
Lubricante	20W40
Sistema de lubricación	A presión por bomba de piñón interno
Capacidad de lubricante	3.6 Litros



IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS.

- **Sistema Twin Cam**
 - **Sistema inyección electrónica reprogramable**
 - **Sistema inalámbrico.**



➤ Sistema de Twin Cam

Consideraciones:

- Desconectar los bornes y retirar la batería
- Desconectar los cables de conexión del sistema de encendido
- Retirar las mangueras de los conductos de refrigeración del radiador hacia el motor
- Desmontar el motor de la carrocería
- Fijar el motor
- Retirar la tapa de válvulas
- Aflojar los pernos del cabezote, múltiple de escape y admisión, con la herramienta adecuada
- Retirar el cabezote

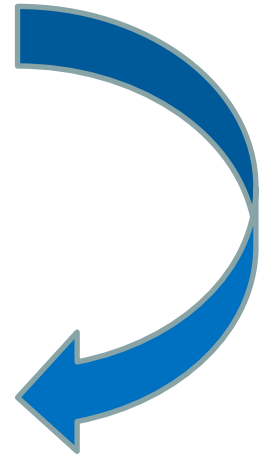


▪ Adaptación del cabezote Twin Cam

Desmontar el motor de la carrocería,



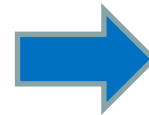
Datos de medición como: diámetro del pistón, carrera, conductos de agua y aceite.



Adaptación del cabezote Twin Cam



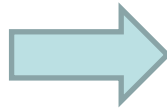
Distancia entre huecos de sujeción basándonos en la geometría del empaque.



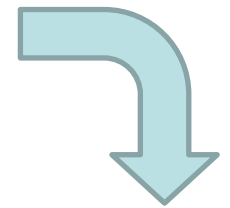
Adaptación del cabezote Twin Cam



Pruebas de sujeción.



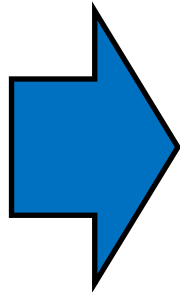
Relación de compresión



La relación de compresión que este dentro el rango estableció que en este caso es de 8:1 a 12:1



■ Armado del motor Nissan A 12

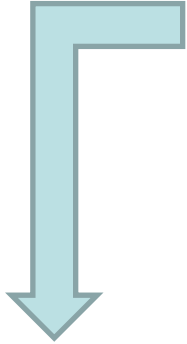


Los pernos de sujeción del cabezote cumplen con un torque el cual se encuentra en el manual del motor para este caso es de 55 N.m



■ Armado del motor Nissan A 12

Existen dos tipos de taques: hidráulicos y mecánicos. En este caso vamos a utilizar los taques mecánicos.



El armado de los árbol de levas tiene que ser ajustado de adentro hacia afuera como las manecillas de reloj y finalmente armar el sistema de distribución



➤ Sistema inyección reprogramable inalámbrico.

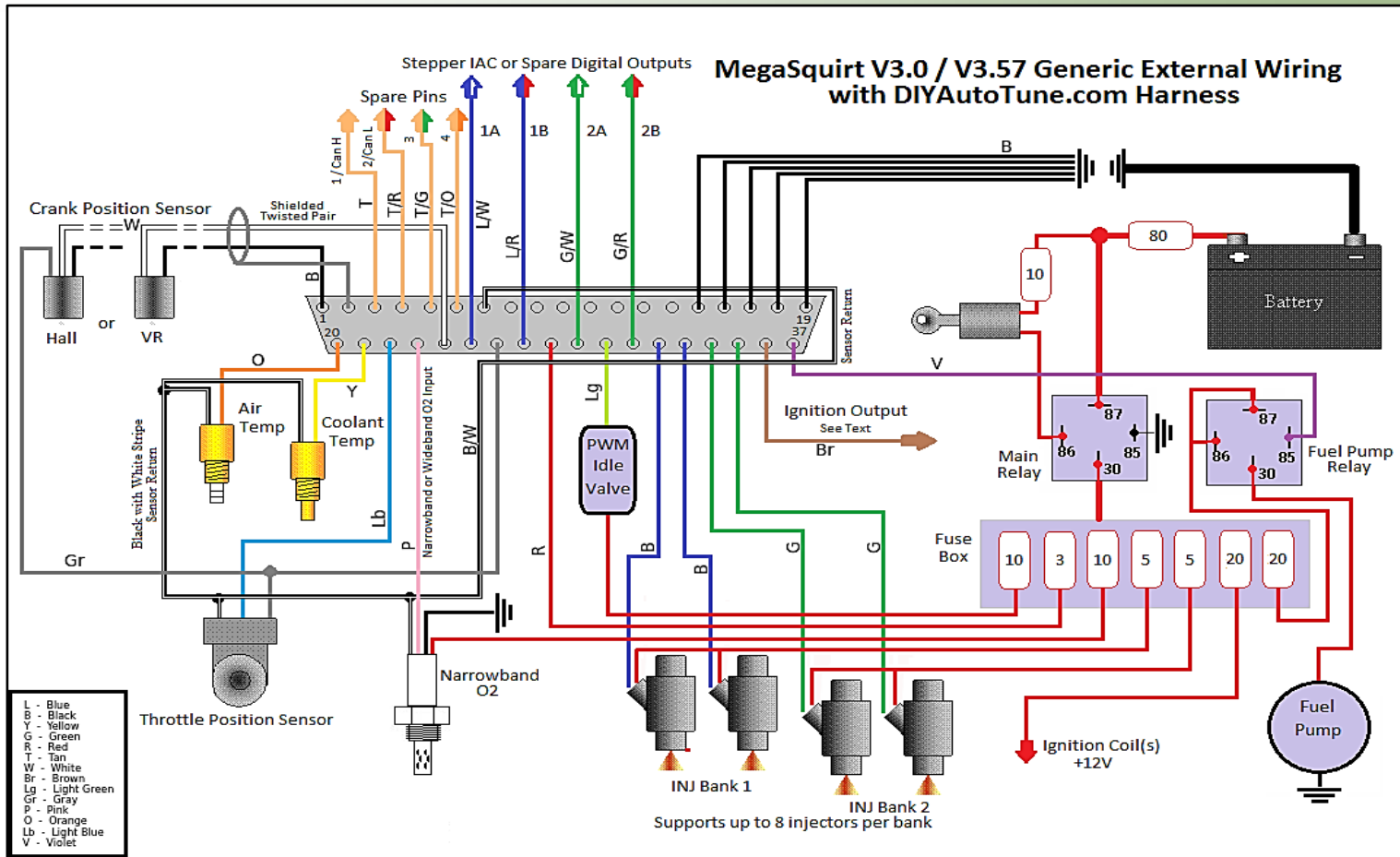
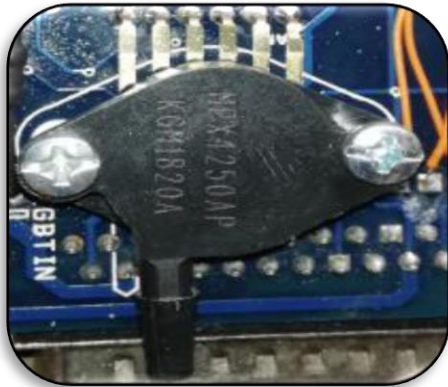


Diagrama eléctrico de la computadora reprogramable MegaSquirt-II



Implementación de Sensores

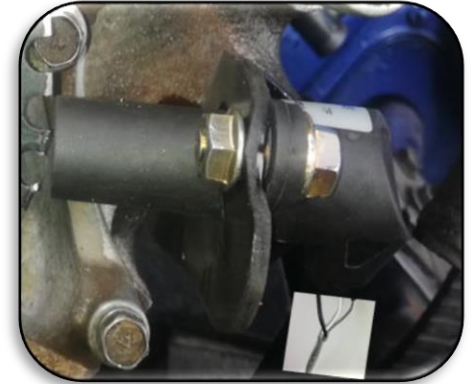
Sensor MAP



Sensor TPS



Sensor CKP



Sensor IAT



Sensor ECT

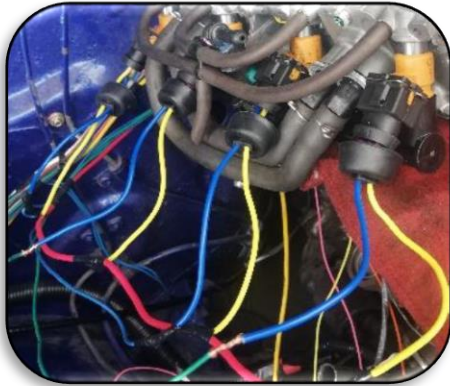


Computadora reprogramable



Implementación de Actuadores.

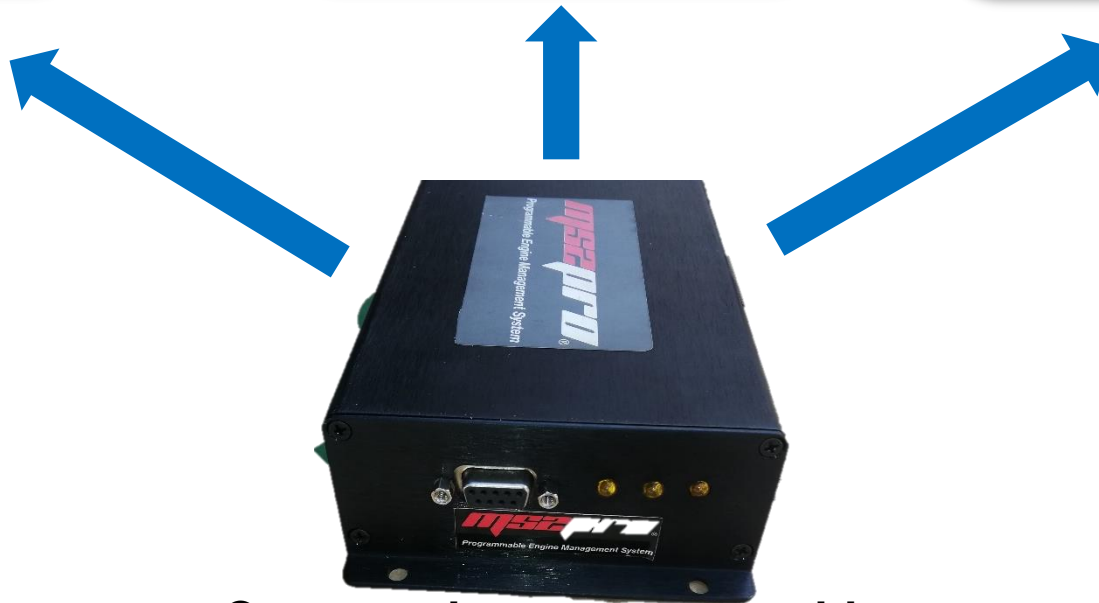
Inyectores



Bobina DIS



Bomba de combustible



Computadora reprogramable



➤ Sistema inalámbrico.

Instalación del Bluetooth



Bluetooth



Conector DB9



ECU



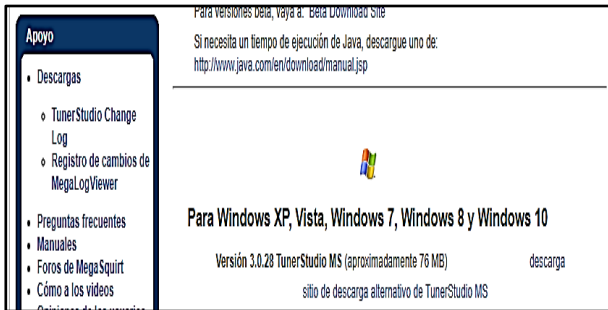
Programación ECU MegaSquirt-II.

- **Instalación del software.**
 - **Creación nuevo proyecto**
 - **Configuración de Bluetooth**
 - **Configuración de sensores y actuadores.**
 - **Mapas de reprogramación**

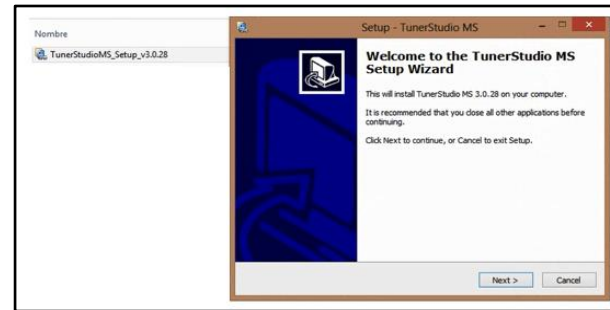
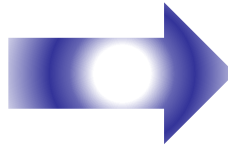


➤ Instalación del software.

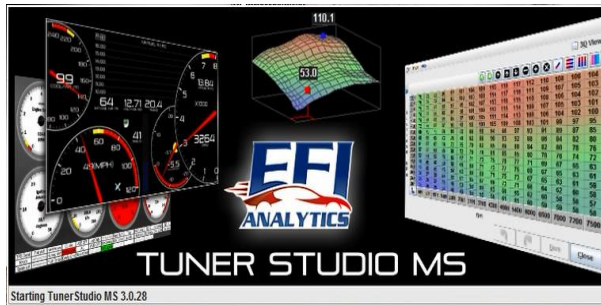
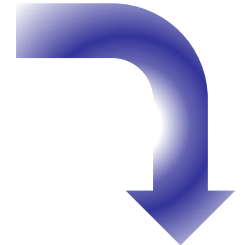
Proceso de instalación:



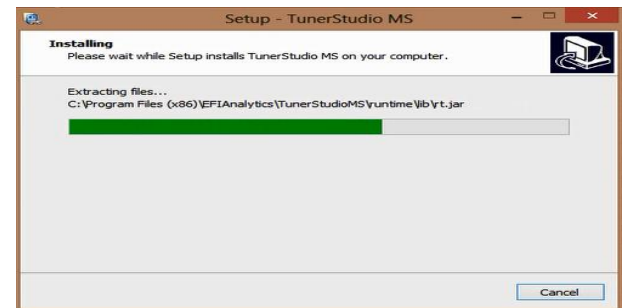
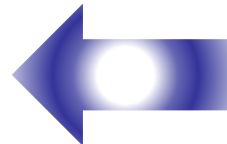
Descarga del software.



Instalación del software



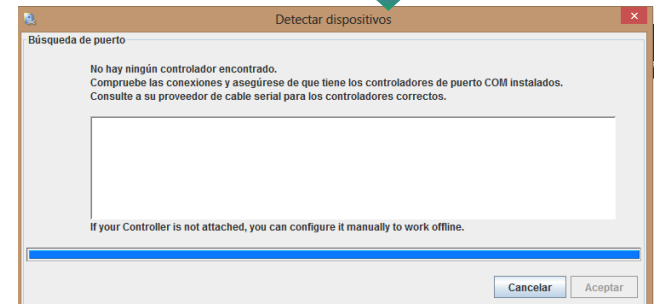
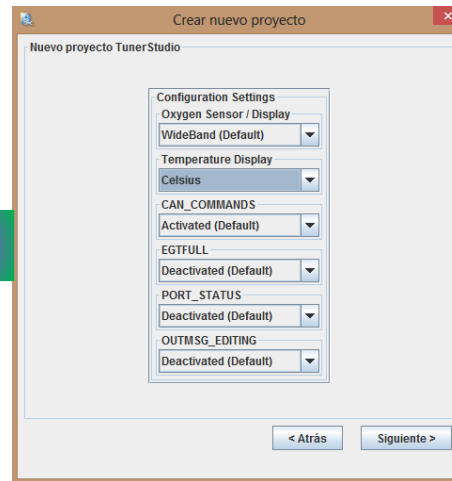
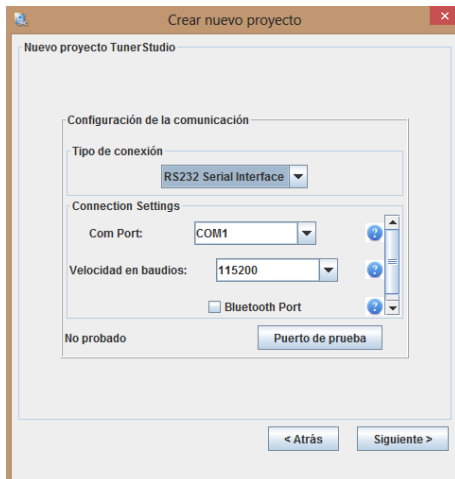
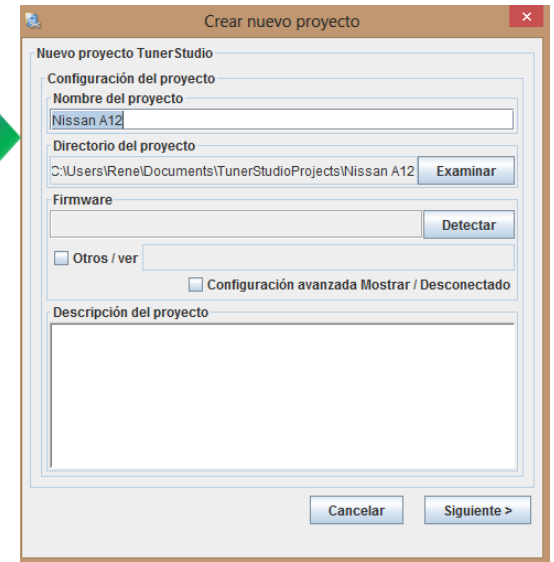
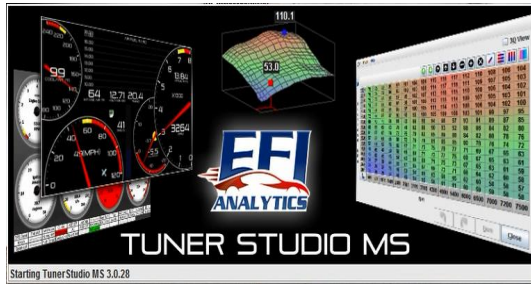
Finalización de la instalación



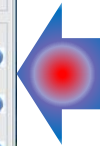
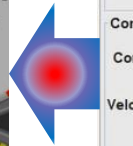
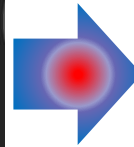
Cargar el programa



➤ Creación nuevo proyecto

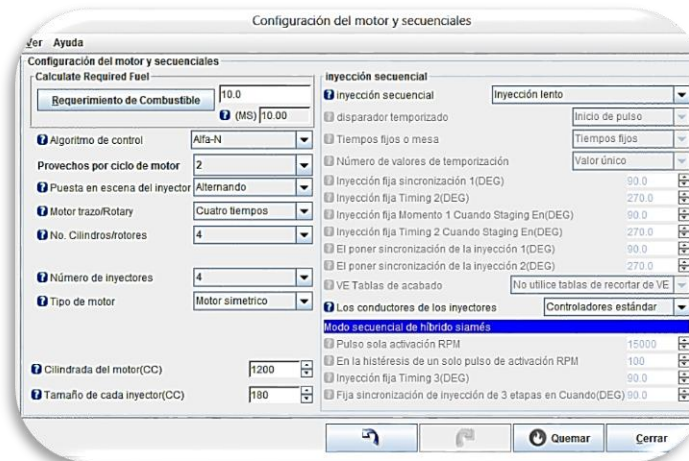
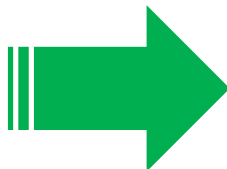


➤ Configuración de Bluetooth

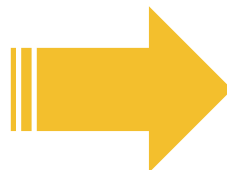
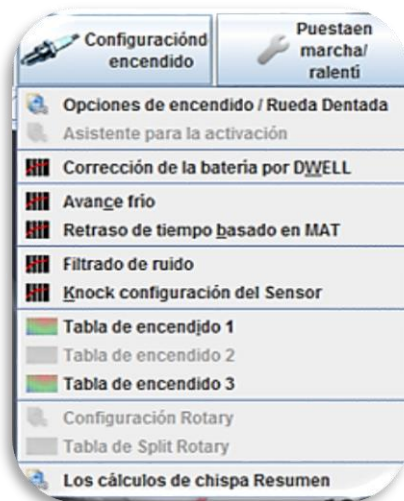


➤ Configuración de sensores y actuadores.

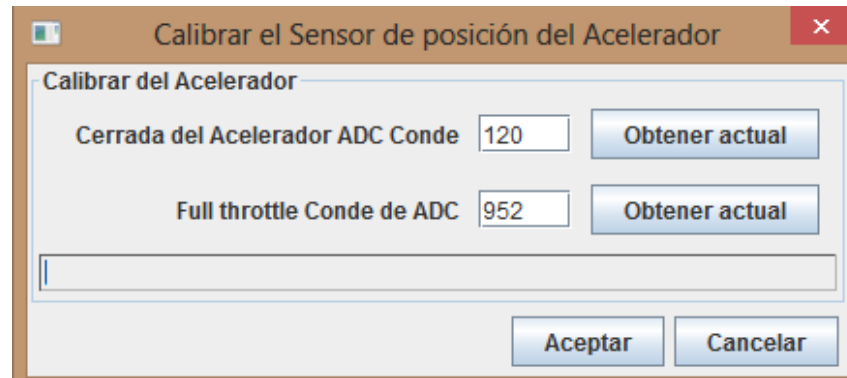
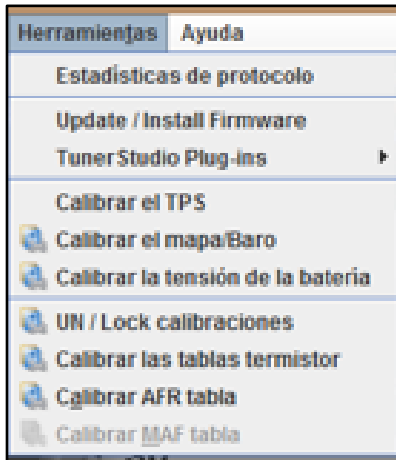
• Datos de motor.



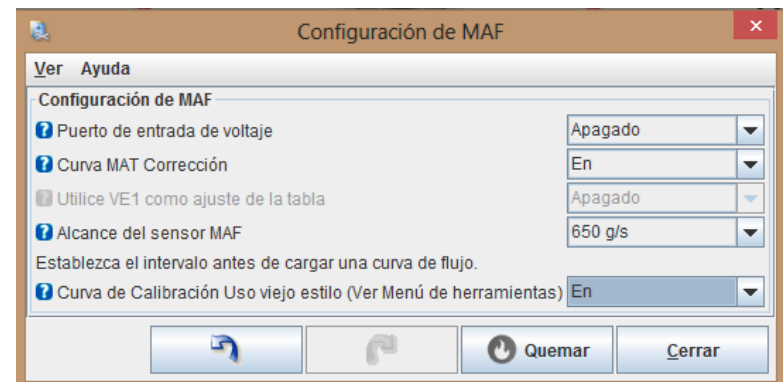
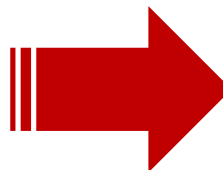
• Sincronización de la rueda fónica



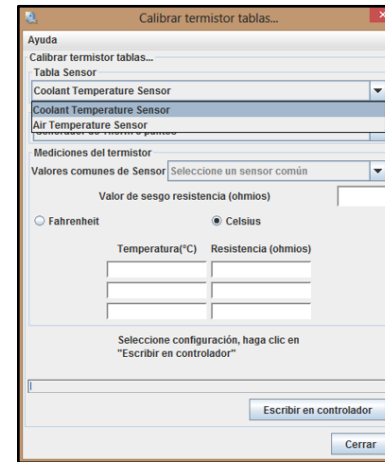
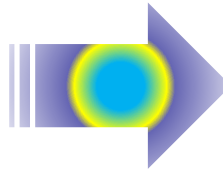
• Calibración de sensor TPS



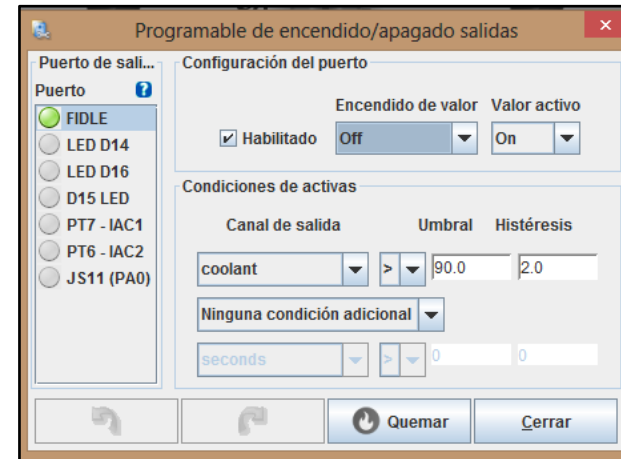
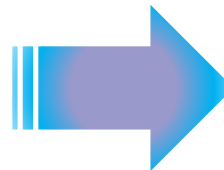
• Programación del sensor MAP



- Programación de los sensores ECT e IAT

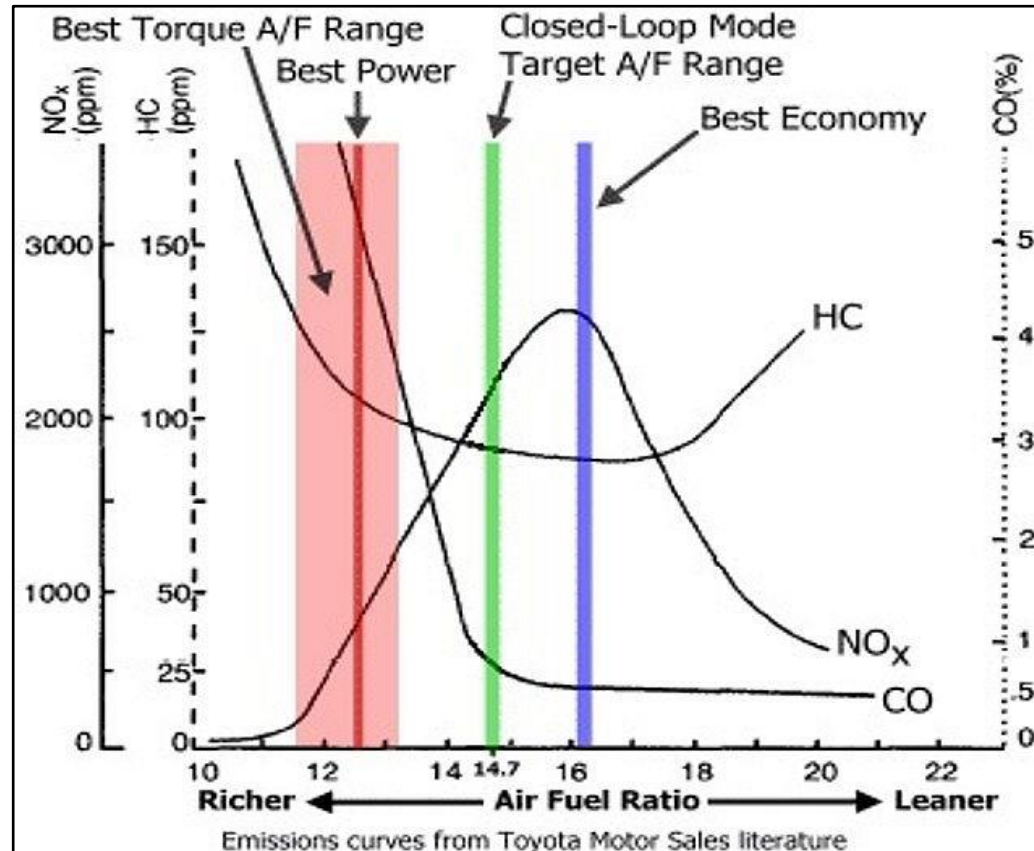


- Activación electro ventilador



➤ Mapas de reprogramación

Relación Aire Combustible.



- **Primer mapeo de la computadora reprogramable**

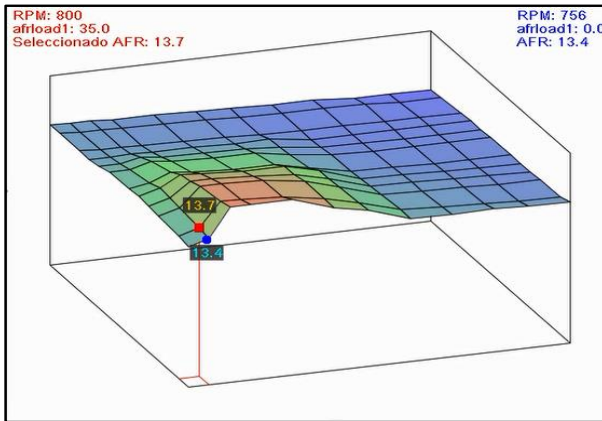
Parámetros	Descripción	Imagen
AFR	En la relación aire combustible se empezó con un factor de 15:4 de relación aire combustible.	<p>RPM: 800 afload1: 35.0 Seleccionado AFR: 13.7</p> <p>RPM: 2332 afload1: 0.1 AFR: 15.4</p>
VE	Fue considerado una eficiencia volumétrica de carga de combustible de un 40%.	<p>RPM: 801 carga de combustible: 10.0 Seleccionado %: 30</p> <p>RPM: 787 carga de combustible: 0.0 %: 26</p>
Inyección	Para el avance del encendido fue estimado, 15 grados de adelanto	<p>RPM: 900 ignload: 25.0 Seleccionado deg: 17.8</p> <p>RPM: 686 ignload: 0.1 DEG: 15.7</p>



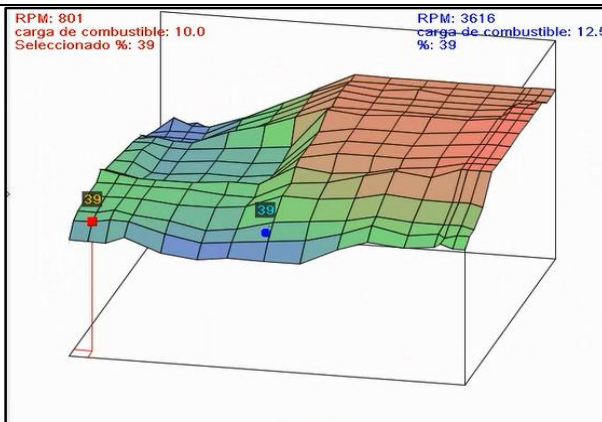
- Segundo mapeo de la computadora reprogramable.

Parámetros	Descripción	Imagen
------------	-------------	--------

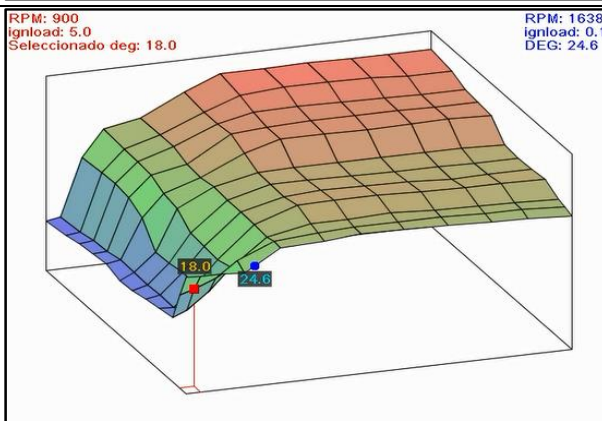
AFR Para mejorar su rendimiento se colocó una relación de 13.4 de aire y combustible



VE El porcentaje de eficiencia volumétrica fue aumentada en un 10%.



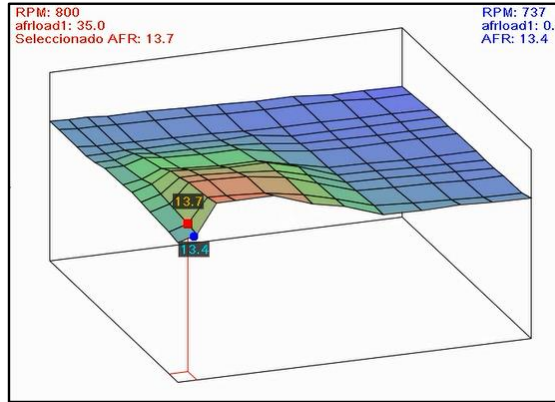
Inyección En esta calibración fue aumentado unos 24 grados de adelanto a la inyección.



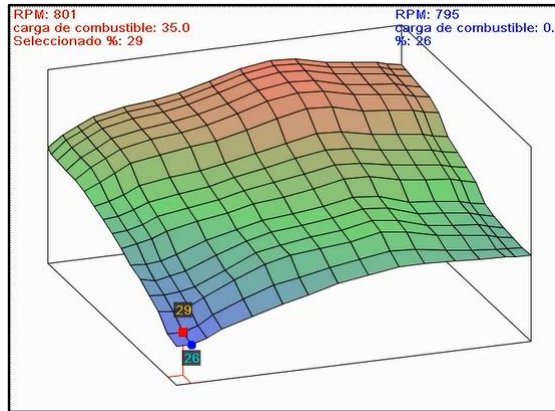
- **Tercer mapeo de la computadora reprogramable.**

Parámetros	Descripción	Imagen
------------	-------------	--------

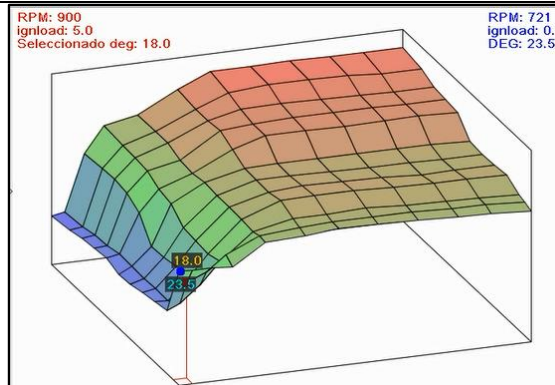
AFR En este parámetro se colocó una relación aire combustible 13.7 para poder estar en punto intermedio de anteriores programaciones.



VE En eficiencia volumétrica lo que se busco es tener una rango equivalente del funcionamiento del motor.



Inyección Se tomó como referencia las anteriores reprogramaciones se cola un avance de encendido intermedio de 19.2 grados de adelanto.



ANÁLISIS DE PRUEBA DINÁMICA DE DESEMPEÑO Y CONSUMO.

- **Análisis comparativo de potencia y torque**
 - **Comparación de consumo de combustible**



➤ Análisis comparativo de potencia y torque

• Proceso de prueba del Dinamómetro

Pasos	Descripción	Imagen
Ubicación de vehículo en el dinamómetro	En este caso el vehículo posee transmisión posterior por lo cual se ubicó las ruedas traseras sobre el rodillo del dinamómetro	
Anclaje de vehículo	En el anclaje del vehículo es muy importante tomar todas las medidas de seguridad como correas en buen estado anclar en lugares adecuados del vehículo donde no rosen con las ruedas y estén bien tensionadas.	
Ingreso de datos técnicos del motor	Para empezar con tomas de potencia y torque se ingresó los datos principales del vehículo.	
Poner en marcha el vehículo	Se empezó, a acelerar el vehículo hasta alcanzar más de 5000 revoluciones	
Obtener datos torque y potencia	Para obtener datos confiables de torque y potencia se realizó tres pasadas en el dinamómetro.	



- **Porcentaje de ganancia de potencia**

Primera reprogramación

	RPM del motor	Potencia a las ruedas (Hp)	Potencia Máxima del motor (Hp)
Estándar	4500	29.5	38.35
Primera reprogramación	4600	47.6	61.88
Ganancia Neta		18.1	23.53
% de ganancia		38.03%	38.03%

Segunda reprogramación

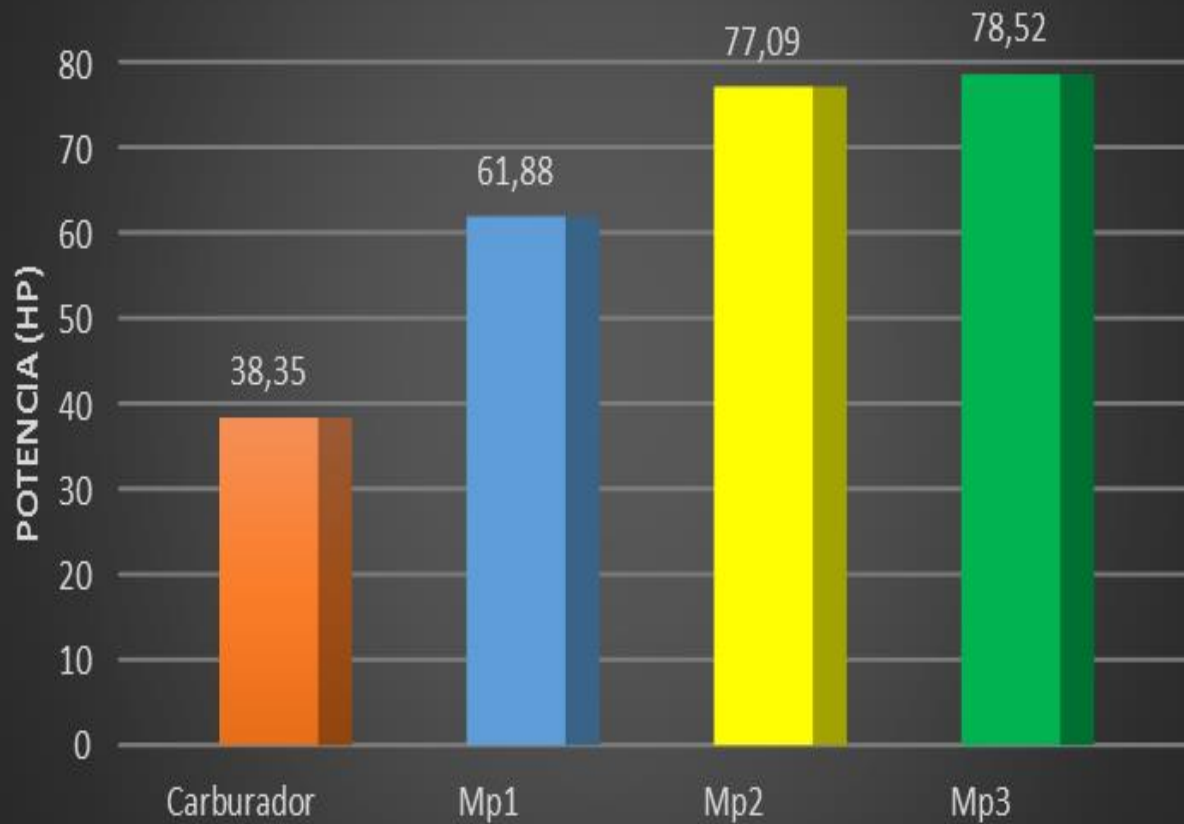
	RPM del motor	Potencia a las ruedas (Hp)	Potencia máxima del motor (Hp)
Estándar	4500	29.5	38.35
Segunda reprogramación	5800	59.3	77.09
Ganancia Neta		29.8	38.74
% de ganancia		50.25%	50.25%

Tercera reprogramación

	RPM del motor	Potencia a las ruedas (Hp)	Potencia máxima del motor (Hp)
Estándar	4500	29.5	38.35
Tercera reprogramación	5400	60.4	78.52
Ganancia Neta		30.9	40.17
% de ganancia		51.16%	51.16%



COMPARACIÓN DE POTENCIA



GANANCIA NETA DE POTENCIA



- **Porcentaje de ganancia de torque**

Primera reprogramación

	RPM del motor	Torque a las ruedas (Kgm)	Torque máximo del motor (Kgm)
Estándar	4000	4.86	6.31
Primera reprogramación	4200	7.57	9.841
Ganancia Neta		2.71	3.531
% de ganancia		35.80%	35.80%

Segunda reprogramación

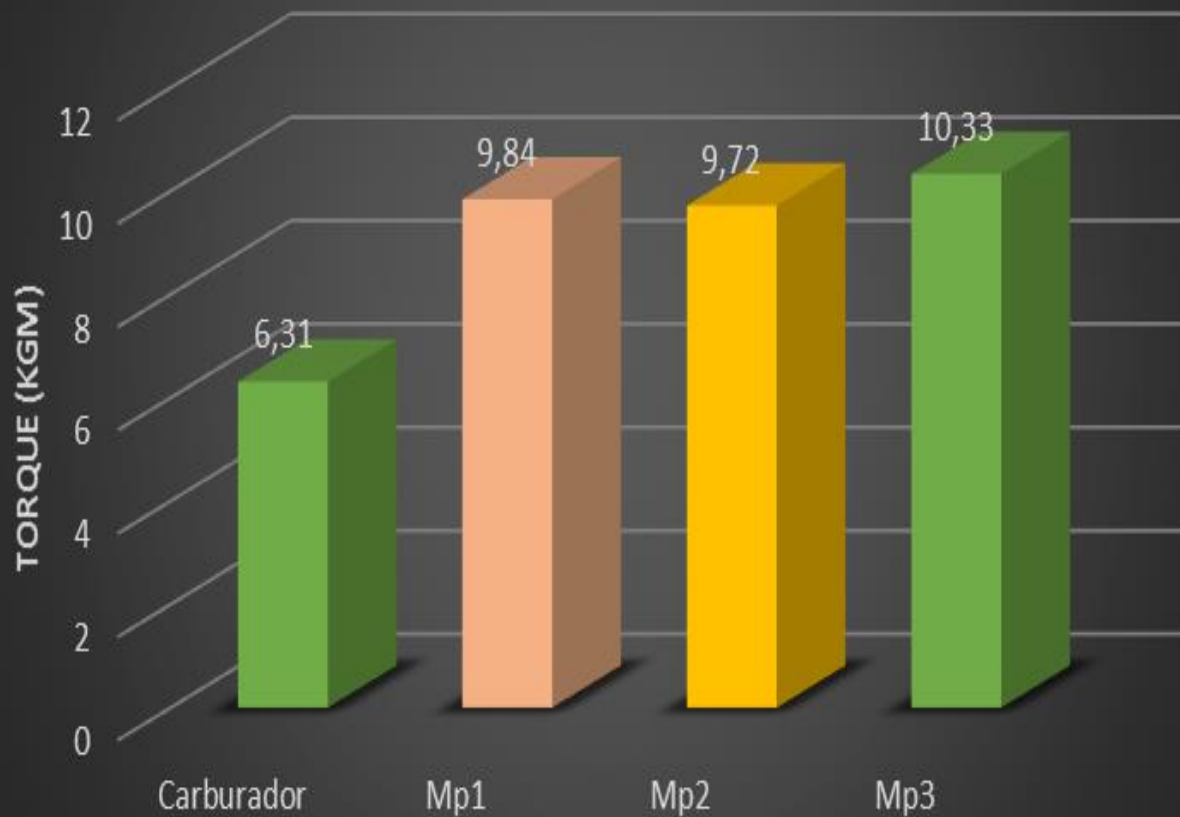
	RPM del motor	Torque a las ruedas(Kgm)	Torque máximo del motor (Kgm)
Estándar	4000	4.86	6.31
Segunda reprogramación	4500	7.48	9.724
Ganancia Neta		2.62	3.414
% de ganancia		35.03%	35.03%

Tercera reprogramación.

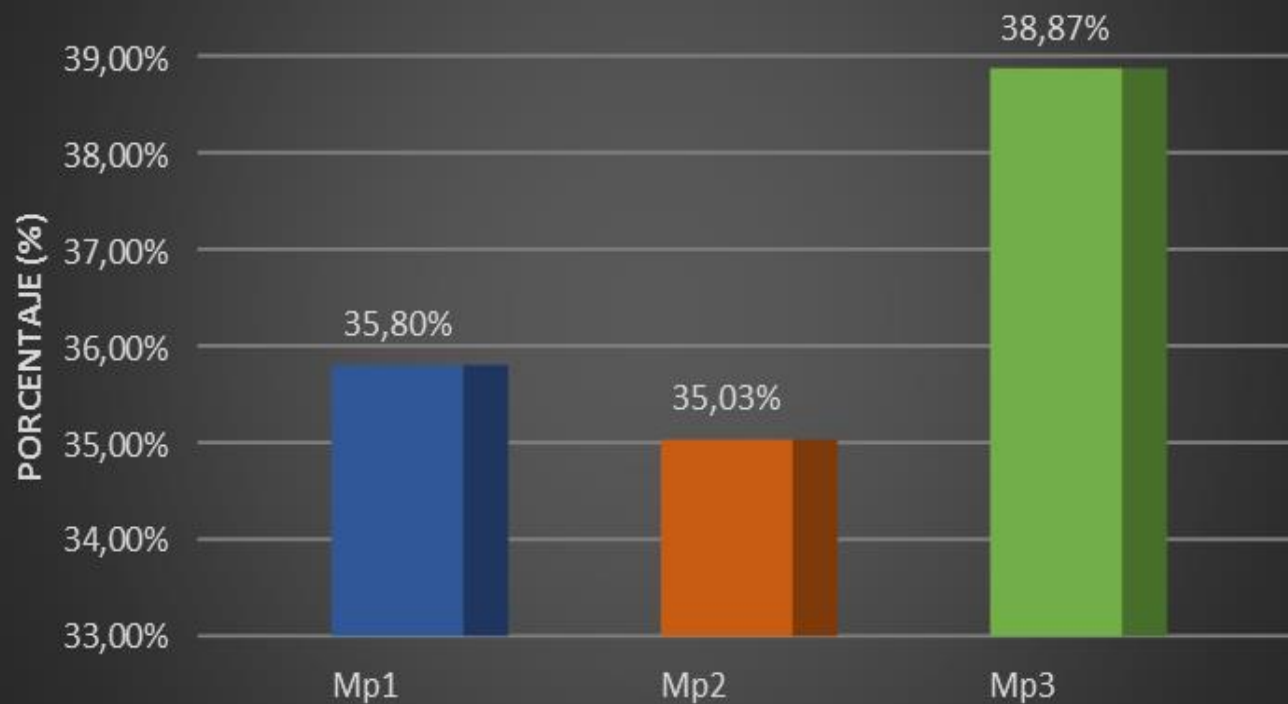
	RPM del motor	Torque a las ruedas(Kgm)	Torque máximo del motor (Kgm)
Estándar	400	4.86	6.31
Tercera reprogramación	5400	7.95	10.33
Ganancia Neta		3.09	4.024
% de ganancia		38.87%	38.87%



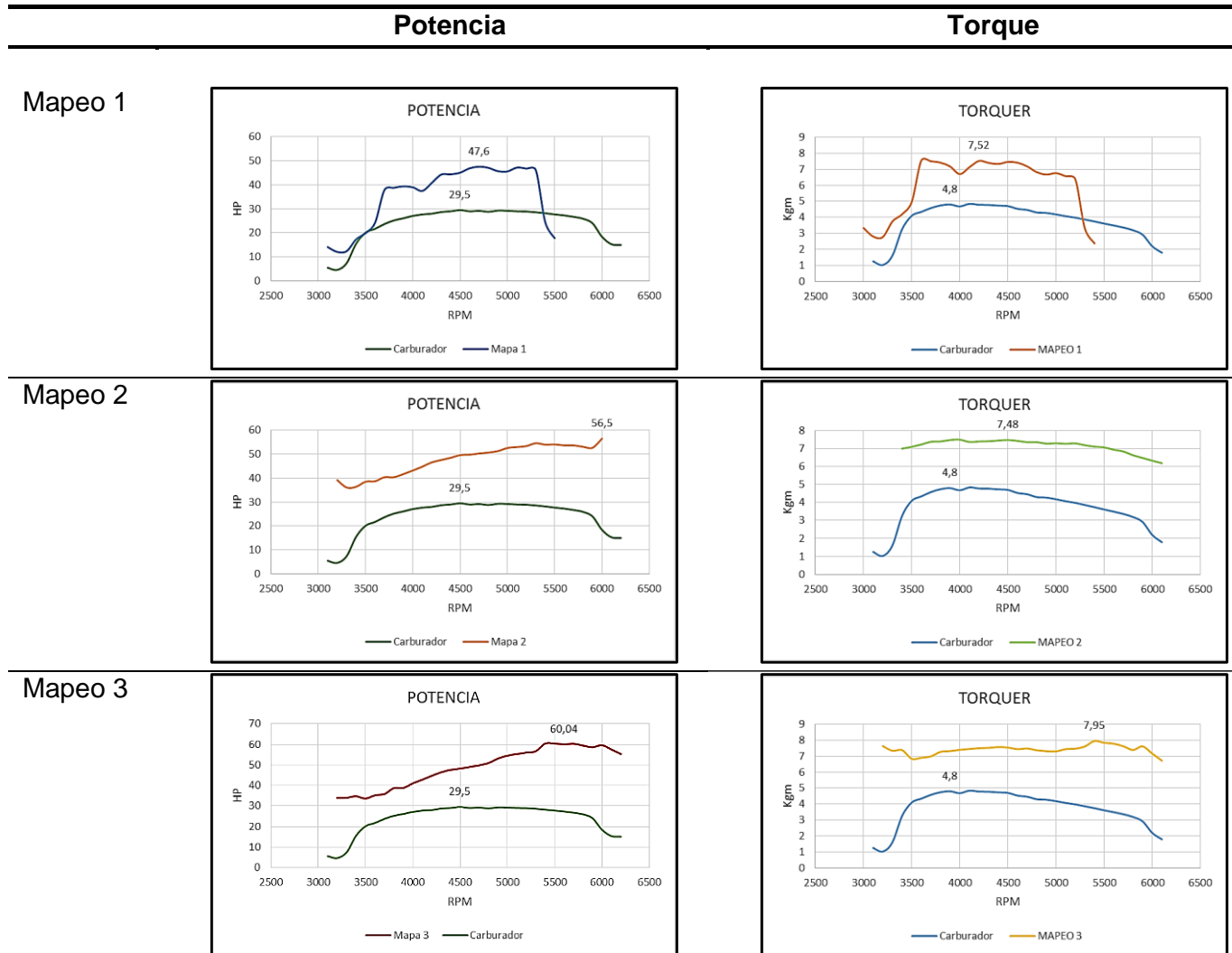
COMPARACIÓN TORQUE



GANANCIA NETA DE TORQUE



- **Graficas de potencia y torque**



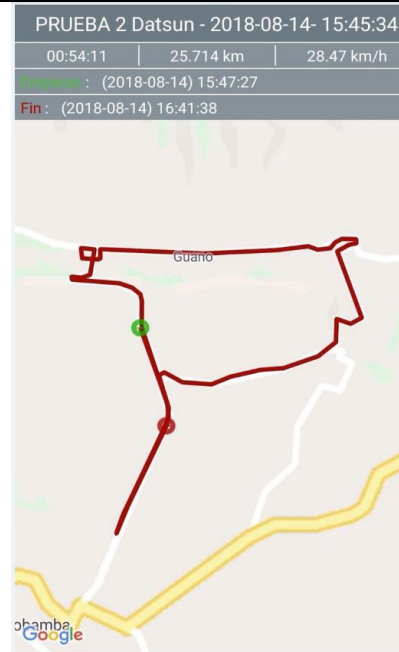
➤ Comparación de consumo de combustible

- Prueba de consumo de combustible

Procedimiento	Descripción	Imágenes
Instalación del depósito de combustible	Para realizar las pruebas de consumo de combustible se adecuó un depósito en el cual se llenó, con un galón exacto de combustible.	
Establecer la ruta	Fue establecida una ruta en la cual comienza desde la gasolinera Petroecuador ubicada vía a Guano, la ruta sigue todo el pueblo de Guano.	
Llenado de combustible	Se colocó un galón exacto de combustible directamente del surtidor al depósito.	



Distancia recorrida Con el deposito previ6 cargado con un gal6n de combustible se procedi6 hacer el recorrido con una velocidades promedio de 40Km/h, 60Km/h, y 80Km/h. Hasta que se consuma la totalidad de combustible y determinar la distancia recorrida.



C6culos Se aplic6 f6rmulas de cambio de unidades, para la obtenci6n del consumo y distancia recorrida la cual se tom6 como base 20 Km.

1 litro = 0.264172 galones
1 gal6n = 3,78541 litros

$$\text{Consumo} = \frac{20 \text{ Km} * 1 \text{ galon}}{\text{distancia rrecorrida}}$$

$$\text{Distancia (Km/gal)} = \text{Distancia} / \text{Consumo}$$

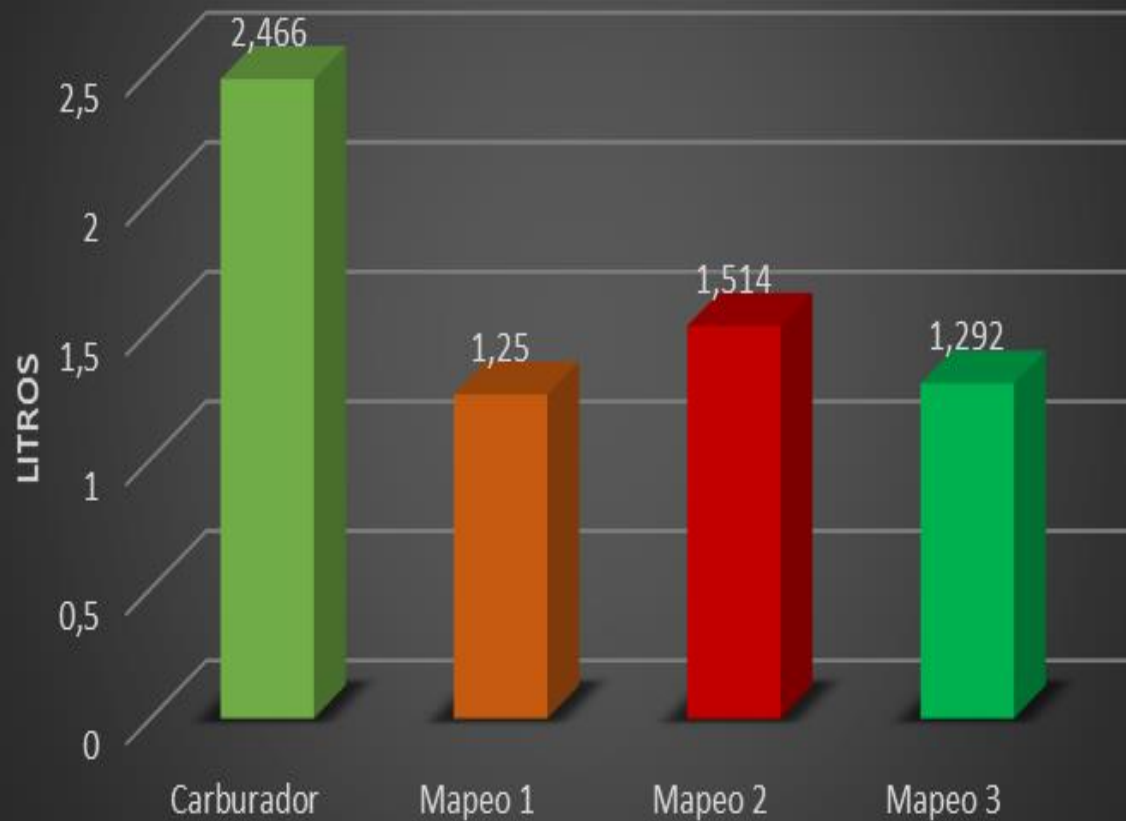


- Promedio de consumo de combustible

Velocidad (Km/h)	Recorrido (Km)	Carburador (litros)	Mapeo 1 (litros)	Mapeo 2 (litros)	Mapeo 3 (litros)
40	20	1.927	0.872	0.790	0.675
60	20	2.527	1.109	1.322	1.236
80	20	2.944	1.769	2.431	1.966
Promedio:		2.466	1.250	1.514	1.292



CONSUMO DE COMBUSTIBLE

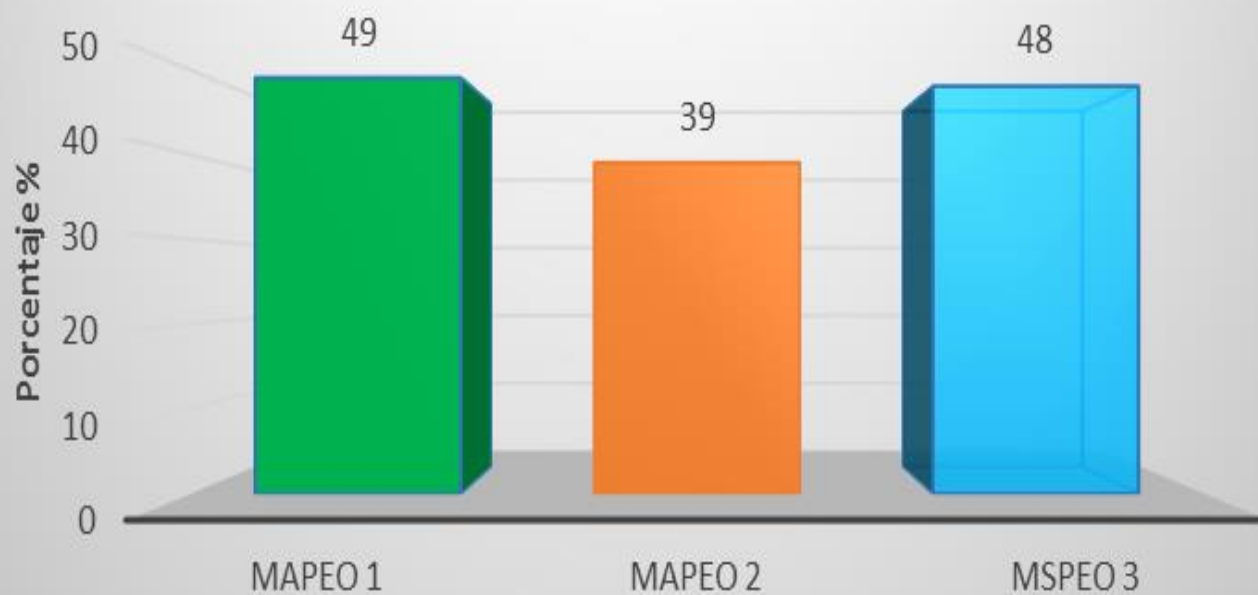


- **Porcentaje de consumo de combustible.**

	Mapeo 1 (litros)	Mapeo 2 (litros)	Mapeo 3 (litros)
Inyección	1.25	1.514	1.292
Carburador (litros)	2.466	2.466	2.466
Ganancia Neta	1.216	0.952	1.174
Porcentaje %	49%	39%	48%



PORCENTAJE DE CONSUMO



CONCLUSIONES

- Se indagó mediante fuentes bibliográficas, la forma de mejorar el rendimiento mecánico a través de la implementación de un sistema Twin Cam.
- Se realizó la investigación de desempeño del motor Nissan A12 a través de la implementación del sistema twin cam con inyección reprogramable a través de un sistema inalámbrico.
- Se seleccionó los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos para la implementación del sistema Twin Cam con inyección reprogramable a través de un sistema inalámbrico.
- Con la ayuda de catálogos se seleccionó el cabezote twin cam idóneo para la investigación.
- Con el apoyo de una ECU reprogramable se logró configurar mapeos de relación aire combustible, eficiencia volumétrica y adelantos a la inyección.



- Con la implementación del sistema twin cam con inyección reprogramable hubo un incremento de torque como resultado más de un 38.87 % eficiencia en el motor Nissan A12 lo cual sobrepaso al objetivo planteado.
- Mediante un sistema de reprogramación inalámbrico se logró una comunicación más sencilla entre la ECU reprogramable y el software dedicado TunerStudio.
- Se realizó la medición y comparación de los parámetros mecánicos del motor Nissan A12 entre el sistema convencional y el sistema electrónico, dando como resultado mejor eficiencia en el sistema electrónico.
- Al implementar el sistema de inyección con ECU reprogramable y generar tres modelos de reprogramación se logró concluir que el primer modelo es el más eficiente en consumo de combustible con un porcentaje de 1.25 litros por cada 20km de recorrido a diferencia del sistema carburador que tiene un porcentaje de consumo de 2.46 litros por cada 20km de recorrido con velocidad promedio de 40 a 80 km/h



RECOMENDACIONES

- Revisar el manual de servicio del motor para verificar cada uno de los sistemas mecánicos, eléctricos para evitar posibles fallas al realizar las primeras pruebas en el dinamómetro.
- En la implantación del sistema Twin Cam, desconectar la batería y todas las conexiones ubicadas en el motor.
- Se recomienda desmontar el motor para una mejor visualización y adaptación del sistema Twin Cam.
- En la instalación del cabezote verificar las entradas, salidas de refrigeración y lubricación que se encuentren conectadas con el bloc del motor.
- Investigar que los cálculos de relación de compresión en el rango establecido que es de 8:1 a 11:1.
- Verificar las conexiones de los sensores implementados ya que son de suma importancia para el funcionamiento de la ECU y tomar en cuenta el sensor CKP que se encuentre en un Angulo de 90° para su funcionamiento.



GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA