



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**Escuela de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

**Optimización del tiempo de inyección de combustible para el incremento de potencia del motor de la motocicleta Yamaha FZ1-N (2D1J) en la ciudad de Cuenca.**

***TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ***

**Autor**

Juan Pablo Alvarez Moscoso

**Director**

Ing. Andrés López Hidalgo

**Cuenca- Ecuador**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A mis padres.

## **AGRADECIMIENTO**

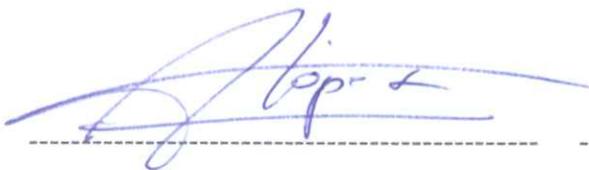
A Dios, a mis padres y a todas las personas que estuvieron involucradas en este trabajo.

**OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE  
PARA EL INCREMENTO DE POTENCIA DEL MOTOR DE LA  
MOTOCICLETA YAMAHA FZ1-N (2D1J) EN LA CIUDAD DE CUENCA.**

**RESUMEN**

Con el desarrollo de este proyecto se pretende estudiar el aumento de la potencia en la motocicleta Yamaha Fz1-N. Para conseguir esto, es necesario conocer el funcionamiento del sistema de inyección de combustible, sus componentes, así como también los equipos necesarios de medición que nos puedan brindar información para poder en base a pruebas, lecturas y modificaciones, determinar los valores reales en cada fase de experimentación. Se parte de pruebas iniciales donde se conoce la potencia real estándar de la Yamaha FZ1-N, el pulso de inyección normal y el modificado. Posteriormente mediante un equipo denominado *Piggyback* de la marca *Two Brothers*, se modificarán una serie de valores previamente analizados y estudiados en puntos determinados para encontrar una potencia máxima, al final se establecen diferentes mapas de inyección los cuales como objetivo principal es obtener un aumento en la potencia del motor a máximas revoluciones.

**Palabras clave:** aumento de potencia, Yamaha Fz1-N, experimentación, pulso de inyección, piggyback, mapas de inyección.



Andrés López Hidalgo

**Director del Trabajo de Titulación**



Mateo Coello Salcedo

**Director de Escuela**



Juan Pablo Alvarez Moscoso

**Autor**

**OPTIMIZATION OF FUEL INJECTION TIME FOR THE INCREASE OF  
ENGINE POWER OF A YAMAHA FZ1-N (2D1J) MOTORCYCLE IN CUENCA.**

**ABSTRACT**

This project aimed to study the increase of power in a Yamaha Fz1-N motorcycle. It was necessary to know the operation of the fuel injection system and its components. It was also compulsory to determine the equipment that could provide information to measure real values in each phase of experimentation based on tests, readings and modifications. The real standard power of the Yamaha FZ1-N, the normal and modified injection pulse were determined in the initial tests. Subsequently, a series of values previously analyzed and studied at specific points were modified to find maximum power through an equipment called Piggyback of the brand Two Brothers. Finally, different injection maps were established in order to obtain an increase in engine power at maximum revolutions.

**Keywords:** power increase, Yamaha FZ1-N, experimentation, injection pulse, piggyback, injection maps.



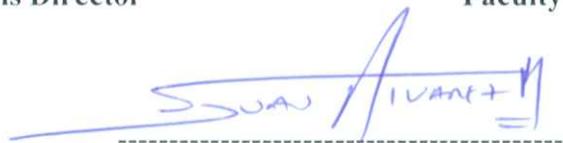
Andrés López Hidalgo

**Thesis Director**



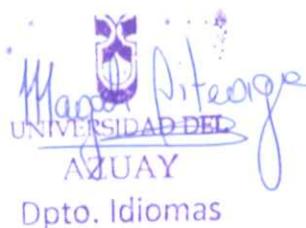
Mateo Coello Salcedo

**Faculty Director**



Juan Pablo Alvarez Moscoso

**Author**



Magda Piteage  
UNIVERSIDAD DEL  
AZUAY  
Dpto. Idiomas



Translated by

Ing. Paul Arpi

## INDICE

CAPITULO I: Introducción.....	1
1.1 Antecedentes generales.....	2
1.2 Motivación, justificación e importancia de la investigación.....	3
1.3 Problemática.....	3
1.3.1 Problemas Específicos.....	4
1.4 Formulación del problema.....	4
1.5 Objetivos de la Investigación.....	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivo Específico.....	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	6
2.1 Historia y evolución de los diferentes sistemas de inyección de combustible.....	6
2.2 Marco teórico.....	7
Introducción a la inyección de combustible en motores de combustión interna alternativos....	7
2.3 Mecanismo de la inyección electrónica.....	8
2.4 Clasificación de los sistemas de inyección electrónica de combustible.....	9
2.4.1 Ubicación de componentes que intervienen en la inyección de combustible.....	10
2.4.2 Diagrama del sistema de inyección de combustible aplicado a la FZ1-N.....	11
2.5 Definición y propósito de cada elemento que interviene en el sistema de inyección...	12
2.6 Características en las señales de la ECU.....	13
2.7 Inyectores para motocicletas.....	14
2.8 Control de la inyección electrónica de combustible.....	15
2.8.1 Flujo de control.....	15
2.8.2 Bloque del control de la inyección de combustible.....	16
2.9 Compensación para la temperatura del aire de la admisión.....	17
2.10 Inyección para el arranque.....	19
2.11 Corte de combustible en la desaceleración y en las sobre – revoluciones.....	20
2.11.1 Válvula de control de la velocidad del ralentí.....	22
2.11.2 Control después del arranque.....	22

2.12	Control del tiempo de la inyección.....	23
2.13	Especificaciones técnicas de la motocicleta Yamaha Fz1-N.....	24
2.14	Piggyback.....	25
2.14.1	Funciones de la aplicación ‘‘Piggyback’’.....	26
2.15	Dinamómetro.....	27
2.15.1	Características del banco dinamométrico.....	28
2.15.2	Osciloscopio.....	28
2.15.3	Inyección de doble impulso.....	30
2.16	Estudios previos realizados.....	30

### CAPITULO III: METODOLOGÍA, LEVANTAMIENTO DE DATOS Y PLANEACIÓN DEL EXPERIMENTO..... 35

3.1	Introducción.....	35
3.2	Pruebas iniciales.....	35
3.2.1	Interpretando las señales en los inyectores.....	36
3.2.2	Análisis del pulso de inyección en modo estándar de la motocicleta FZ1-N.....	36
3.2.3	Motocicleta de Pruebas.....	36
3.3	Intervalos de tiempo por cada pulso en diferentes regímenes de aceleración.....	38
3.3.1	Ensayo a 900 rpm.....	38
3.3.2	Ensayo a 2000 rpm.....	38
3.3.3	Ensayo a 6300 Rpm.....	39
3.4	Comportamiento en cambios bruscos de aceleración.....	40
3.5	Lectura de la señal en un inyector a diferentes regímenes de RPM.....	40
3.5.1	Cálculo del número de inyecciones de combustible por la unidad de tiempo.....	41
3.6	Aplicación piggyback.....	43
3.6.1	Cambios en la señal de los inyectores.....	43
3.7	Curvas de correlación entre diferentes mapas.....	45
3.8	Análisis de aporte de combustible entre dos mapas.....	46
3.9	Prueba aplicada con Piggyback (mapa No. 7).....	47
3.10	Comparación entre los diferentes mapas (mapa ideal y mapa 7).....	49
3.11	Toma de datos y utilización del banco dinamométrico.....	49

3.11.1	Cálculo de potencia.....	50
3.12	Pruebas en el banco dinamométrico.....	53
3.13	Configuración de mapa ideal.....	59
3.14	Captura del mapa 9 o modificado con variación en el aporte del combustible.....	64
3.15	Resumen de las curvas de potencia.....	65
3.16	Resumen de potencias en los diferentes mapas.....	66
3.17	Conclusiones y recomendaciones.....	66

BIBLIOGRAFÍA.....	68
-------------------	----

ANEXOS.....	69
-------------	----

MAPA 0 VALORES CARGADOS EN CER0 (0).....	69
--	----

MAPA 9 MAPA MODIFICACIÓN EN LA CASILLA AL 100%.....	77
---	----

#### INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propósito de funcionamiento de los diferentes componentes que intervienen en el sistema de inyección.....	12
Tabla 2: Especificaciones técnicas del motor de la motocicleta Yamaha FZ1-N.....	24
Tabla 3: Variación de tiempo entre cada pulso de inyección, a diferente régimen de RPM....	43
Tabla 4: Obtención del intervalo entre los pulsos.....	44
Tabla 5: Aporte en porcentaje de combustible mapa ideal.....	48
Tabla 6: Aporte en porcentaje de combustible mapa 7.....	49
Tabla 7: Datos para el cálculo de potencia.....	53
Tabla 8: Incógnitas para el cálculo de potencia.....	53
Tabla 9: Resultados de potencia del mapa 0, prueba 1 de 2.....	55
Tabla 10: Resultados de potencia del mapa 0, prueba 2 de 2.....	56
Tabla 11: Resultados de potencia del mapa estándar, prueba 2 de 2.....	57
Tabla 12: Resultados de potencia del mapa 1, prueba 1 de 2.....	58
Tabla 13: Resultados de potencia del mapa 3, prueba 2 de 2.....	59
Tabla 14: Resultados de potencia del mapa 7, prueba 2 de 2.....	60
Tabla 15: Variables a considerar para la elaboración del mapa ideal.....	61

Tabla 16: Interpolación de valores para encontrar el porcentaje de aporte correspondiente de combustible.....	62
Tabla 17: Conformación de porcentaje de aportación en cada régimen, previo al mapa ideal.....	62
Tabla 18: Ejemplo al momento de encontrar la potencia obtenida en el banco dinamométrico (mapa 0, prueba 1 de 2).....	62
Tabla 19: Captura de una porción de la tabla al momento de encontrar la desviación estandar.....	63
Tabla 20: Captura de una porción de la tabla encontrando la diferencia de porcentajes entre mapas.....	64
Tabla 21: Captura de una porción de la tabla con los valores finales a ingresar en nuestro mapa ideal.....	65
Tabla 22: Captura de mapa 9 o modificado.....	66
Tabla 23: resultados de potencia del mapa 9 o ideal, prueba 1 de 2.....	67
Tabla 24: Resultados en valores de potencias en los diferentes mapas.....	68

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de la inyección electrónica de combustible de la Yamaha FZ1-N....	10
Figura 2: Diagrama del sistema de inyección de combustible aplicado a la FZ1-N.....	11
Figura 3: Flujo de control ECU.....	15
Figura 4: Cálculos de señales para la optimización de potencia.....	16
Figura 5: Compensación en función de la temperatura de admisión.....	18
Figura 6: Compensación en función de presión atmosférica.....	18
Figura 7: Tiempo aceleración- enriquecimiento.....	20
Figura 8: Control de tiempo de inyección.....	23
Figura 9: Equipo electrónico Piggyback.....	26
Figura 10: Banco Dinamométrico AutoDyn 30 Superflow.....	28
Figura 11: Interpretación de medida en una señal del inyector.....	29
Figura 12: Interpretación de medidas en una señal del inyector.....	30
Figura 13: Resultado de potencia relativa utilizando gasolina Súper.....	31
Figura 14: Resultado de la potencia relativa utilizando gasolina Extra.....	32

Figura 15: Mapa en 3d de la inyección de combustible en la CRF450R en modo ciudad.....	33
Figura 16: Mapa en 3d de la inyección de combustible en la CFR 450R en modo pista de motocross.....	34
Figura 17: Motocicleta de Pruebas Yamaha FZ1-N.....	38
Figura 18: Comportamiento en el inyector de la FZ1-N a 900 Rpm en modo estándar.....	39
Figura 19: Variación de tiempo entre cada pulso.....	40
Figura 20: Variación de tiempo entre cada pulso (2000 R pm).....	41
Figura 21: Variación del tiempo entre cada pulso (6300 Rpm).....	41
Figura 22: Crecimiento del pulso en cambio brusco de aceleración.....	42
Figura 23: Variación de la señal en el inyector con la aplicación Piggyback a 900 rpm.....	45
Figura 24: Lectura en software de ancho de pulso (PULSE WIDTH).....	46
Figura 25: Pulso de inyección estandar.....	47
Figura 26: Pulso de inyección modificada (Piggyback).....	47
Figura 27: Comparación de la señal de modo estándar entre motocicleta y programa Piggyback.....	47
Figura 28: Aporte del porcentaje de combustible por cada valor de rpm.....	50
Figura 29: Comparación entre mapa ideal y mapa No. 7.....	51
Figura 30: Resumen de las curvas de potencia.....	67

## **INTRODUCCIÓN**

Las mejoras en la potencia de un motor de una motocicleta con inyección de combustible dependen de algunas variables.

Hoy en día existen varios métodos para incrementar la potencia o el rendimiento final de una motocicleta, tales como: sistemas de escape, filtros de aire de mayor flujo, relaciones de transmisión adecuadas, la modificación de sistemas mecánicos en el interior del motor, y también la modificación de sistemas electrónicos que en la actualidad es donde se enfocan los ingenieros automotrices. El objetivo principal de este trabajo es determinar la variación del tiempo en los pulsos de inyección de combustible y con ello lograr un aumento en la potencia del motor de combustión interna alternativo (MCI).

El presente estudio se llevará a cabo a través de la explicación general del tema a estudiar, la problemática, objetivos, justificación e importancia con el fin de construir ideas claras para el desarrollo del trabajo, mediante la revisión de la teoría básica sobre los criterios actuales de la inyección electrónica de combustible, la historia, estado actual de la técnica con su aplicación a motocicletas, datos y especificaciones. La parte práctica de este trabajo se basará en una serie de pruebas, cambios y variaciones de configuración, siguiendo métodos de optimización, diseño de experimentos, pruebas estáticas, dinámicas, aplicación de banco dinamométrico, instrumentación y pruebas de campo.

Finalmente, se interpretarán las variables a considerar con el fin de establecer mapas o planes de manejo que mejoren la respuesta en función de la potencia del motor aplicado, y se expondrán conclusiones sobre el estado actual de la técnica en relación al estado modificado.

## **CAPITULO I: ANTECEDENTES**

### **1.1 Antecedentes generales**

En la actualidad, en el mundo y en nuestro medio, la sociedad se ha relacionado cada día más con la tecnología, ya que con el avance en la electrónica se ha podido intervenir en cambios positivos en los diferentes sistemas y en especial en los de inyección de combustible que incorporan actualmente los vehículos y motocicletas.

Estos cambios inician alrededor de los años 80 ya que en California la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA)<sup>1</sup> obligó a las diferentes marcas de motocicletas un control de emisiones con el fin de reducir los gases de escape contaminantes no combustionados como hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

Con esta reseña, se puede tomar un camino definido a investigar, el cual, mediante estudios, pruebas y ensayos, se conocerá a detalle las partes involucradas en un sistema electrónico de inyección de combustible a intervenir.

En nuestro medio, a nivel de Latinoamérica en las competencias de velocidad se ha visto un gran adelanto en la tecnología que incorporan las motocicletas, ya que estas son diseñadas para un uso en pista y en calle, alcanzando una velocidad máxima de alrededor de 310 km/h por lo tanto son sistemas mecánicos y electrónicos elaborados con los más altos índices de calidad en sus partes.

---

<sup>1</sup> EPA. Acrónimo de las siglas en inglés para Agencia de protección del medio ambiente de Estados Unidos.

Con el fin de tener una motocicleta de estas características en su mejor estado de rendimiento se ha visto necesario la modificación de ciertos sistemas que aumentan aún más su potencia.

Se trata de una configuración adaptable en función de algunas variables, el obtener la calibración idónea pudiendo ser como ejemplo una calibración a una altura definida, como también pudiendo ser una calibración en función del recorrido o trazado de curvas dentro de un circuito, entre otras, para obtener un incremento o no, de combustible a diferentes revoluciones o carga del motor.

Visto esto, es de mucha importancia saber interpretar el funcionamiento electrónico del sistema de inyección de combustible de estas motocicletas, para así mediante equipos y métodos variar el funcionamiento original en los pulsos de inyección de combustible y alcanzar lo deseado. Frente a esta problemática en el aumento de la potencia de una motocicleta de velocidad se plantea la siguiente interrogante:

¿A una motocicleta de inyección electrónica de combustible se puede aumentar la potencia al variar el pulso en los inyectores?

## **1.2 Motivación, justificación e importancia de la investigación**

Con la aplicación de un controlador electrónico se modificará el desempeño de una motocicleta a inyección de combustible, ésta modificación estará relacionada directamente con la modificación en los pulsos de inyección de combustible, con el fin de aumentar su potencia.

### **1.3 Problemática**

- Establecer una serie de valores específicos para la configuración de un mapa que represente una mejora en la potencia de la motocicleta Yamaha Fz1 -N.
- Definir si estos datos son los idóneos conociendo que dependen directamente de variables como porcentaje de apertura de la mariposa de aceleración, número de revoluciones del motor y presión en el múltiple de admisión entre otros.

#### **1.3.1 Problemas Específicos**

- ¿Cómo se puede variar los pulsos de inyección de combustible en un sistema EFI<sup>2</sup>?
- ¿Al momento de obtener los datos que representan un incremento en el pulso de inyección como saber interpretarlos para escoger los ideales?
- ¿En función de un trazado de circuito específico se puede escoger valores que de forma positiva entreguen mayor potencia y un manejo más controlado en la motocicleta?

### **1.4 Formulación del problema**

¿De qué manera se va a realizar la nueva configuración en la calibración de la Yamaha FZ1-N, variando los pulsos de inyección y aplicando a un uso específico con una altura determinada sin alterar o poner en riesgo el buen funcionamiento del motor?

---

<sup>2</sup> EFI. Acrónimo de las siglas en inglés para Inyección Electrónica de Combustible.

## **1.5 Objetivos de la Investigación**

Con esta investigación se conocerán métodos y herramientas necesarias para poder elevar la potencia de un motor de inyección de combustible.

### **1.5.1 Objetivo general**

Optimizar el pulso de inyección de combustible de la motocicleta Yamaha FZ1-N en la ciudad de Cuenca.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Analizar los valores obtenidos en el banco dinamométrico con las condiciones iniciales de funcionamiento de la motocicleta.
- Definir variables obtenidas del banco dinamométrico.
- Plantear a partir de un método experimental una matriz de decisiones para el desarrollo de un mapa apropiado de inyección de combustible.
- Recopilar los datos experimentales durante las pruebas con las condiciones finales.
- Establecer el mapa de inyección más óptimo para el análisis en el dinamómetro.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE**

### **2.1 Historia y evolución de los diferentes sistemas de inyección de combustible**

El avance en la tecnología reemplazo a los sistemas tradicionales de carburador por los sistemas de inyección de combustible, los vehículos y los aeroplanos utilizaban motores de combustión interna, estos estaban provistos con un carburador, sin embargo estos sistemas diseñados con una cámara de flotador tenían problemas para uso en aeroplanos ya que la posición de estos no solo es horizontal, sino que se desliza en tres dimensiones y las temperaturas en la altura llegan a congelar el combustible, por lo tanto, a partir de la segunda guerra mundial se diseña un sistema a inyección de combustible basado en las bombas de inyección de los motores Diésel. (Fujisawa, 2006)

Las compañías como Goliat y Gutbrod en Alemania desarrollaron un sistema de tipo émbolo para Mercedes Benz, se basaba en los motores Diésel, para en años siguientes desarrollar sistemas mecánicos de inyección de combustible pero ya provisto con sistemas que controlan la temperatura, temporizadores, presión del aire de admisión, presión atmosférica y equipados con una válvula de arranque para aumentar el aire y el combustible en el sistema, siendo ya semejante a los sistemas de inyección electrónica utilizados en la actualidad. En 1967 Bosch mejora estos sistemas y lanza el sistema llamado D-Jetronic para de una manera considerable reducir las emisiones de gases contaminantes que son controladas ya en esa época en los Estados Unidos. (Fujisawa, 2006)

## 2.2 Marco teórico

En este capítulo, se pretende relacionar el desarrollo tecnológico, aplicado a nuestro estudio en sistemas de inyección de combustible.

### **Introducción a la inyección de combustible en motores de combustión interna alternativos**

El propósito de la inyección electrónica de combustible y del carburador, es suministrar la adecuada cantidad de combustible, que cumpla con los requerimientos del aire en el múltiple de admisión y poder hacer una buena combustión en la cámara, para posteriormente convertir la energía calórica en mecánica. El fin de una buena combustión es lograr quemar dentro de la cámara, 1kg de gasolina y 14.7kg de aire que sería lo ideal. (Fujisawa, 2006)

La inyección electrónica de combustible es la solución para mejorar la combustión de aire - combustible dentro de la cámara de combustión, siendo ésta mejor con el fin de reducir el CO, el HC y los NOX<sup>3</sup> de los gases de escape hacia el medio ambiente, de manera que calcula el volumen necesario de combustible y la duración de apertura del inyector, luego mediante una señal eléctrica para lograr la inyección de combustible presurizado en el múltiple de admisión. El combustible inyectado es proporcional a la presión del combustible y a la duración de la apertura de los inyectores, esta duración será una combinación entre dos mapas tridimensionales que relacionan el ángulo de apertura de la mariposa de aceleración, giro de motor y presión en el múltiple de admisión. (Fujisawa, 2006)

---

<sup>3</sup> NOX. son un grupo de gases compuestos por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). El término NOX se refiere a la combinación de ambas sustancias.

Una manera de modificar los EFI, están los controladores externos que se encargan de modificar la señal de la ECU<sup>4</sup> hacia los inyectores utilizando un programa electrónico que varía el ancho de pulso en los inyectores, este controlador consiste en poder cargar mapas de inyección, así como también crear o editar mapas, fue diseñado para modificar la inyección de combustible con el fin de reducir o ganar potencia en un motor de combustión de acuerdo a un manejo específico. (Hoffman, 2010)

### **2.3 Mecanismo de la inyección electrónica**

Los sistemas de Inyección Electrónica dependen de diferentes parámetros que intervienen en el sistema de inyección de combustible:

- Densidad del aire
- Temperatura de motor
- Régimen de giro de motor
- Tensión de la red del vehículo
- Oxígeno residual de la mezcla. (Sonda lambda)
- Condiciones especiales de funcionamiento. (Ralentí en frío - puesta en marcha)

Se determinan estos parámetros utilizando transductores (sensores) capaces de determinar una modificación proporcional de la tensión eléctrica de acuerdo con la magnitud que la controlan. Estas señales son recibidas por la ECU, y posteriormente procesadas para transmitir órdenes pertinentes al sistema.

Esta forma de control puede ser resumida en tres bloques, que son:

- **Los sensores:** Aquellos encargados de enviar las señales eléctricas a la ECU, captadas en los diferentes puntos del sistema.

---

<sup>4</sup> ECU. Acrónimo de las siglas en inglés para Unidad Electrónica de control.

- **La ECU:** convierte señales análogas en señales digitales, las detecta, calculando la duración de la inyección de combustible y el tiempo. Luego envía señales a cada actuador incluyendo los inyectores y así, maneja el control del motor.
- **Los actuadores:** son gobernados por la ECU y permiten el control del motor, tales como los inyectores, bobinas, controladores de aire de ralentí entre otros.  
  
Para nuestro estudio nos centramos en los inyectores, sus diferentes pulsos e intervalos de inyección.

#### 2.4 Clasificación de los sistemas de inyección electrónica de combustible

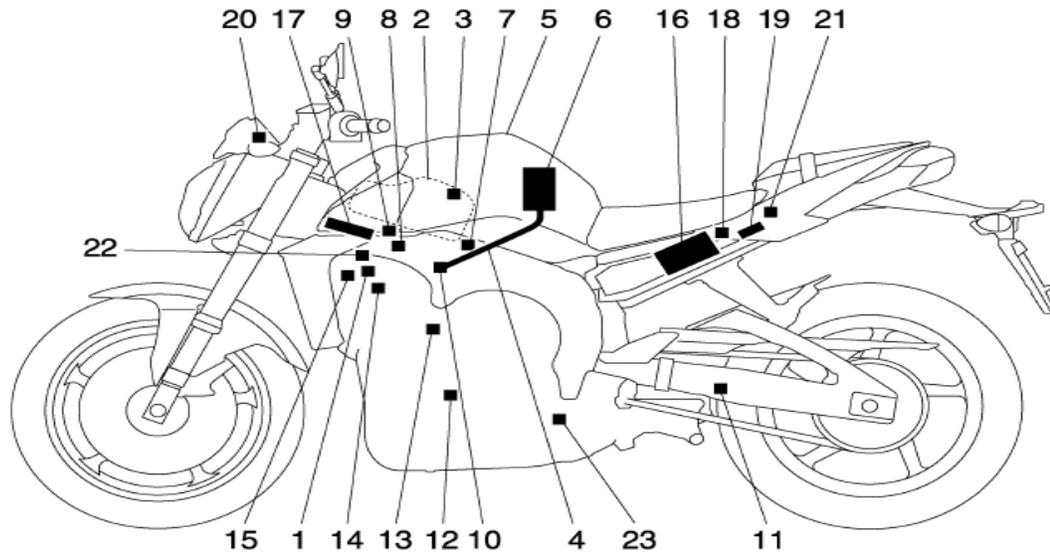
Para los sistemas de inyección de combustible actuales se pueden clasificar por:

- **Por el Número de Inyectores:** monopunto y multipunto.
- **Por la ubicación del Inyector:** directa en el cilindro: el inyector se encuentra en la cámara de combustión. Indirecta en el colector: el inyector se encuentra cerca de la válvula de admisión en el colector de admisión.
- **Por el sincronismo de la Inyección:** simultánea y secuencial. (López & Gonzales, 2013)

Por el sistema de control y accionamiento de inyectores:

- **Mecánica:** control y accionamiento mecánico, ya no se usa.
- **Mecánico Electrónica:** control electrónico y accionamiento mecánico en los inyectores.
- **Electrónica:** control y accionamiento electrónico en los inyectores. (López & Gonzales, 2013)

### 2.4.1 Ubicación de componentes que intervienen en un sistema de Inyección Electrónica de combustible en una motocicleta.



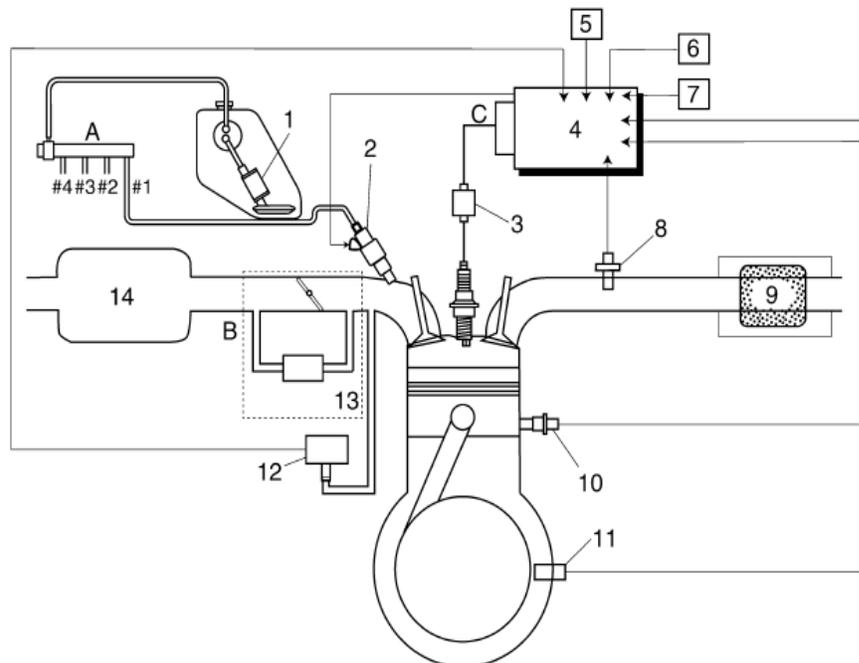
<b>1</b>	Bobina de encendido	<b>13</b>	Sensor de temperatura del refrigerante
<b>2</b>	Caja del filtro de aire	<b>14</b>	Bujía
<b>3</b>	Sensor de temperatura del aire de admisión	<b>15</b>	Sensor de identificación de los cilindros
<b>4</b>	Tubo de suministro de combustible	<b>16</b>	Batería
<b>5</b>	Depósito de combustible	<b>17</b>	ECU
<b>6</b>	Bomba de combustible	<b>18</b>	Sensor de presión atmosférica
<b>7</b>	Sensor de presión del aire de admisión	<b>19</b>	Unidad de relé (relé de la bomba de combustible)
<b>8</b>	Sensor de posición del acelerador	<b>20</b>	Luz de alarma de avería del motor
<b>9</b>	Acoplador del sensor del acelerador secundario	<b>21</b>	Sensor del ángulo de inclinación
<b>10</b>	Inyector de combustible	<b>22</b>	Válvula de corte de aire
<b>11</b>	Catalizador	<b>23</b>	Cable de la sonda de oxígeno
<b>12</b>	Sensor de posición del cigüeñal		

Figura 1: Componentes de la inyección electrónica de combustible de la Yamaha FZ1-N

Fuente: (Fujisawa, 2006)

En la figura 1, se observa que los componentes que conforman el sistema de inyección de combustible de una motocicleta, al igual que en los vehículos depende de una bomba de combustible eléctrica, esta aspira el mismo y recibe la corriente desde el relé principal, controlada por el interruptor de contacto y la ECU, envía la bomba a través del filtro y llega al tubo distribuidor donde se encuentra el regulador de presión, aquí se establece la presión necesaria de inyección, para finalmente pasar a los inyectores.

#### 2.4.2 Diagrama del sistema de inyección de combustible aplicado a la FZ1-N



<b>1</b> Bomba de combustible	<b>11</b> Sensor de posición del cigüeñal
<b>2</b> Inyector de combustible	<b>12</b> Sensor de presión del aire de admisión
<b>3</b> Bobina de encendido	<b>13</b> Cuerpo de la mariposa
<b>4</b> ECU (unidad de control del motor)	<b>14</b> Caja del filtro de aire
<b>5</b> Sensor de temperatura del aire de admisión	<b>A</b> Sistema de combustible
<b>6</b> Sensor de posición del acelerador	<b>B</b> Sistema de aire
<b>7</b> Acoplador del sensor del acelerador secundario	<b>C</b> Sistema de control
<b>8</b> Cable de la sonda de oxígeno	
<b>9</b> Catalizador	
<b>10</b> Sensor de temperatura del refrigerante	

Figura 2: Diagrama del sistema de inyección de combustible aplicado a la FZ1-N

Autor: (Fujisawa, 2006)

En la figura 2, se observa en detalle para un cilindro el mecanismo que compone al sistema de inyección de combustible, aplicado particularmente a la Yamaha FZ1 – N.

## 2.5 Definiciones y propósitos de cada elemento que interviene en el sistema de inyección

Tabla 1: Propósito de funcionamiento de los diferentes componentes que intervienen en el sistema de inyección

		COMPONENTE	FUNCIONAMIENTO (PROPOSITO)
A	<b>El grupo de control</b>	1 ECU	Control del sistema de la inyección y del tiempo de encendido
	Detectan las condiciones del motor a través de las señales de los sensores. Luego, envían señales a los	2 Cuerpo del acelerador	Control del flujo de aire de la admisión (potencia)
		3 Regulador de presión	Control de la presión
		4 Amortiguador de pulsaciones	Estabilizar la presión del combustible
B	<b>Grupo de actuadores</b>	5 Inyector	Inyectar combustible
	Suministro y control de aire y combustible por las señales recibidas desde la ECU.	6 Bomba de combustible	Presurizar el combustible
		7 Válvula de control del ralentí	Control del ralentí (volumen de aire)
		8 Sistema de válvula de inducción de aire	Control del aire secundario del sistema de escape
C	<b>Grupo de sensores</b>	9 Sensor de presión de la admisión	Detección de la presión del múltiple de admisión
	Envían señales a la ECU, las cuales se necesitan para el control del sistema de inyección de combustible.	10 Sensor de presión atmosférica	Detección de la presión atmosférica
		11 Sensor temperatura del agua o del motor	Detección de la temperatura del agua o del motor
		12 Sensor del acelerador	Detección de la abertura del acelerador
		13 Detección de la abertura del acelerador	Detección de la abertura del sub-acelerador
		14 Sensor de identificación del cilindro	Detección de la carrera de cada cilindro
		15 Sensor de posición del cigüeñal	Detección de las rpm del motor y de la posición del cigüeñal
		16 Sensor de velocidad	Detección de la velocidad de la motocicleta
		17 Sensor del ángulo de inclinación	Detección de la inclinación de la motocicleta
		18 Sensor de O2	Detección de la densidad del oxígeno

Autor: (Fujisawa, 2006)

La tabla 1, explica como está conformado el sistema de inyección de un vehículo y las funciones de cada componente, esta tabla se divide en tres grandes grupos:

- Grupo de control
- Grupo de actuadores
- Grupo de sensores

## 2.6 Características en las señales de la ECU

Sobre la señal del circuito de entrada y salida la ECU no puede usar todas las señales del motor directamente, debido a que la ECU funciona con un sistema binario; 0 o 1 / ON u OFF. Por lo tanto, una función convierte muchas señales análogas del motor en señales digitales, para que el computador pueda procesar esta información y controlar el motor. Por esto, la ECU tiene un circuito de entrada para convertir las señales análogas en señales digitales. La ECU recibe dos clases de señales, digitales y análogas. Además de eso, la ECU recibe dos clases de señales análogas. (Ovidio, 2012)

- Algunos sensores generan señales por ellos mismos. Una bobina de pulso genera una señal de posición del cigüeñal y un sensor de oxígeno genera señales de riqueza o pobreza después de verificar las emisiones. El circuito de entrada recibe una señal en forma de onda y la convierte en una señal digital, la cual si puede ser usada por la ECU.
- El sensor de presión de la admisión, el sensor de posición del acelerador, el sensor de identificación del cigüeñal y el sensor de velocidad reciben 5 V de la ECU y la misma computadora detecta el voltaje de retorno desde los sensores, los cuales pueden estar entre 1 V y 4 V.
- Los termo - sensores reciben 5 V de la ECU y cambian sus resistencias si la temperatura está cambiando. De acuerdo con este cambio en la resistencia, la ECU detecta el voltaje terminal de la línea dividida del suministro de potencia del termo-sensor.

- Así, los cambios de resistencia son reconocidos por la ECU como cambios de temperatura. De este modo, todas las señales son convertidas de análogas a señales digitales en el circuito de entrada de la ECU y pueden ser enviadas al microcomputador.

## **2.7 Inyectores para motocicletas**

Los inyectores para las motocicletas requieren una demanda más severa en sus características comparados con los inyectores para automotores, por ejemplo:

**Cilindrada:** el desplazamiento de los motores de los automóviles está entre 1 y 2 litros y el desplazamiento de los motores de las motocicletas está entre 0.05 y 1 litro. Si el volumen del aire de la admisión es proporcional al desplazamiento, entonces el volumen del aire de la admisión de las motocicletas es 1/20 comparado con el de los automóviles, ya que el cilindraje mínimo de una motocicleta es de 50 cc y el de un automóvil es de 1000 cc Si el inyector de una motocicleta no puede controlar el volumen del flujo del combustible de 1/20 comparado con el de un automóvil, entonces el motor no puede alcanzar la relación A/C requerida para realizar una combustión eficiente.

**Revoluciones:** Las revoluciones máximas del motor de una motocicleta pueden ser el doble de que las de un automóvil. Esto significa que la función del inyector de la motocicleta es diferente comparado al inyector de un automóvil, el primero debe inyectar una muy pequeña y precisa cantidad de combustible durante el ralentí y una gran cantidad de combustible durante las revoluciones altas del motor. (Fujisawa, 2006)

## 2.8 Control de la inyección electrónica de combustible

En este trabajo no se modifica los sistemas convencionales de inyección cartográfica con sonda lambda que poseen una cartografía de inyección previamente grabada en la unidad de control, sino de una forma que se evalúa y modifica los pulsos de inyección de combustible mediante un Piggyback a aquellas señales entre la ECU y los inyectores de combustible en el riel de inyección.

Se tomarán en cuenta las condiciones externas o situaciones puntuales de manejo relacionadas a la administración de la aceleración que intervienen en la inyección de combustible.

### 2.8.1 Flujo de control

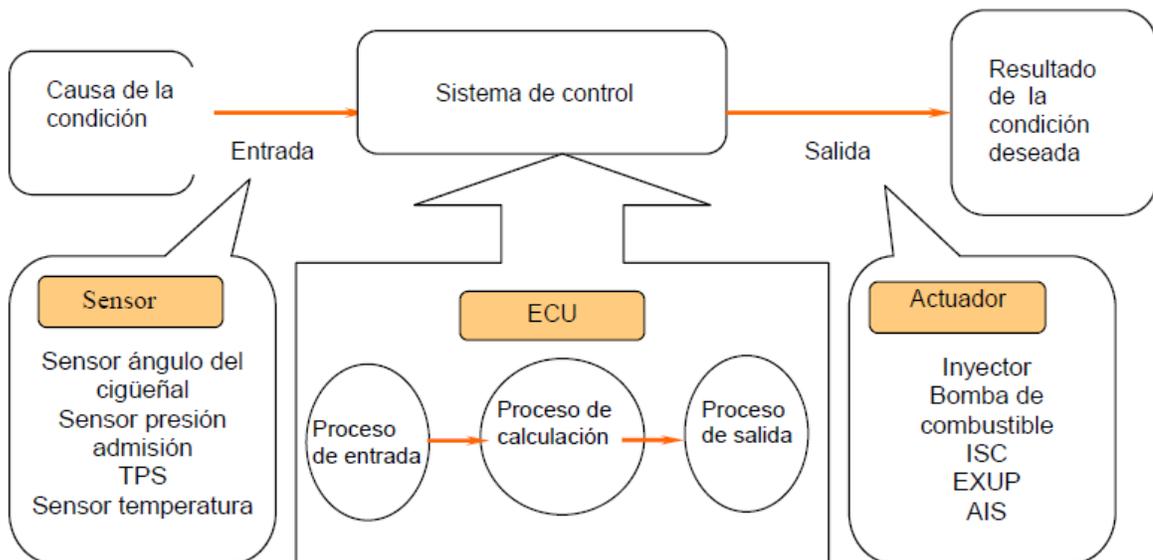


Figura 3: Flujo de control ECU

Autor: (Fujisawa, 2006)

La figura 3, sintetiza el control de la inyección de combustible, que debe realizar la ECU con la toma de las diferentes señales a nivel de los sensores, las cuales optimizan el rendimiento del vehículo en función de las diferentes solicitudes. La ECU detecta las

condiciones reales del motor desde la información de los sensores y calcula las condiciones ideales, para esa situación propia. Luego, la ECU calcula el volumen necesario de inyección y después decide la duración y el tiempo de la inyección y el tiempo de la ignición. Las condiciones del motor cambian continuamente durante la conducción.

### 2.8.2 Bloque del control de la inyección de combustible

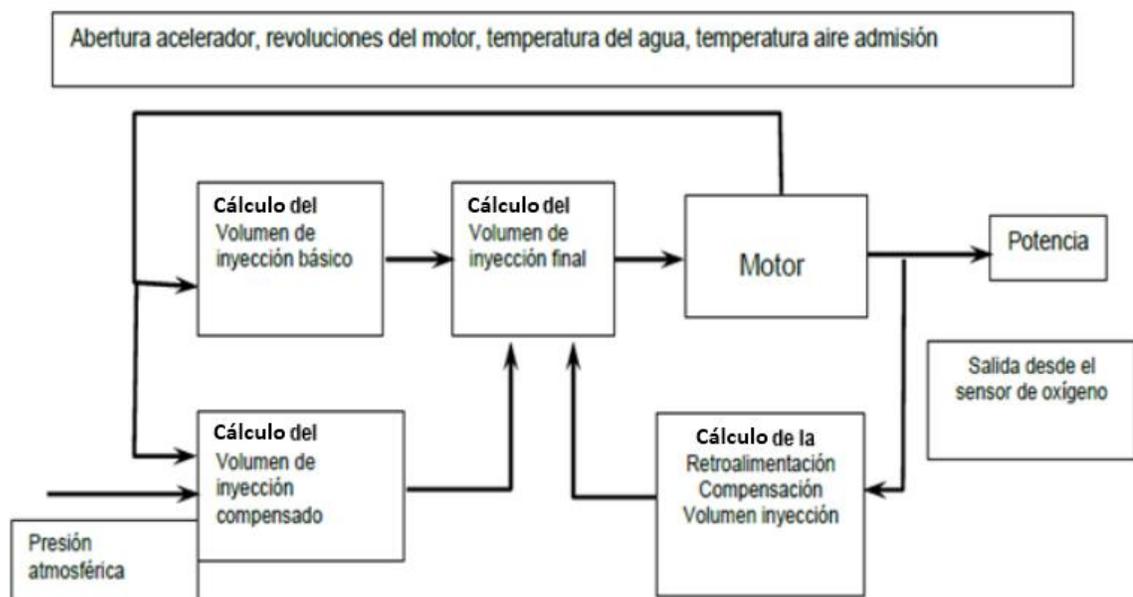


Figura 4: Cálculos de señales para la optimización de potencia

Autor: (Fujisawa, 2006)

En la figura 4, se observa la forma en que la ECU calcula el control de la inyección necesaria, basada en las señales de varios sensores, los datos de las memorias ROM y RAM almacenados en la ECU y luego decide la duración de la inyección, el tiempo de la inyección y el tiempo de la ignición. El volumen de la inyección es uno de los puntos más

importantes que la ECU necesita controlar, ya que éste es uno de los puntos que afecta directamente la combustión y el rendimiento.

Los sistemas de control de la inyección de combustible de las motocicletas funcionan así:

- Método de Velocidad de Aceleración: Mapa inicial que utiliza las revoluciones del motor y el ángulo del acelerador.
- Sistema de densidad de Velocidad: Mapa secundario que utiliza la presión del múltiple de admisión y las revoluciones del motor.
- La ECU calcula la duración de la inyección básica de combustible basada en estos dos mapas, adicionalmente calcula la duración de la compensación basada en las señales de varios sensores. La decisión de la inyección de combustible es como sigue. Este ejemplo no incluye todas las compensaciones. (Fujisawa, 2006)

## **2.9 Compensación para la temperatura del aire de la admisión**

De este modo, el coeficiente de compensación está basado en la temperatura del aire de la admisión y el volumen de la inyección se aumentará cuando la temperatura del aire de la admisión es baja.

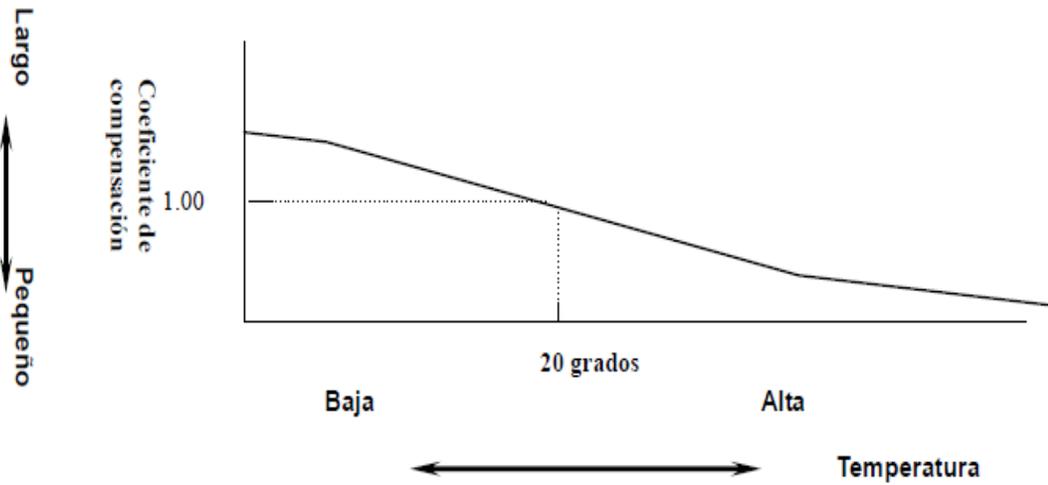


Figura 5: Compensación en función de la temperatura de admisión  
 Autor: (Fujisawa, 2006)

En la figura 5, se observa que la densidad de aire es alta (pesada) a temperaturas bajas del aire de admisión y es baja (ligera) a altas temperaturas del aire de admisión. Si la densidad del aire cambia, los requerimientos de combustible cambian consecuentemente.

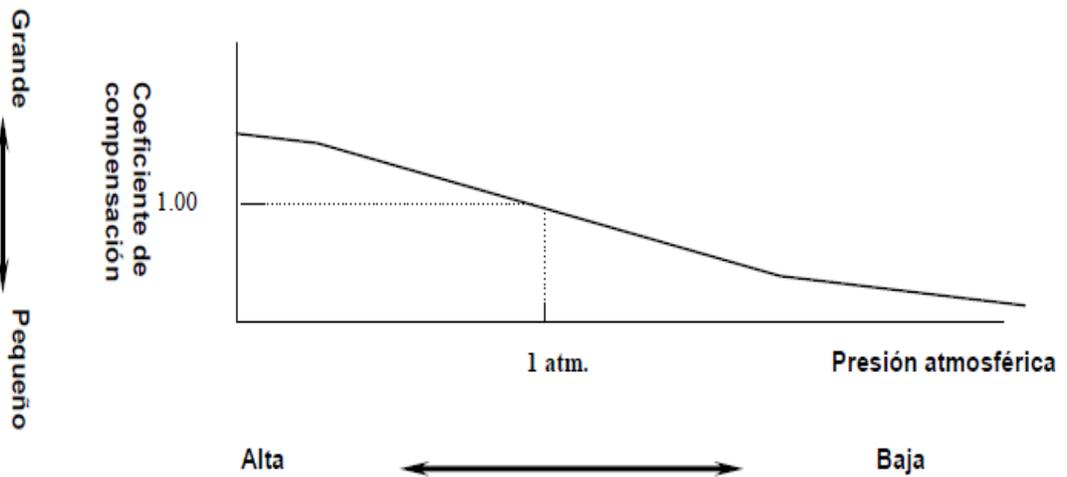


Figura 6: Compensación en función de presión atmosférica  
 Autor: (Fujisawa, 2006)

En la figura.6, se observa que la presión atmosférica alta contiene más oxígeno. Por este motivo, se deben aplicar compensaciones para los cambios en la presión atmosférica y el volumen de la inyección se debe aumentar cuando la presión atmosférica es alta.

### **2.10 Inyección para el arranque**

De igual forma, el volumen de inyección necesario para el arranque está programado en la ECU y la cantidad requerida de combustible es inyectada directamente, se denomina no sincronizada. La inyección necesaria para el arranque es decidida por la temperatura del motor o por la temperatura del refrigerante. El coeficiente del volumen de inyección para el arranque aumentará cuando el motor está frío y disminuirá cuando esté caliente. (Fujisawa, 2006)

**Compensación de enriquecimiento después del arranque:** él coeficiente de compensación está programado para que el volumen de inyección aumente cuando el motor está frío y disminuya cuando el motor está caliente.

**Compensación de enriquecimiento para el calentamiento:** después de que el múltiple de admisión se calienta, el combustible amontonado disminuye y la compensación del volumen de inyección también disminuye para cumplir con los requisitos de la duración de la inyección básica.

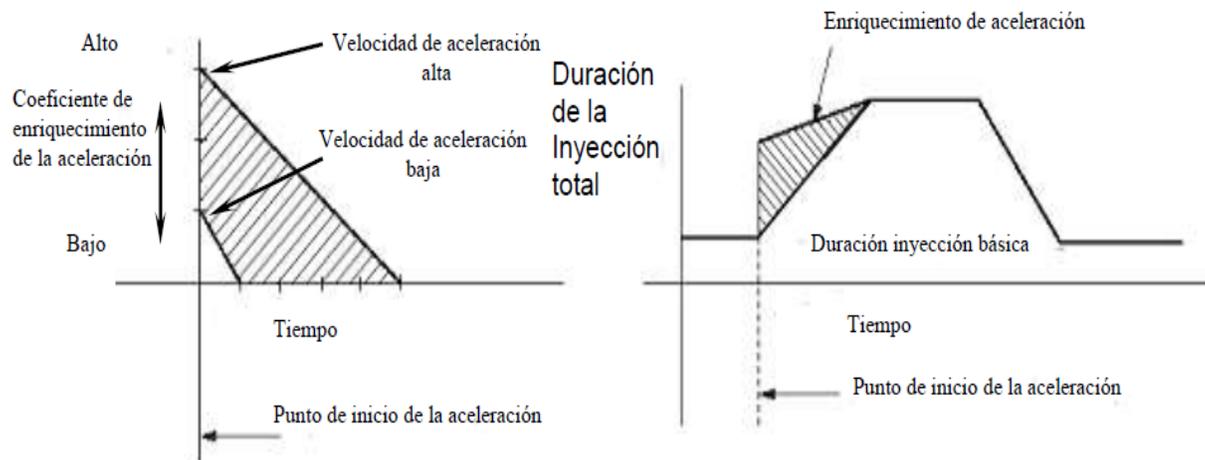


Figura 7: Tiempo aceleración - enriquecimiento

Autor: (Fujisawa, 2006)

Se observa en la figura 7, el cambio en el enriquecimiento de la aceleración, suministra suficiente combustible mientras se acelera. La ECU determina si la motocicleta está en condiciones de aceleración por los cambios en la velocidad del ángulo y por los cambios en la presión del aire de la admisión por ciclo. Si el valor de estos cambios está por encima de un valor especificado, entonces la ECU aumenta el coeficiente de enriquecimiento.

### 2.11 Corte de combustible en la desaceleración y en las sobre – revoluciones

La inyección de combustible se corta cuando la desaceleración continúa por mucho tiempo y durante las sobre - revoluciones del motor. El corte de combustible se aplica para proteger el motor. La ECU determina su corte durante la desaceleración, basada en el ángulo de abertura del acelerador y las revoluciones del motor. (Fujisawa, 2006)

- **Compensación del voltaje de la batería:** si el voltaje de la batería es bajo, el tiempo de abertura del inyector es más largo. Y si el voltaje de la batería es alto, el tiempo de abertura del inyector es más corto.
- **Control de las (sobre – revoluciones):** la ECU corta el suministro de combustible cuando la velocidad del motor alcanza unas revoluciones específicas. Pero si el combustible se suspende instantáneamente, la motocicleta se frenará bruscamente, lo que puede afectar su control.

De este modo, cuando la velocidad del vehículo es alta, la ECU corta el suministro de combustible a 2 cilindros y luego continúa cortando el suministro a todos los cilindros, si la velocidad del vehículo continúa en aumento (en el caso de los modelos con 4 cilindros). Si la velocidad del vehículo disminuye, la ECU continúa nuevamente con la inyección.

- **Control en las caídas (volcarse)**

Si la ECU recibe una señal alrededor de 4 V, significa que la motocicleta tiene un ángulo de inclinación de más de 65 grados.

Entonces, la ECU apaga completamente el sistema de inyección y la bomba de combustible.

- **Control del soporte lateral**

La ECU suspende el sistema de inyección de combustible y el sistema de ignición, cuando el soporte lateral está en uso, cuando la motocicleta está rodando.

### **2.11.1 Válvula de control de la velocidad del ralentí**

- Si la velocidad del ralentí es demasiado alta, se aumenta el consumo de combustible y el ruido. Si la velocidad del ralentí es demasiado baja, la estabilidad del motor disminuye y el tiempo de calentamiento aumenta.
- El ISCV (válvula de control de la velocidad del ralentí) alcanza una óptima velocidad de ralentí durante el calentamiento y durante las condiciones de motor caliente.
- El ISCV controla un volumen de aire del bypass a través de un pasaje de aire del bypass, que está integrado en el cuerpo del acelerador. (Fujisawa, 2006)

### **2.11.2 Control después del arranque**

Durante el calentamiento la fricción disminuye. Como resultado, si el ISCV está abierto, se alcanza un ralentí mucho más alto, por lo tanto se debe cerrar gradualmente. La ECU decide los pasos de cierre del ISCV por medio de señales a los sensores de temperatura del refrigerante o del motor, durante el calentamiento. La ECU abre el ISCV cuando el motor está frío para mantener más alta la velocidad del ralentí. Después de que la temperatura del refrigerante o del motor aumenta, la ECU cierra el mismo y baja las revoluciones del motor para mantener estable la velocidad del ralentí. (Yamaha, 2006, pg. 77).

## 2.12 Control del tiempo de la inyección

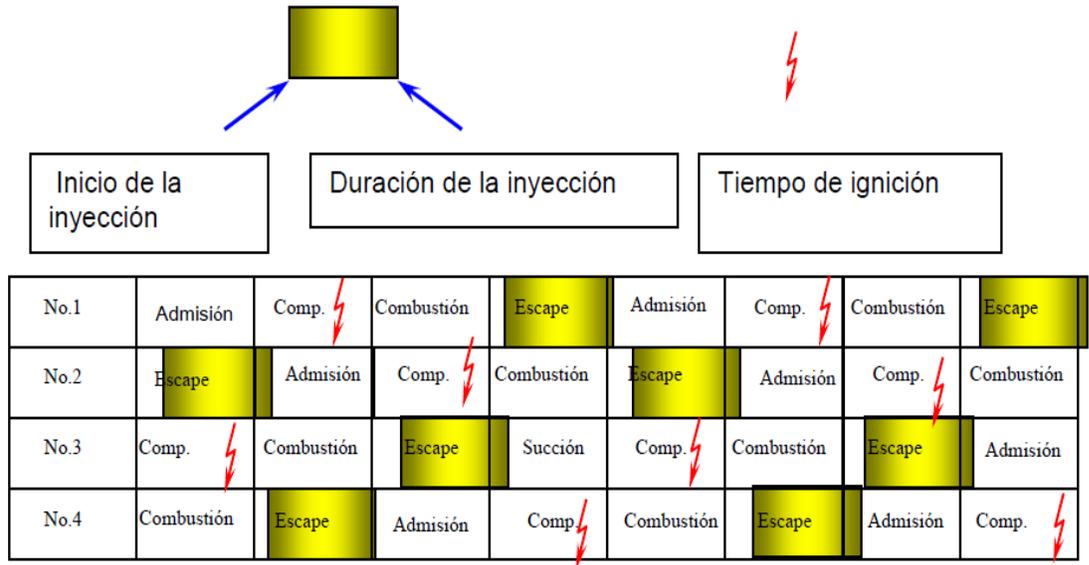


Figura 8: Control de tiempo de inyección

Fuente: (Fujisawa, 2006)

En la figura 8, se observa el control aplicado al tiempo de inyección, para obtener un buen rendimiento del motor, una respuesta lineal, buena economía de combustible y disminución de emisiones, resultantes de un óptimo control. (Fujisawa, 2006)

El tiempo de la ignición, es un factor muy importante para la combustión interna de un motor. La mezcla de aire y gasolina se enciende por medio de una bujía. Como resultado, una llama se expande en la cámara de combustión y la presión aumenta. El rendimiento del motor es el mejor, cuando la presión ha alcanzado su máximo, de 5 a 10 grados después del punto muerto superior, para obtener su mejor rendimiento, tanto el sistema de ignición y el sistema de inyección de combustible están integrados y controlados por la ECU. El tiempo de ignición es decidido por un mapa 3D basado en la velocidad del motor, el ángulo de abertura del acelerador y la presión del múltiple de admisión.

## 2.13 Especificaciones técnicas de la motocicleta Yamaha Fz1-N

Tabla 2: Especificaciones técnicas del motor de la motocicleta Yamaha FZ1-N

ESPECIFICACIONES DEL MOTOR	
Motor	Descripción
Tipo de motor	4 tiempos, refrigerado por líquido, DOHC
Cilindrada	998,0 cm <sup>3</sup> (60,90 cu.in)
Disposición de cilindros	4 cilindros en paralelo inclinados hacia delante
Calibre × Carrera	77,0 × 53,6 mm (3,03 × 2,11 in)
Relación de compresión	11,50 : 1
Presión de compresión estándar	(a nivel del mar) 1480 kPa/350 r/min (210,5 psi/350 r/min) (14,8kgf/cm <sup>2</sup> /350 r/min)
Sistema de arranque	Arranque eléctrico
Caja de cambios	Descripción
Tipo de caja de cambios	Velocidad 6, engrane constante
Sistema de reducción primaria	Engranaje cilíndrico de dientes rectos
Relación de reducción primaria	65/43 (1,512)
Sistema de reducción secundaria	Impulsión por cadena
Relación de reducción secundaria	45/17 (2,647)
Relación de engranajes	Descripción
1a	38/15 (2,533)
2a	33/16 (2,063)
3a	37/21 (1,762)
4a	35/23 (1,522)
5a	27/20 (1,350)
6a	29/24 (1,208)
Límite de descentramiento del eje principal	0,08 mm (0,0032 in)
Límite de descentramiento del eje posterior	0,08 mm (0,0032 in)
Sensor de posición del acelerador	Descripción
Resistencia	4,9–5,1kΩ
Voltaje de salida (al ralentí)	0,63–0,73 V

Fuente: (Fujisawa, 2006)

En la tabla 2, se observan las especificaciones técnicas generales proporcionadas por el fabricante, con mira a una calibración justa al momento de realizar mantenimientos preventivos o correctivos.

## 2.14 Piggyback:

- Software capaz de crear, editar y cargar una serie de mapas previamente diseñados en función de una necesidad ya sea una configuración en carretera o circuito de competencias.
- Muestra en pantalla el estado actual de la motocicleta, es decir mapa seleccionado, rpm, ancho del pulso de inyección, carga del motor y porcentaje de aceleración.
- Estos mapas se diseñan en función de dos parámetros esencialmente:
  - Posición del acelerador (%).
  - Velocidad del motor (rpm).
- Mediante el conector USB se transmite la información al equipo ‘‘Piggyback’’ instalado en serie en la motocicleta con la ECU original de la misma.

### Piggyback

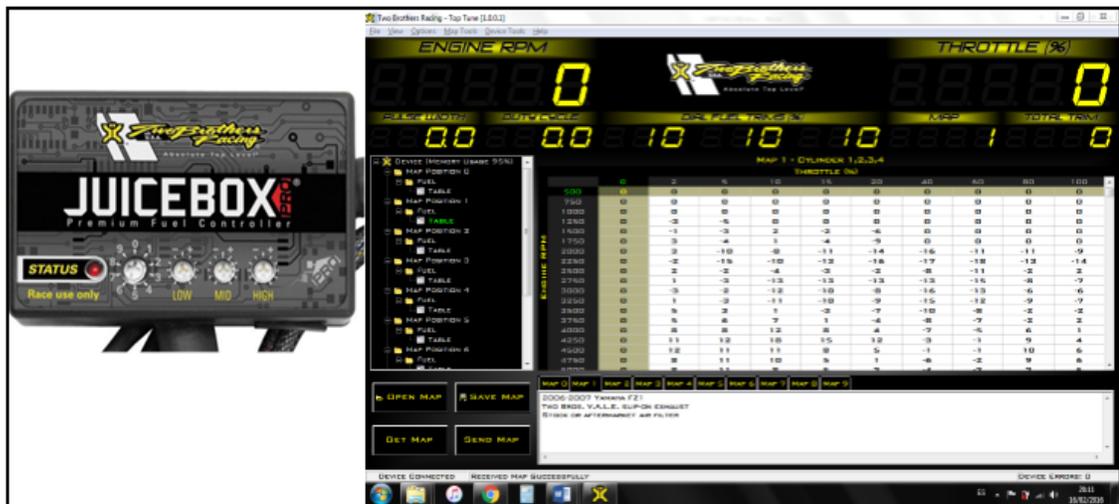


Figura 9: Equipo electrónico Piggyback

Referencia: [www.twobros.com](http://www.twobros.com)

En la figura 9, se observa el equipo electrónico denominado ‘‘Piggyback’’ y la pantalla de información sobre el mapa aplicado de aceleración y rpm, cuya función es aumentar el rendimiento de la motocicleta en términos de potencia y diferentes modalidades, que podrán ser configuradas en función del trazado o uso específico de la motocicleta.

‘‘Piggyback’’ está diseñado para ubicarlo en la parte posterior de la motocicleta, debe estar en una zona de fácil acceso ya que ofrece también una calibración manual de carga extra en porcentaje de combustible a bajas, medias y altas revoluciones, esta aplicación es diseñada con el fin de mejorar el rendimiento para un uso particular en un trazado específico (circuito de competencias).

#### **2.14.1 Funciones de la aplicación ‘‘Piggyback’’:**

- **Cuenta rpm del motor:** esta opción de lectura en pantalla confirma la calibración del equipo y facilita la calibración de la motocicleta, se han realizado pruebas para comprobar las revoluciones del ‘‘Piggyback’’ y el tacómetro de la motocicleta, siendo similares con una diferencia de 5% en sus medidas.
- **Medición del ancho del pulso en los inyectores:** los valores medidos con el osciloscopio han sido comparados con los valores entregados por el software, siendo así un equipo confiable.
- **Marcar ajustes de combustible en bajas, medias y altas rpm:** recomendado para uso exclusivo en circuitos de competencia se podrá variar el porcentaje de combustible entregado hacia los inyectores en bajas, medias y altas rpm.
- **Selección entre varios mapas de diferente configuración:** la memoria del equipo puede cargar hasta 10 diferentes mapas, es decir configuraciones preestablecidas, pudiendo estas ser descargadas de internet para un uso específico como:

- Uso común
  - Uso a una determinada altura
  - Uso en circuito
  - Uso en carretera o modos de manejo
  - Uso con una preparación especial es decir con diferentes relaciones de transmisión, sistemas de escape por marcas, tipo de filtro de aire, calibraciones varias.
- 
- **Porcentaje de apertura de la mariposa de aceleración:** se muestra en pantalla el porcentaje de apertura de la mariposa de aceleración, sirve para la edición de un propio mapa ya que son variables dependientes de la correcta calibración de la motocicleta.
  - **Edición de mapas:** permite la creación de mapas para una configuración personalizada.

### 2.15 Dinamómetro:



Figura 10: Banco Dinamométrico AutoDyn 30 Superflow

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En la figura 10, se observa el banco dinamométrico utilizado en este trabajo, este equipo dispone de un freno dinamométrico de corrientes de Eddy que permite generar la carga necesaria para simular un manejo particular, y siendo capaz de medir la fuerza de tracción y potencia del vehículo de pruebas.

#### **2.15.1 Características del banco dinamométrico:**

El banco dinamométrico cumple la norma SAE J1349, aplica la publicación ISO 4106, para motocicletas, y según la norma INEN 0960 la determinación de la potencia neta del motor en vehículos automotores.

Este banco consta de dos juegos de rodillos conectados a los frenos, estos captan la velocidad y el par de giro, y mediante una interfaz y por medio de sensores monitores condiciones ambientales como la presión atmosférica, humedad relativa y temperatura del aire, así como también la temperatura del lubricante, las rpm del motor, entre otros dependiendo los accesorios instalados en el equipo.

Este banco dinamométrico AutoDyn 30 fabricado por la compañía Superflow es capaz de medir hasta 2500 hp de potencia máxima. Y su capacidad de absorción en potencia de hasta 2200 hp, su velocidad máxima de prueba de hasta 362 km/h.

En este banco se permite realizar simulaciones de inercia, evaluar pérdidas por fricción y llevar a cabo un sin número de pruebas de potencia, en procedimientos de ingeniería que se verán en los puntos analizados a continuación.

#### **2.15.2 Osciloscopio:**

El osciloscopio es un instrumento de medida que presenta en la pantalla una imagen gráfica de una señal eléctrica que se repite en el tiempo y a esa imagen se le denomina forma de onda, en el campo del automóvil se puede medir señales eléctricas sobre

actuadores y sensores, por ejemplo, el tiempo de inyección, los oscilogramas de encendido y otros. (Blasco, S.F.)

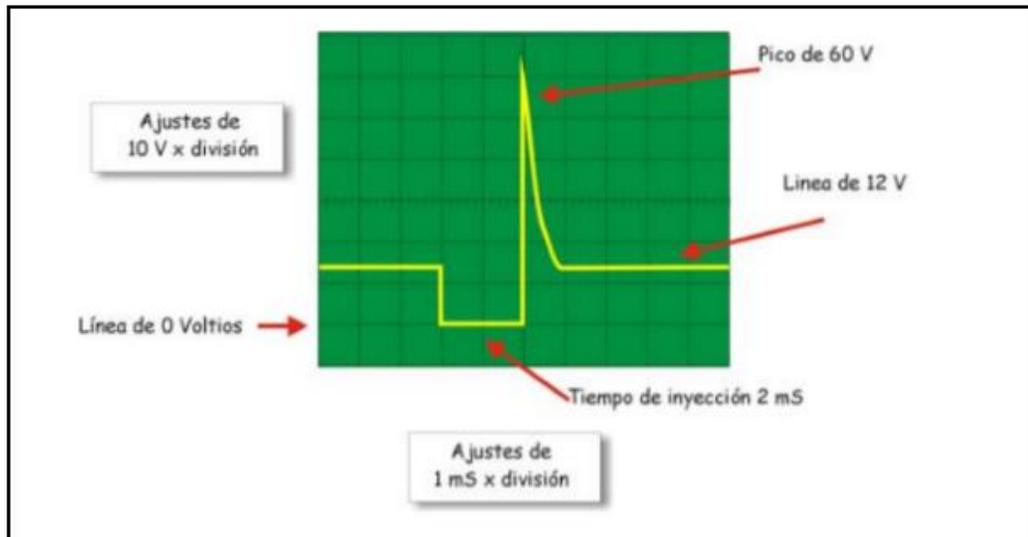


Figura 11: Interpretación de medida en una señal del inyector

Fuente: Blasco (S.F)

En la figura 11, se observa un ejemplo de la señal tomada con el osciloscopio en un inyector.

Para la medida de voltajes con un osciloscopio se ha de contar el número de divisiones verticales que ocupa la señal en la pantalla (eje Y), la medida de tiempos se utiliza la escala horizontal del osciloscopio (eje X), Esto incluye la medida de periodos, anchura de impulsos y tiempo de subida y bajada de impulsos.

En el plano de color verde tenemos la escala que en este caso puntual en el eje vertical por cuadro tenemos el voltaje de 10 V, para en el eje horizontal por cuadro tenemos el tiempo en este caso de 2 ms.

### 2.15.3 Inyección de doble impulso:

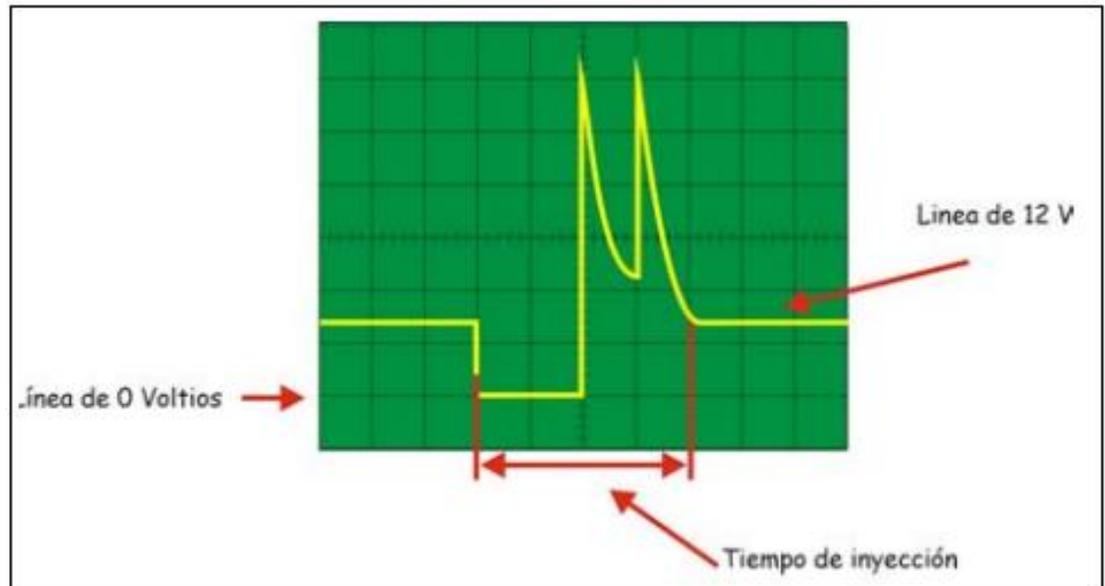


Figura 12: Interpretación de medidas en una señal del inyector

Fuente: [http://www.geocities.ws/tecnilibros/articulos/Articulo\\_Tiempo\\_inyeccion.pdf](http://www.geocities.ws/tecnilibros/articulos/Articulo_Tiempo_inyeccion.pdf)

En la figura 12, se observa la retención por doble impulso. El inyector es alimentado mediante dos impulsos, el primero suministra una corriente inicial de valor alto para que abra rápidamente y el segundo impulso retiene la aguja, manteniéndolo abierto hasta alcanzar el tiempo total.

### 2.16 Estudios previos realizados

Se considera para el desarrollo de este trabajo la revisión previa de dos trabajos similares, estos aportan práctica y científicamente para tener como guía parámetros importantes de medición tales como: porcentaje de aceleración, modos de manejo y ajustes puntuales a considerar al medir la potencia en el banco dinamométrico.

- **Estudio del comportamiento de un motor de ciclo Otto de Inyección Electrónica**

Sobre el comportamiento del motor modificado Toyota modelo Hilux 2.7 equipado con un sistema de inyección electrónica de combustible, para modificar ciertos parámetros y variables relacionadas al aporte de combustible, interviniendo al sistema de inyección con una computadora reprogramable. (Chica & Rivera, 2015)

Potencia relativa: es la relación entre la potencia del motor obtenida después de configurar sus mapas llegando a ser la óptima, y la potencia del motor en las condiciones originales.

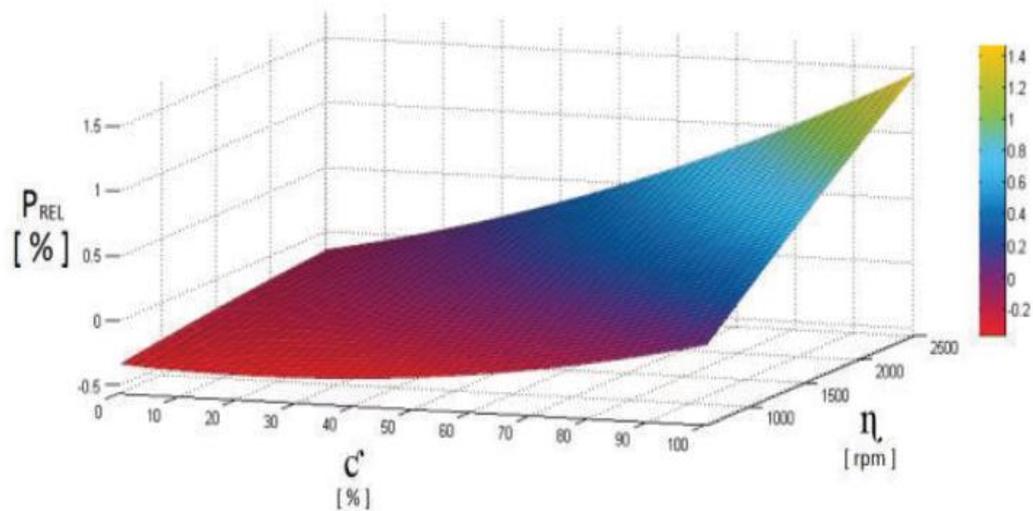


Figura 13: Resultado de potencia relativa utilizando gasolina Súper  
Autor: (Chica & Rivera, 2015)

En la figura 13, como resultado principal, se puede observar el cambio presente en la entrega de la potencia con la utilización de la gasolina Súper. En el punto más alto que se observa de la gráfica mostrada de color amarillo, medido a 2.500 rpm y con carga del 100% se obtiene un incremento del 1,59 % de la potencia relativa.

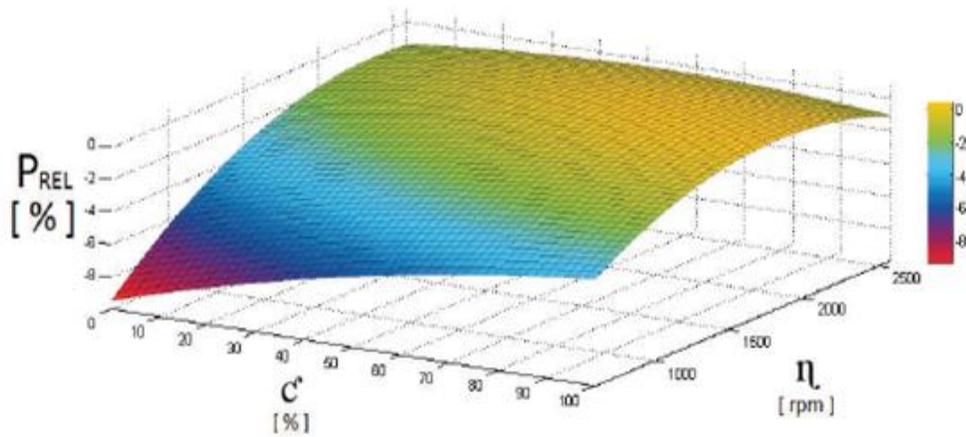


Figura 14: Resultado de la potencia relativa utilizando gasolina Extra

Autor: (Chica & Rivera, 2015)

En la figura 14, en el punto más alto y como resultado principal con la utilización de gasolina Extra y mostrada de color amarillo a 2500 rpm y con carga del 100% se obtiene una disminución del 0,13% de la potencia relativa.

- Elaboración del manual de potenciación de un motor utilizando el sistema PGM FI de Honda en una Honda CRF 450R.

La herramienta PGM FI (sistema de configuración electrónica de inyección de combustible) es un equipo diseñado por Honda Japón, se basa en la configuración del aporte de combustible para diferentes usos de la motocicleta con el fin de ganar potencia y reducir el consumo de combustible según lo requerido por el piloto o trazado específico. (Idrovo, 2012)

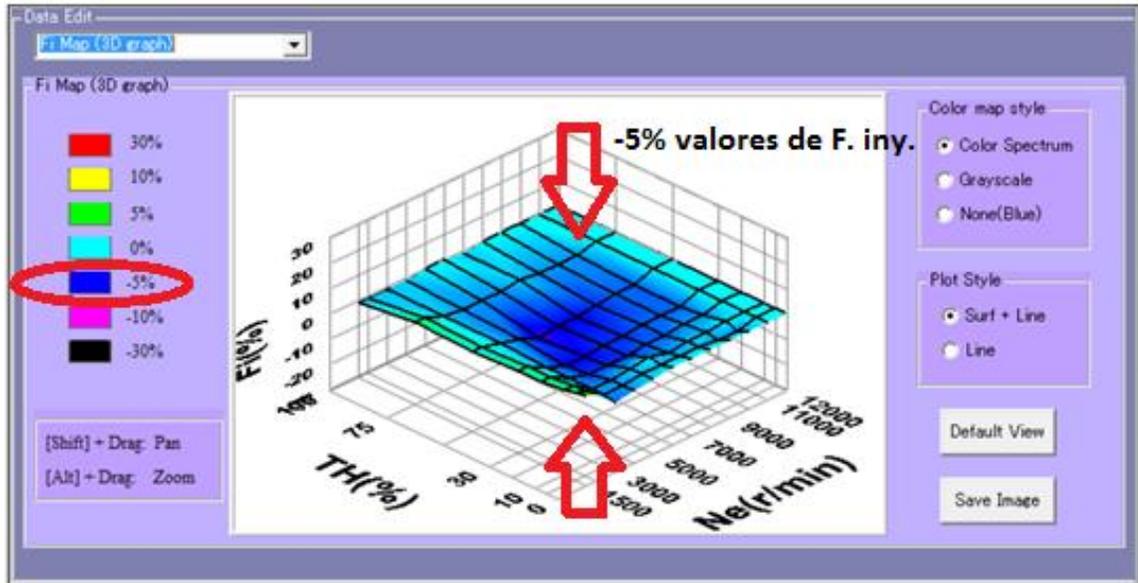


Figura 15: Mapa en 3d de la inyección de combustible en la motocicleta Honda CRF450R en modo ciudad

Autor: (Idrovo, 2011)

Se observa el mapa 3D de la figura 15 la configuración en modo ciudad, considera un funcionamiento entre 3000 y 10000 rpm, con apertura de la mariposa de aceleración de 0,00 % al 75,00 % y mezcla rica entre 0,00 % y 10,00 % con el fin de brindar al piloto un uso suave y progresivo, considerando en su configuración mediante el software en promedio valores negativos (-5% Inyección de combustible) en porcentaje de duración de inyección de combustible. (Idrovo, 2012)

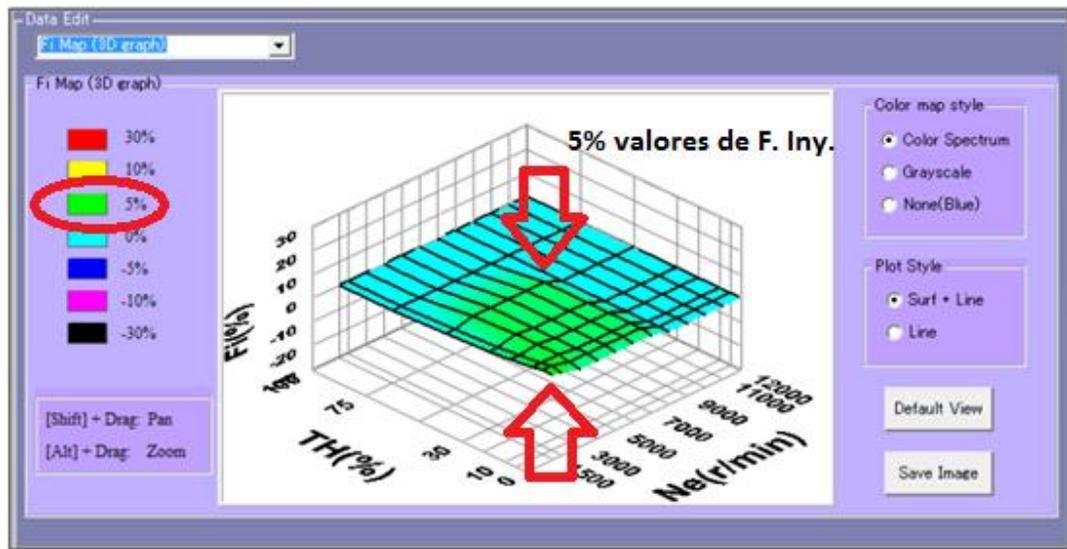


Figura 16: Mapa en 3d de la inyección de combustible en la CFR 450R en modo pista de motocross

Autor: (Idrovo, 2011)

En la figura 16, se observa el mapa 3D configuración en pista de motocross, *Idrovo (2011)* considera un funcionamiento entre 1.500 y 7.000 rpm, con apertura de la mariposa de aceleración de 0,00 % al 50,00 % obteniendo en la gráfica de configuración un cambio positivo en porcentaje de aporte de combustible promedio (5% inyección de combustible) de duración de inyección de combustible, lo cual según comentarios de los pilotos entrevistados es positivo el cambio ya que al salir de las curvas en ciertas marchas la motocicleta no pierde la fuerza en su totalidad, es decir no desvanece manteniendo una velocidad de recorrido superior, comparando ésta con una reducción de marcha o un frenado excesivo.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA, LEVANTAMIENTO DE DATOS Y PLANEACIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **3.1 Introducción**

Con el desarrollo tecnológico y el avance en la electrónica se ha mejorado notablemente la eficiencia y eficacia en los motores de combustión interna. El objetivo de todas las recientes investigaciones y trabajos relacionados es determinar una mejora en cada sistema del vehículo ajustándolo y adicionando nuevos parámetros relacionados directamente a la gestión electrónica.

En este trabajo se realiza un estudio general del comportamiento de un motor de combustión interna a inyección electrónica de combustible, interviniendo en el funcionamiento normal del aporte de combustible hacia los inyectores, donde se utilizará un dispositivo electrónico el cual varía las señales provenientes de la computadora hacia los inyectores, la función esencial de este aparato, mediante un software es poder modificar la señal y tener acceso a una selección de valores que optimicen el rendimiento de la motocicleta, se plantea realizar un experimento y obtener una calibración idónea en función de ciertos requerimientos (altura, trazado, tipo de manejo).

### **3.2 Pruebas iniciales**

A continuación se analizará las señales que existen en el sistema de inyección, particularmente en los inyectores, como primer punto en modo estandar, para posteriormente analizar dichas señales modificadas con la ayuda del Piggyback.

### **3.2.1 Interpretando las señales en los inyectores**

Con la ayuda del osciloscopio medimos la señal en cada inyector en modo estandar para posteriormente comparar con las señales modificadas intervenidas por el Piggyback

### **3.2.2 Análisis del pulso de inyección en modo estándar de la motocicleta FZ1-N**

Esta medida se realiza en los cables de los inyectores, la conexión de sonda de pruebas del osciloscopio a los inyectores debe hacerse de la siguiente manera:

Los inyectores son alimentados en un terminal directamente por el borne positivo mientras que el otro cierra el circuito a masa a través de la unidad de mando. Durante el tiempo que permanece a masa el terminal del inyector, se suministra combustible, por consiguiente, el caudal depende del tiempo que la señal del inyector está a nivel de masa, y a este tiempo se le designa como tiempo de inyección.

### **3.2.3 Motocicleta de Pruebas**



Figura 17: Motocicleta de Pruebas Yamaha FZ1-N

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En la figura 17, se observa la motocicleta Yamaha FZ1-N, la cual se presenta parcialmente desarmada con el fin de tener un acceso libre al riel de inyectores.

### Lectura en osciloscopio del comportamiento en la señal medida en el inyector

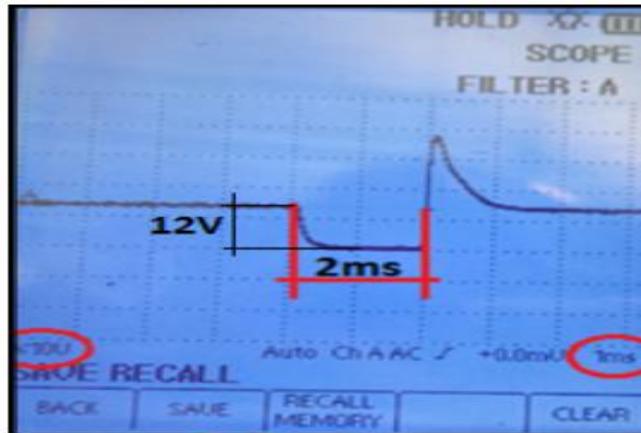


Figura 18: Comportamiento en el inyector de la FZ1-N a 900 Rpm en modo estándar

Fuente: Juan Pablo Álvarez

Se observa con el Motor a ralentí 900 rpm aproximadamente y en su temperatura normal de funcionamiento se observa en el osciloscopio la señal que llega al inyector # 2 con las siguientes características detalladas a continuación:

- Se configura previamente en el osciloscopio la escala apropiada para una fácil lectura, en este caso en el eje horizontal a una escala por cuadro de 1ms, sumando se obtuvo el ancho total del pulso original que viene configurada la FZ1-N de fábrica, con un resultado total de 2ms a las rpm antes mencionadas.
- En el eje vertical a una escala por cuadro de 10V, sumando se obtuvo el voltaje inicial de 12 voltios.

### 3.3 Intervalos de tiempo por cada pulso en diferentes regímenes de aceleración

Con el desarrollo de estas pruebas se conoce cómo se manifiesta la señal del inyector en diferentes regímenes de revoluciones.

#### 3.3.1 Ensayo a 900 rpm.



Figura 19: Variación de tiempo entre cada pulso

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En la figura 19, se observa el comportamiento de la señal en el inyector de la FZ1-N entre un pulso y otro que va a continuación. Las características de la inyección de combustible se detallan a continuación: a un régimen de 900 rpm, se encuentra un intervalo aproximado entre cada pulso de inyección de: 115ms medido en el eje horizontal con una escala de 20ms por cuadro.

Se realiza la prueba con el motor a ralentí, 900 rpm indicado en el tacómetro de la motocicleta FZ1-N.

#### 3.3.2 Ensayo a 2000 rpm

De igual manera que en el caso anterior pero aumentando el número de rpm del motor se analiza la variación de tiempo entre cada pulso reduciéndose considerablemente.



Figura 20: Variación de tiempo entre cada pulso (2000 R pm)

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En la figura 20, a un régimen de 2000 rpm, se encuentra un intervalo aproximado entre cada pulso de inyección de 65ms.

Se realiza la prueba con el motor a 2000 rpm indicado en el tacómetro de la motocicleta FZ1-N.

### 3.3.3 Ensayo a 6300 Rpm

De igual manera que en el caso anterior pero aumentando el numero de rpm del motor se analiza la variación de tiempo entre cada pulso reduciéndose considerablemente.



Figura 21: Variación del tiempo entre cada pulso (6300 Rpm)

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En la figura 21, a un régimen de 6300 rpm, se encuentra un intervalo aproximado entre cada pulso de inyección de 20ms. Se realiza la prueba con el motor a 6300 rpm indicado en el tacómetro de la motocicleta FZ1-N.

### 3.4 Comportamiento en cambios bruscos de aceleración

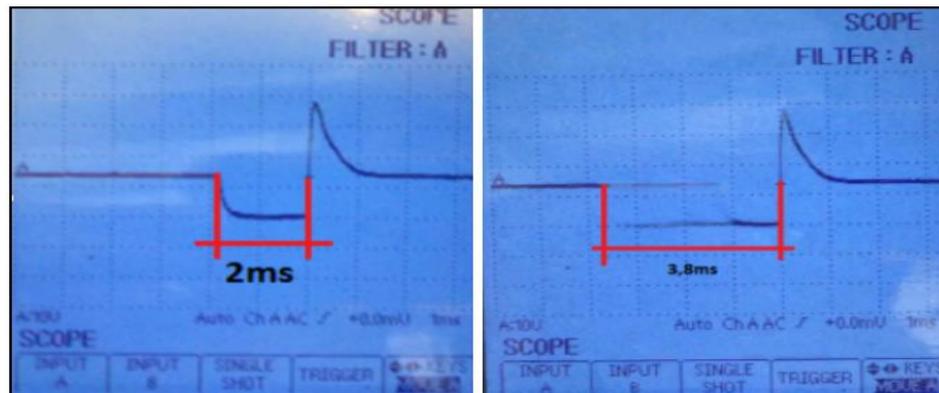


Figura 22: Crecimiento del pulso en cambio brusco de aceleración

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En la figura 22, se observa como varía el comportamiento de la señal en el inyector de la FZ1-N, este cambio brusco de aceleración se da desde las 900 rpm hasta las 4500 rpm, creciendo el ancho del pulso 1.8ms.

Al momento de realizar estas mediciones es importante tener en cuenta que la motocicleta mencionada no está sometida a ninguna carga adicional, por lo cual este ancho de pulso retorna a su posición original de 2ms al mantener las rpm constantes. Para el análisis con carga adicional se debe medir la variación del pulso en el banco dinamómetro.

### 3.5 Lectura de la señal en un inyector a diferentes regímenes de RPM

La tabla 3, indica que no existe diferencia en el ancho del pulso de la inyección de combustible según sea la velocidad del motor, siendo ésta 2 ms.

El ancho del pulso en cada uno de los 4 inyectores a rpm constantes y sin una carga adicional resultó en promedio el valor de 2 ms, para 900 rpm, 2000 rpm y 6300 rpm según la medida entregada por el osciloscopio.

Giro del motor. (Rpm)	Tiempo entre cada pulso. (Ms)	Ancho de pulso (Ms)
900	115	2
2000	65	2
6300	20	2

Tabla 3: Variación de tiempo entre cada pulso de inyección, a diferente régimen de RPM

Fuente: Juan Pablo Álvarez

Al momento de incrementar los regímenes de aceleración se verificó la relación de proporcionalidad inversa que existe entre el número de rpm en el motor y el tiempo entre cada pulso de inyección, es decir a mayor número de giro del motor menor tiempo entre los pulsos de inyección de combustible.

### 3.5.1 Cálculo del número de inyecciones de combustible por la unidad de tiempo

Con la inyección electrónica secuencial un mismo inyector solo inyecta una vez cada dos vueltas del cigüeñal (una vez por ciclo), por lo que el número de inyecciones representa la mitad del número de vueltas del motor. Teniendo en cuenta que en las motocicletas por ser motores más pequeños y livianos pueden alcanzar el doble de Rpm. (Fujisawa, 2006)

#### **Ecuación # 1 Cálculo de tiempo en segundos en cada inyección de combustible.**

$$\begin{aligned} 900 \text{ rpm} &= 60 \text{ Seg.} \\ 1 \text{ rpm} &= x \text{ Seg.} \end{aligned}$$

Dónde:  $x = 0,066 \text{ seg.}$

#### **Ecuación # 2 Obtención del número de inyecciones por cada revolución**

$$900 \text{ rpm} \div 2 \text{ Vueltas cigüeñal}$$

Se obtiene 450 inyecciones por minuto en cada inyector.

En la tabla 4, para las revoluciones a continuación se obtienen los siguientes valores de tiempo en los intervalos de inyección.

Tabla 4: Obtención del intervalo entre los pulsos

Regimen de giro	Tiempo	# de Inyecciones por minuto	Tiempo x vuelta cigüeñal	Multiplicando	Resultado	Aproximación
900 rpm	60 sg.	450 inyecciones	0,066 sg.	2 pulsos X 0,066 sg	0,132 sg.	132 ms a 115 ms
2000 rpm	60 sg.	1000 inyecciones	0,03 sg.	2 pulsos X 0,03 sg	0,06 sg.	60 ms a 65 ms
6300 rpm	60 sg.	3150 inyecciones	0,0095 sg.	2 pulsos X 0,0095 sg	0,019 sg.	19 ms a 20 ms

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En la tabla 4, se presentan los resultados ya analizados y para cada revolución se procede a realizar lo siguiente:

- En cada vuelta del cigüeñal se dan dos pulsos de inyección y al multiplicar 0,066 segundos que es el tiempo por vuelta del cigüeñal por las dos vueltas del mismo se obtiene 0,132 segundos, (132ms). Que al momento de aproximar conseguimos estar en intervalo mencionado de 115ms a este régimen de giro de 900 rpm.

### **Ecuación # 3 Verificación del intervalo de tiempo entre cada pulso de inyección**

Referencia a 900 Rpm.

$$0,066 \text{ sg} \times 2 \text{ vueltas de cigüeñal} = 0,132 \text{ sg}$$

$$132\text{ms} \approx 115\text{ms}$$

- Si a 6.300 Rpm se realizan en 60 segundos, 1 vuelta del cigüeñal se da en 0,0095 segundos, por lo tanto, en este sistema de inyección electrónica secuencial existe 3.150 inyecciones de combustible.

- Multiplicando 0,0095 por dos vueltas del cigüeñal se obtiene 0,019 segundos, (19ms). Que al momento de redondear conseguimos estar en el intervalo entre los pulsos mencionado de 20 ms a este régimen de giro de 6300 rpm.

#### **Ecuación # 4 Verificación del intervalo de tiempo entre cada pulso de inyección**

Referencia a 6300 Rpm.

$$0,0095 \text{ sg} \times 2 \text{ vueltas de cigüeñal} = 0,019 \text{ sg}$$

$$19 \text{ ms} \approx 20 \text{ ms}$$

- De la misma forma que se verificó el intervalo entre pulsos a 900 rpm ahora se calculó como segunda verificación a 6300 rpm siendo ésta muy aproximada teniendo en cuenta que la unidad se maneja en milisegundos.

### **3.6 Aplicación piggyback**

En este punto del trabajo interviene la aplicación que nos va a variar la señal y a modificar la inyección de combustible.

#### **3.6.1 Cambios en la señal de los inyectores**

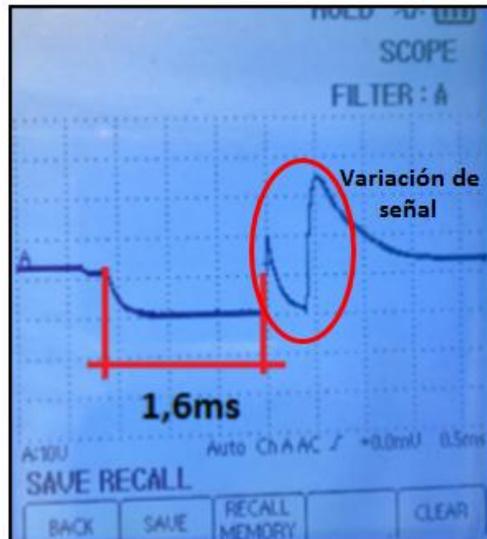


Figura 23: Variación de la señal en el inyector con la aplicación Piggyback a 900 rpm

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En la figura 23, se observa que con la aplicación ‘‘Piggyback’’ cambia la curva de inyección, ésta reduce el ancho de pulso a 1.6ms. (Se puede apreciar en la pantalla superior izquierda del software) La señal que llega al inyector varía notablemente teniendo un segundo pico, ésta se podría entender como una segunda inyección o un aporte extra de combustible

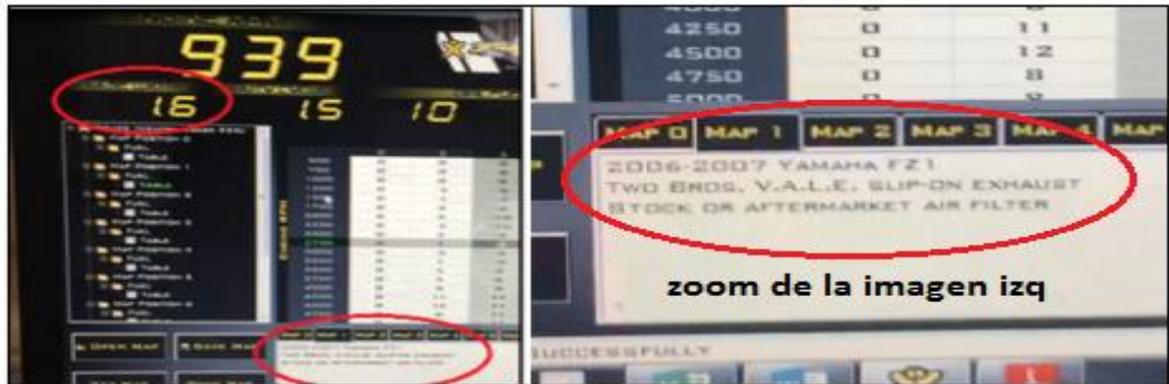


Figura 24: Lectura en software de ancho de pulso (PULSE WIDTH)

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En la figura 24, se puede verificar mediante el software el valor del ancho del pulso englobado en la pantalla en la parte superior izquierda comparado con el valor medido en el osciloscopio, siendo esta señal de igual valor 1,6 ms. Se observa englobado en la parte inferior derecha las características en extras que viene equipada la motocicleta a modificar, (sistema de escape, filtro de aire, etc.)

## Comparación de las gráficas medidas en el osciloscopio en modo estándar y con la aplicación Piggyback

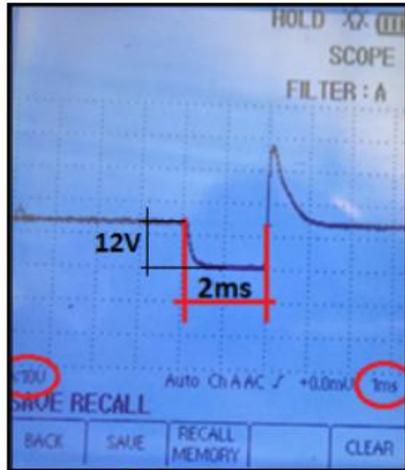


Figura 25: Pulso de inyección estándar

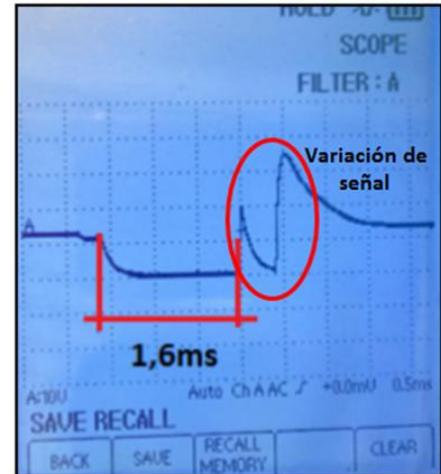


Figura 26: Pulso de inyección modificada (Piggyback)

Fuente: Juan Pablo Álvarez

### 3.7 Curvas de correlación entre diferentes mapas

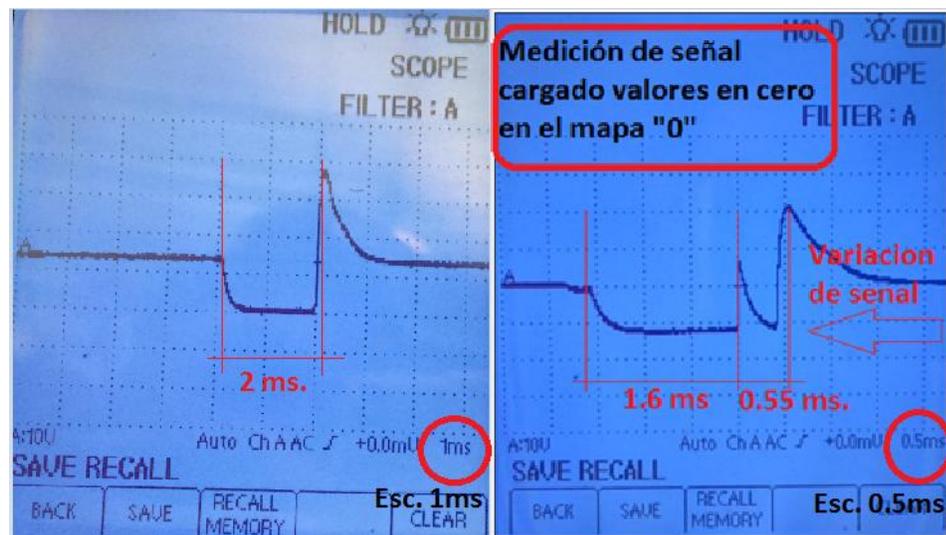


Figura 27: Comparación de la señal de modo estándar entre motocicleta y programa Piggyback

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En la figura 27, se observa que el ancho de pulso en modo estándar es igual a 2 ms. Imagen de la izquierda, y en la imagen de la derecha mediante la aplicación Piggyback, se muestran los valores en cero cargados en el mapa, éste ancho se reduce a 1.6 ms, Teniendo un pico a continuación que varía la señal de 0.55 ms.

### 3.8 Análisis de aporte de combustible entre dos mapas

Se observará a continuación la diferencia entre los valores cargados en aporte de combustible en dos casos puntuales para cada celda (Rpm y % aceleración) de sus respectivos mapas.

- Mapa ideal
- Mapa No. 7

#### 3.8.1 Prueba aplicada con Piggyback (mapa ideal)

Tabla 5: Aporte en porcentaje de combustible mapa ideal

		MAP 9 - CYLINDER 1,2,3,4									
		THROTTLE (%)									
		0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
ENGINE RPM	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1250	0	-3	-5	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	-1	-3	2	-2	-6	0	0	0	0
	1750	0	3	-4	1	-4	-9	0	0	0	0
	2000	0	3	-10	-8	-11	-14	-16	-11	-11	-8
	2250	0	-2	-15	-10	-13	-16	-17	-18	-13	-14
	2500	0	2	-2	-4	-3	-2	-8	-11	-2	-11
	2750	0	1	-3	-13	-13	-13	-13	-15	-8	-7
	3000	0	-3	-2	-12	-10	-8	-16	-13	-6	2
	3250	0	1	-3	-11	-10	-9	-15	-12	-9	-6
	3500	0	5	3	1	-3	-7	-10	-8	-2	0
	3750	0	5	6	7	1	-4	-8	-7	-2	-3
	4000	0	8	8	12	8	4	-7	-5	6	0
	4250	0	11	12	18	15	12	-3	-1	9	4
4500	0	12	11	11	8	5	-1	-1	10	6	
4750	0	8	11	10	5	1	-6	-2	9	5	
5000	0	8	11	8	5	2	-4	-2	7	2	

Fuente: Juan Pablo Álvarez

Ésta tabla 5, representa únicamente una captura inicial de una porción de los datos ingresados en este mapa llamado ideal, los valores cargados varían según las necesidades de manejo (Valores previamente calculados para cada aplicación).

### 3.9 Prueba aplicada con Piggyback (mapa No. 7)

Tabla 6: Aporte en porcentaje de combustible mapa No. 7

MAP 0 - CYLINDER 1,2,3,4											
THROTTLE (%)											
	0	2	5	10	15	20	40	60	80	100	
ENGINE RPM	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	0	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0
3000	0	9	2	0	0	0	-1	3	-1	2	
3500	0	8	-2	-2	-3	-5	-9	-9	-11	-12	
4000	0	7	-1	-7	-9	-11	-10	-12	-14	-16	
4500	0	9	8	3	-1	2	-2	-5	-6	-3	
5000	0	8	6	0	-2	2	-2	-2	-6	-8	
5500	0	5	4	-3	-7	-3	-6	-4	-6	-13	
6000	0	7	6	-1	-7	-3	-3	-2	-4	-9	
6500	0	6	0	0	0	0	3	4	0	-4	
7000	0	7	0	0	0	0	6	5	2	-1	
7500	0	5	0	0	0	0	9	8	3	2	
8000	0	5	0	0	0	0	9	7	7	4	
8500	0	0	0	0	0	0	9	8	8	6	
9000	0	0	0	0	0	0	9	9	7	6	
9500	0	0	0	0	0	0	7	7	6	4	

Fuente: Juan Pablo Álvarez

Ésta tabla 6, al igual que la tabla 3 representa únicamente una captura inicial de una porción de los datos ingresados en este mapa No. 7, los valores cargados varían según las necesidades de manejo (Valores previamente calculados para cada aplicación).

Mapa 7, con modificación en los valores de aporte de combustible

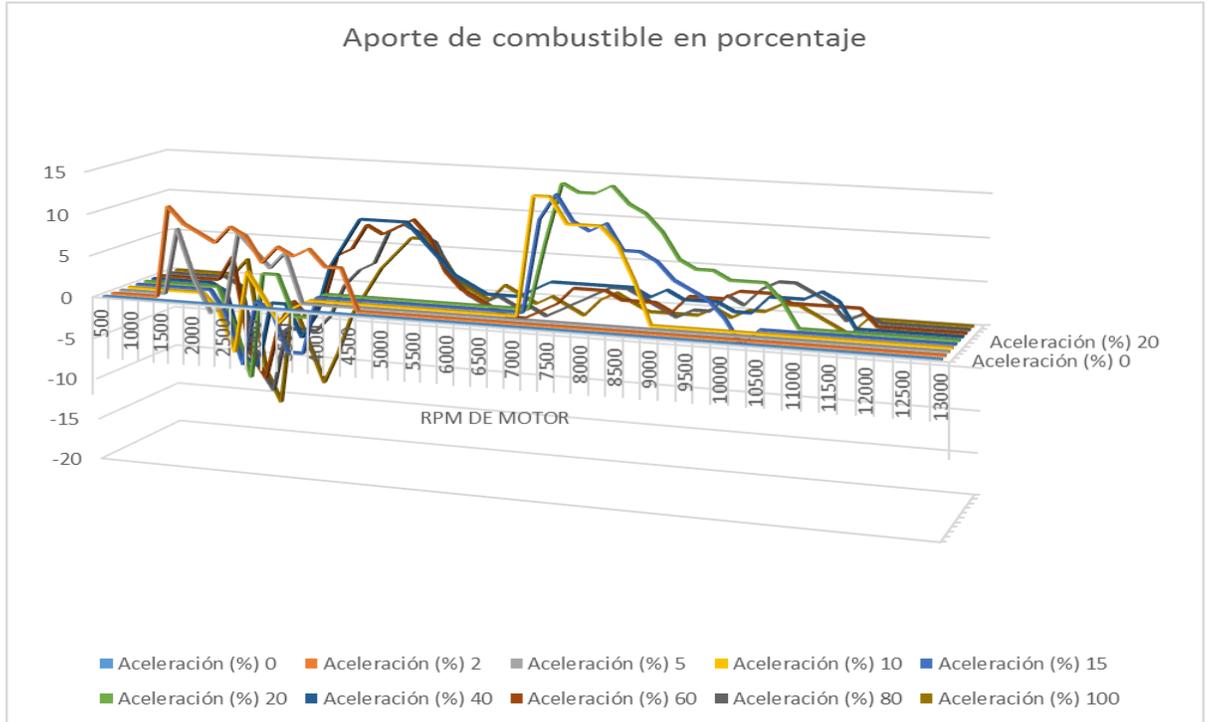


Figura 28: Aporte del porcentaje de combustible por cada valor de rpm

Fuente: Juan Pablo Álvarez

La figura 28, indica el comportamiento en el aporte de combustible en función de los nuevos valores ingresados en la tabla. Varía la figura ofreciendo un aporte de combustible diferente en función de los nuevos requerimientos de manejo, en este mapa aplica para una motocicleta para uso estándar que únicamente está equipada con un escape que ofrece mayor velocidad de salida de gases de escape, basándose el mapa en configuraciones óptimas para el año 2010.

### 3.10 Comparación entre los diferentes mapas (mapa ideal y mapa No. 7)

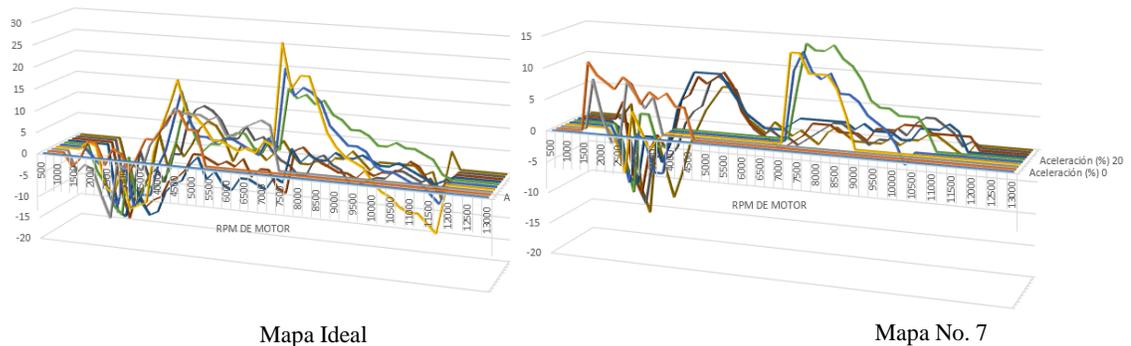


Figura 29: Comparación entre mapa ideal y mapa No. 7

Fuente: Juan Pablo Álvarez

En estos dos mapas, se puede diferenciar claramente en que intervalos de revoluciones se adiciona o se reduce el aporte de combustible relacionando directamente con las revoluciones de motor, aplica a un modo de manejo tipo urbano o deportivo, o pudiendo ser más específicos a una calibración definida por el tipo de trazado en relación de sus curvas o rectas (pista de velocidad).

### 3.11 Toma de datos y utilización del banco dinamométrico

Según el protocolo para la utilización del banco dinamométrico se realizó las mediciones correspondientes:

- Preparación de instrumentos de medición
- Seguridad del operario y vehículo
- Cumplir pruebas con la temperatura normalizadas de funcionamiento
- Seleccionar pruebas a realizar con los datos propios del vehículo
- Establecer los valores de carga para cada prueba en el banco dinamométrico

### 3.11.1 Cálculo de potencia

Para encontrar la potencia reflejada del banco dinamométrico existen diferentes métodos y estos podrían ser dos puntualmente, debido a que existen señales ruidosas, accesos difíciles, falta de cableado – bobinas independientes y vehículos a Diésel.

1.- Mediante el método calculado, que está en función del torque multiplicado por rpm del rodillo que será detallado a continuación.

2.- Mediante la velocidad del giro del motor del vehículo tomado por las siguientes herramientas:

- pinzas inductivas de ganancia ajustable No de parte: **1200A-2450**.
- pinzas inductivas de pulso por RPM
- pinzas directas conexión a bobina con cable, No de parte **1200A-2261**
- pinzas con cable al tacómetro No de parte, **1200A-2448**
- Sensor óptico IFR, No de parte, **1200A-2448-1** (Manual Auto Dyn, 2005)

Para encontrar la potencia en caballos de fuerza (Hp) no es necesario conectar el banco dinamométrico a algún conector o sensor que capte la velocidad del vehículo directamente sino, simplemente y en este caso por ser una motocicleta de bobinas independientes sin cableado se procede directamente al cálculo ya antes mencionado y detallado a continuación.

Tabla 7: Datos para el cálculo de potencia

Datos previos		
Descripción	Abreviatura	Valor, Fz1-N
Radio dinámico de rueda posterior	Rd	0,3204 m
Peso en seco	Ps	437,8 lb
Numero de dientes catalina Rw	Thrw	45
Numero de dientes piñón Fr	Thfr	16
Relación de engranajes de la caja de cambios	1ª	38/15 (2,533)
	2ª	33/16 (2,063)
	3ª	37/21 (1,762)
	4ª	35/23 (1,522)
	5ª	27/20 (1,350)
	6ª	29/24 (1,208)
Torque obtenido en el banco dinamométrico	Tbd	517,30 Nm

Fuente: Juan Pablo Álvarez

Tabla 8: Incógnitas para el cálculo de potencia

Incógnitas	
Descripción	Abreviatura
Relación de reducción primaria	Np
Relación de reducción secundaria	Ns
Relación final por cada marcha	Ntdx
Velocidad del motor	Rpm
Torque motor FZ1-N	Torque

Fuente: Juan Pablo Álvarez

Ecuación # 5: Relación de reducción primaria

$$Np = \text{Conducido} \div \text{conductor}$$

$$Np = \frac{65}{43} = 1,512 \text{ (Caja de cambios)}$$

Ecuación # 6 Relación de reducción secundaria

$$Ns = \text{Conducido} \div \text{conductor}$$

$$Ns = \frac{45}{16} = 2,812 \text{ (Impulsión por cadena)}$$

Ecuación # 7 Relación final por cada marcha

$$Ntdx = Np * Ns * N \text{ marcha}$$

$$Ntd1^a = 1,512 * 2,812 * 2,533 = 10,7715$$

$$Ntd2^a = 1,512 * 2,812 * 2,063 = 8,7729$$

$$Ntd3^a = 1,512 * 2,812 * 1,762 = 7,4929$$

$$Ntd4^a = 1,512 * 2,812 * 1,522 = 6,4723$$

$$Ntd5^a = 1,512 * 2,812 * 1,350 = 5,7408$$

$$Ntd6^a = 1,512 * 2,812 * 1,208 = 5,1370$$

Ecuación # 8 Velocidad del motor

$$Rpm = \frac{Vvh(\frac{m}{s})}{Rd} * Ntdx \frac{60}{2\pi}$$

$$Rpm = \frac{69km/h(\frac{1000m}{1km})(\frac{1h}{3600sg})}{0,320m} * 7,492 \frac{60}{2\pi}$$

$$Rpm = 4280,31$$

Ecuación # 9 Torque del motor

$$\text{Torque motor} = \frac{Tbd}{Ntdx}$$

$$\text{Torque motor} = \frac{517,30 \text{ Nm}}{7,492}$$

$$\text{Torque motor} = 69,04 \text{ Nm}$$

**Conversiones:**

$$1Nm = 0,7376 \text{ lb.ft}$$

$$1lb.ft = 1,355748373 \text{ Nm}$$

Ecuación # 10 Potencia en cada régimen

$$Pot = \frac{Rpm T (Nm) (2\pi)}{60000}$$

$$Pot = \frac{(4280,31) (69,04) (2\pi)}{60000}$$

Pot = 30,95 kw

Ecuación # 11 Potencia en Hp

Pot = 30,95 Kw \* 1,34102 (Factor de conversión)

Pot = 41,50 Hp

Para así encontrar la potencia como el ejemplo en el mapa 0 prueba 1 de 2, a continuación, en cada intervalo deseado en función de la velocidad del vehículo montado en el banco dinamométrico.

### 3.12 Pruebas en el banco dinamométrico

#### Mapa 0, prueba 1 de 2

Datos previos		Relación final de marchas	
carga (%)	<b>4</b>	1a	10,7715825
marcha #	<b>3era</b>	2a	8,7729075
rango de velocidad (km/h)	<b>60 a 180</b>	3a	7,492905
configuración	<b>Mapa cero</b>	4a	6,472305
observaciones	<b>Gasolina Super</b>	5a	5,740875
pasada # B.D.	<b>1 de 2</b>	6a	5,13702

Tabla 9: resultados de potencia del mapa 0, prueba 1 de 2

ECEPwr	ECETrq	SpeedM	Velocidad Motor	Torque Motor	Torque Motor	Potencia	Potencia
CKw	CNm	kph	RPM	Nm	lb.ft	kW	Hp
32,5	517,3	69	4280,31	69,04	50,92	30,95	41,50
40,1	547,1	81	5024,72	73,02	53,86	38,42	51,52
46,3	552,3	92	5707,09	73,71	54,37	44,05	59,07
52,1	552,3	104	6451,49	73,71	54,37	49,80	66,78
60,5	577,9	115	7133,86	77,13	56,89	57,62	77,27
69	598,9	126	7816,23	79,93	58,96	65,42	87,73
76,1	605,9	138	8560,63	80,86	59,64	72,49	97,21
81,2	596,5	149	9243,00	79,61	58,72	77,06	103,33
85	580	161	9987,40	77,41	57,10	80,96	108,57
86,5	550,7	173	10731,80	73,50	54,21	82,60	110,76

Fuente: Juan Pablo Álvarez

**Mapa 0, prueba 2 de 2**

Datos previos		Relación final de marchas	
carga (%)	<b>4</b>	1a	10,7715825
marcha #	<b>3era</b>	2a	8,7729075
rango de velocidad (km/h)	<b>60 a 180</b>	3a	7,492905
configuración	<b>Mapa cero</b>	4a	6,472305
observaciones	<b>Gasolina Super</b>	5a	5,740875
pasada # B.D.	<b>2 de 2</b>	6a	5,13702

Tabla 10: resultados de potencia del mapa 0, prueba 2 de 2

ECEPwr	ECETrq	SpeedM	Velocidad Motor	Torque Motor	Torque Motor	Potencia	Potencia
CKw	CNm	kph	RPM	Nm	lb.ft	kW	Hp
32,9	522,8	70	4342,35	69,77	51,46	31,73	42,55
40,3	549,9	81	5024,72	73,39	54,13	38,62	51,79
46,1	550,5	92	5707,09	73,47	54,19	43,91	58,88
52,9	561,6	104	6451,49	74,95	55,28	50,64	67,90
61,9	590,9	115	7133,86	78,86	58,17	58,91	79,00
69,3	601,5	127	7878,26	80,28	59,21	66,23	88,81
76,3	607,5	138	8560,63	81,08	59,80	72,68	97,47
82,3	604,8	150	9305,03	80,72	59,54	78,65	105,47
85,6	583,5	161	9987,40	77,87	57,44	81,45	109,22
86,6	551,6	173	10731,80	73,62	54,30	82,73	110,95

Fuente: Juan Pablo Álvarez

**Sin mapa o en estado estandar, prueba 2 de 2**

Datos previos		Relación final de marchas	
carga (%)	<b>4</b>	1a	10,7715825
marcha #	<b>3era</b>	2a	8,7729075
rango de velocidad (km/h)	<b>60 a 180</b>	3a	7,492905
configuración	<b>Estandar</b>	4a	6,472305
observaciones	<b>Gasolina Super</b>	5a	5,740875
pasada # B.D.	<b>2 de 2</b>	6a	5,13702

Tabla 11: resultados de potencia del mapa estándar, prueba 2 de 2

ECEPwr	ECETrq	SpeedM	Velocidad Motor	Torque Motor	Torque Motor	Potencia	Potencia
CKw	CNm	kph	RPM	Nm	lb.ft	kW	Hp
25	478,4	58	3597,95	63,85	47,09	24,06	32,26
33,2	528,6	70	4342,35	70,55	52,04	32,08	43,02
40,1	547	81	5024,72	73,00	53,85	38,41	51,51
45,3	540,5	93	5769,12	72,13	53,21	43,58	58,44
49,7	527,6	104	6451,49	70,41	51,94	47,57	63,79
58,6	559,9	116	7195,89	74,72	55,12	56,31	75,51
67,7	587,8	127	7878,26	78,45	57,86	64,72	86,79
75,3	599,5	138	8560,63	80,01	59,01	71,73	96,19
82,2	603,6	150	9305,03	80,56	59,42	78,50	105,26
84,4	575,3	162	10049,43	76,78	56,63	80,80	108,36
85	540,8	173	10731,80	72,17	53,24	81,11	108,77

Fuente: Juan Pablo Álvarez

**Mapa 1, prueba 1 de 2**

Datos previos		Relación final de marchas	
carga (%)	<b>4</b>	1a	10,7715825
marcha #	<b>3era</b>	2a	8,7729075
rango de velocidad (km/h)	<b>60 a 180</b>	3a	7,492905
configuración	<b>mapa 1</b>	4a	6,472305
observaciones	<b>Gasolina Super</b>	5a	5,740875
pasada #	<b>1 de 2</b>	6a	5,13702

Tabla 12: resultados de potencia del mapa 1, prueba 1 de 2

ECEPwr	ECETrq	SpeedM	Velocidad Motor	Torque Motor	Torque Motor	Potencia	Potencia
CKw	CNm	kph	RPM	Nm	lb.ft	kW	Hp
33	524,9	70	4342,35	70,05	51,67	31,86	42,72
40,4	550,8	81	5024,72	73,51	54,22	38,68	51,87
45,4	542,4	92	5707,09	72,39	53,39	43,26	58,02
50,5	535,9	104	6451,49	71,52	52,75	48,32	64,80
58,6	559,9	115	7133,86	74,72	55,12	55,82	74,86
68,5	594,4	127	7878,26	79,33	58,51	65,45	87,77
75,2	598,2	138	8560,63	79,84	58,89	71,57	95,98
81,5	598,7	149	9243,00	79,90	58,94	77,34	103,71
84,9	579,2	161	9987,40	77,30	57,02	80,85	108,42
85,7	545,4	173	10731,80	72,79	53,69	81,80	109,70

Fuente: Juan Pablo Álvarez

**Mapa 3, prueba 2 de 2**

Datos previos		Relación final de marchas	
carga (%)	<b>4</b>	1a	10,7715825
marcha #	<b>3era</b>	2a	8,7729075
rango de velocidad (km/h)	<b>60 a 180</b>	3a	7,492905
configuración	<b>mapa 3</b>	4a	6,472305
observaciones	<b>Gasolina Super</b>	5a	5,740875
pasada #	<b>2 de 2</b>	6a	5,13702

Tabla 13: resultados de potencia del mapa 3, prueba 2 de 2

ECEPwr	ECETrq	SpeedM	Velocidad Motor	Torque Motor	Torque Motor	Potencia	Potencia
CKw	CNm	kph	RPM	Nm	lb.ft	kW	Hp
32,9	523,1	70	4342,35	69,81	51,49	31,75	42,57
40,5	552,4	81	5024,72	73,72	54,38	38,79	52,02
46,2	551,2	93	5769,12	73,56	54,26	44,44	59,60
53,3	565,7	104	6451,49	75,50	55,69	51,01	68,40
61,9	591,4	116	7195,89	78,93	58,22	59,48	79,76
69,4	602,8	127	7878,26	80,45	59,34	66,37	89,01
76,8	611,2	139	8622,66	81,57	60,17	73,66	98,77
82,7	607,5	150	9305,03	81,08	59,80	79,00	105,94
86	586,9	162	10049,43	78,33	57,77	82,43	110,54
86,8	552,7	173	10731,80	73,76	54,41	82,90	111,17

Fuente: Juan Pablo Álvarez

**Mapa 7, prueba 2 de 2**

Datos previos		Relación final de marchas	
carga (%)	<b>4</b>	1a	10,7715825
marcha #	<b>3era</b>	2a	8,7729075
rango de velocidad (km/h)	<b>60 a 180</b>	3a	7,492905
configuración	<b>mapa 7</b>	4a	6,472305
observaciones	<b>Gasolina Super</b>	5a	5,740875
pasada #	<b>2 de 2</b>	6a	5,13702

Tabla 14: resultados de potencia del mapa 7, prueba 2 de 2

ECEPwr	ECETrq	SpeedM	Velocidad Motor	Torque Motor	Torque Motor	Potencia	Potencia
CKw	CNm	kph	RPM	Nm	lb.ft	kW	Hp
33,1	527,2	70	4342,35	70,36	51,90	31,99	42,91
40,6	553,6	81	5024,72	73,88	54,50	38,88	52,13
46,2	551,4	92	5707,09	73,59	54,28	43,98	58,98
52,8	560	104	6451,49	74,74	55,13	50,49	67,71
60,2	574,6	115	7133,86	76,69	56,56	57,29	76,83
68,9	598,2	127	7878,26	79,84	58,89	65,87	88,33
76,8	611,3	138	8560,63	81,58	60,18	73,14	98,08
81,8	600,8	150	9305,03	80,18	59,14	78,13	104,78
85,4	582,2	161	9987,40	77,70	57,31	81,26	108,98
86,9	553,5	173	10731,80	73,87	54,49	83,02	111,33

Fuente: Juan Pablo Álvarez

## Mapa modificado

Este mapa ha sido creado tomando en cuenta variables importantes, tales como:

Tabla 15: Variables a considerar para la elaboración del mapa ideal

Variables	Valores
porcentaje de aceleración	100%
porcentaje de carga en el banco dinamométrico	4%
rango de velocidad	60 - 190 km/h
Selección de marcha	3era marcha
Tipo de combustible	Super 92 Octanos
Presion de neumatico posterior	42 Psi
Altura sobre el nivel del mar	2493,65 Msnm
Sistema de escape	Fmf Apex
Equipo Piggyback	Two Brothers Racing

Fuente: Juan Pablo Álvarez

### 3.13 Configuración de mapa ideal

Se considera para los cálculos una aceleración al 100% es decir con la mariposa y caña de aceleración totalmente abierta, ubicándonos en el los diferentes mapas en la última columna:

#### 1. Se ejecuta la prueba sobre el banco dinamométrico:

- a. En tercera marcha desde los 60 Km/h
- b. Al 100% de aceleración (Caña de acelerador a tope)
- c. Alcanzando el corte de las Rpm (11500 Rpm)

#### 2. Obtenemos las Rpm mediante el captador óptico del banco dinamométrico:

- a. La velocidad del motor en Rpm (tablas 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17)

- b. Para mayor exactitud interpolamos las Rpm en intervalos de 250 en 250 unidades para encontrar el aporte exacto “y” en cada valor de “x”, siendo este el valor de combustible en porcentaje buscado.

Tabla 16: Interpolación de valores para encontrar el porcentaje de aporte correspondiente de combustible

	rpm	acc ?	
	x	y	
x0	4250	4	y0
xi	4500	6	yi
xvalor	4342,34815	4,73878519	yx ?

Fuente: Juan Pablo Álvarez

- c. Encontrando ya el porcentaje en aporte de combustible para cada intervalo de Rpm para el cálculo. (Ejemplo Mapa 1)

Tabla 17: Conformación de porcentaje de aportación en cada régimen, previo al mapa ideal

MAPA 1			
eng RPM	torque	potencia	% ACC 1
4250			4
4342,34815	69,7993635	42,563759	4,73878519
4500			6

Fuente: Juan Pablo Álvarez

### 3. Encontramos la potencia utilizando los cálculos del punto 3.14.1 Ecuación 10

- a. Se puede encontrar ya en este punto la potencia a cada régimen de Rpm

Tabla 18: Ejemplo al momento de encontrar la potencia obtenida en el banco dinamométrico (mapa 0, prueba 1 de 2)

$$Pot = \frac{Rpm T (Nm) (2\pi)}{60000}$$

$$Pot = \frac{(4280,31) (69,04) (2\pi)}{60000}$$

$$Pot = 30,95 \text{ kw}$$

Fuente: Juan Pablo Álvarez

**4. Después de varias pruebas en el banco dinamométrico se seleccionan dos de ellas:**

- a. Los mayores resultados de potencia en función de cada mapa cargado
- b. Los menores resultados de potencia en función de cada mapa cargado

**5. Consideramos la definición de desviación estandar para:**

- a. Conocer que tan dispersos son los valores para el cálculo del aporte de combustible de ambos mapas seleccionados y tener una relación directa para el nuevo mapa.
- b. Utilizando el concepto de desviación estandar, verificamos que los valores entre las tablas menor y mayor al ser calculadas, éstas tienen relación entre sí que se consideran poco dispersas respecto a la media.

Tabla 19: Captura de una porción de la tabla al momento de encontrar la desviación estandar.

MENOR	MAYOR	DESVIACIÓN ESTANDAR
map 1 % acc	map 7 %acc	
-9	-12	2,121320344
-14	-16	1,414213562
2	-3	3,535533906
-7	-8	0,707106781
-6	-13	4,949747468
-7	-9	1,414213562
-2	-4	1,414213562
2	-1	2,121320344
1	2	0,707106781

Fuente: Juan Pablo Álvarez

**6. Encontrando la diferencia en porcentaje de aporte de combustible entre mapa menor y mayor**

- a. Esta diferencia en porcentaje encontrado entre el mapa 1 y mapa 7, será la adición que buscamos para nuestro mapa ideal
- b. Teniendo en cuenta que el mapa 1 y 7 tienen relación (menor y mayor en resultados) siendo estos los que previamente nos arrojaron las diferentes potencias ya analizadas.

Tabla 20: Captura de una porción de la tabla encontrando la diferencia de porcentajes entre mapas.

MENOR	MAYOR		OK
map 1 % acc	map 7 %acc	desv std	porcentaje % 1-7
-9	-12	2,12132034	-33,33
-14	-16	1,41421356	-14,29
2	-3	3,53553391	250,00
-7	-8	0,70710678	-14,29
-6	-13	4,94974747	-116,67
-7	-9	1,41421356	-28,57
-2	-4	1,41421356	-100,00
2	-1	2,12132034	150,00
1	2	0,70710678	-100,00

Fuente: Juan Pablo Álvarez

## 7. Finalmente la adición de valores al mapa mayor

- a. Adicionamos el porcentaje encontrado en el punto 6 al mapa mayor, es decir al que nos arrojó los mejores resultados de potencia.
- b. Cargamos estos valores en la columna donde editamos los mapas y realizamos tres o más pruebas repetitivas de potencia en el banco dinamométrico

Tabla 21: Captura de una porción de la tabla con los valores finales a ingresar en nuestro mapa ideal

MENOR	MAYOR		OK	IDEAL
map 1 % acc	map 7 %acc	desv std	porcentaje % 1-7	agregado % 1 -7
-9	-12	2,12132034	-33,33	-8
-14	-16	1,41421356	-14,29	-14
2	-3	3,53553391	250,00	-11
-7	-8	0,70710678	-14,29	-7
-6	-13	4,94974747	-116,67	2
-7	-9	1,41421356	-28,57	-6
-2	-4	1,41421356	-100,00	0
2	-1	2,12132034	150,00	-3
1	2	0,70710678	-100,00	0
4	4	0	0,00	4

Fuente: Juan Pablo Álvarez

### 3.14 Captura del mapa 9 o modificado con variación en el aporte de combustible al 100% de aceleración.

Tabla 22: Captura de mapa 9 o modificado.

MAP 9 - CYLINDER 1,2,3,4										
THROTTLE (%)										
	0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
ENGINE RPM	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1250	0	-3	-5	0	0	0	0	0	0	0
1500	0	-1	-3	2	-2	-6	0	0	0	0
1750	0	3	-4	1	-4	-9	0	0	0	0
2000	0	3	-10	-8	-11	-14	-16	-11	-11	-8
2250	0	-2	-15	-10	-13	-16	-17	-18	-13	-14
2500	0	2	-2	-4	-3	-2	-8	-11	-2	-11
2750	0	1	-3	-13	-13	-13	-13	-15	-8	-7
3000	0	-3	-2	-12	-10	-8	-16	-13	-6	2
3250	0	1	-3	-11	-10	-9	-15	-12	-9	-6
3500	0	5	3	1	-3	-7	-10	-8	-2	0
3750	0	5	6	7	1	-4	-8	-7	-2	-3
4000	0	8	8	12	8	4	-7	-5	6	0
4250	0	11	12	18	15	12	-3	-1	9	4
4500	0	12	11	11	8	5	-1	-1	10	6
4750	0	8	11	10	5	1	-6	-2	9	5
5000	0	8	11	8	5	2	-4	-2	7	2

Fuente: Juan Pablo Álvarez

#### Mapa 9 o modificado, prueba 1 de 2

Datos previos		Relación final de marchas	
carga (%)	4	1a	10,7715825
marcha #	3era	2a	8,7729075
rango de velocidad (km/h)	60 a 180	3a	7,492905
configuración	mapa 9	4a	6,472305
observaciones	Gasolina Super	5a	5,740875
pasada #	1 de 2	6a	5,13702

Fuente: Juan Pablo Álvarez

Tabla 23: resultados de potencia del mapa 9 o ideal, prueba 1 de 2

ECEPwr	ECETrq	SpeedM	Velocidad Motor	Torque Motor	Torque Motor	Potencia	Potencia
CKw	CNm	kph	RPM	Nm	lb.ft	kW	Hp
33,3	530,5	70	4342,35	70,80	52,22	32,19	43,17
41,1	560,2	81	5024,72	74,76	55,15	39,34	52,76
46,9	560,1	93	5769,12	74,75	55,14	45,16	60,56
53,9	572,2	104	6451,49	76,37	56,33	51,59	69,19
61,9	590,9	116	7195,89	78,86	58,17	59,43	79,69
70,4	611,3	127	7878,26	81,58	60,18	67,31	90,26
77,8	619,4	139	8622,66	82,66	60,97	74,64	100,10
83,4	612,4	150	9305,03	81,73	60,28	79,64	106,80
86,9	592,8	162	10049,43	79,11	58,36	83,26	111,65
88	560,2	173	10731,80	74,76	55,15	84,02	112,68

Fuente: Juan Pablo Álvarez

### 3.15 Resumen de las curvas de potencia

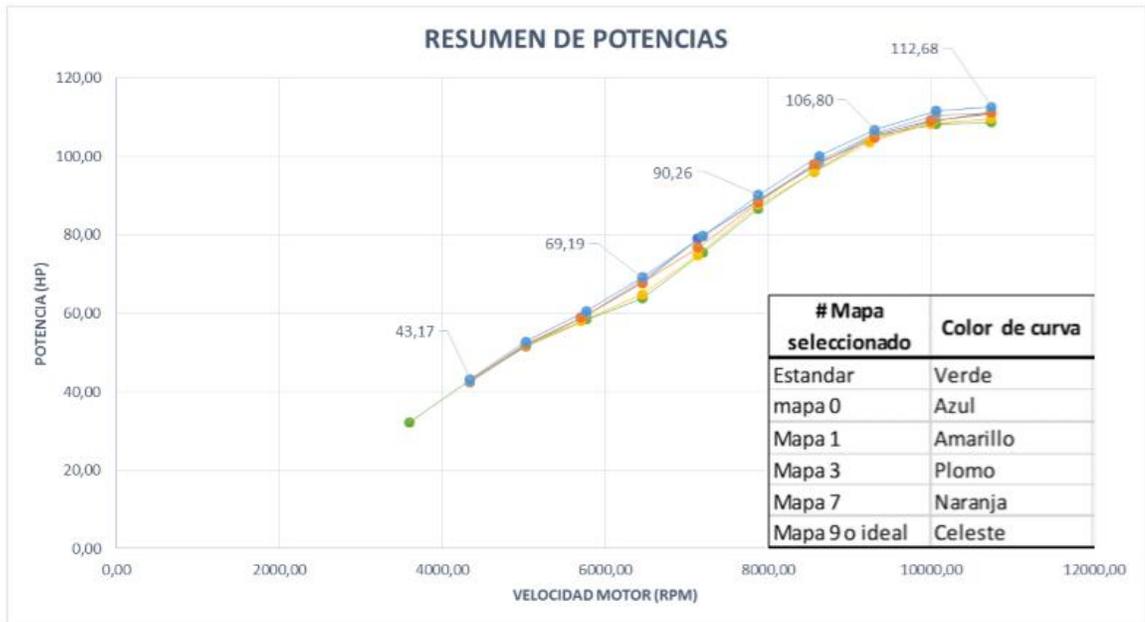


Figura 30: Resumen de las curvas de potencia.

Fuente: Juan Pablo Álvarez

### 3.16 Resumen de potencias en los diferentes mapas

Tabla 24: Resultados en valores de potencias (Hp) en los diferentes mapas.

# Mapa seleccionado	Color de curva	Velocidad del motor (Rpm)	Potencia máxima (Hp)
Estandar	Verde	10731,80	108,77
mapa 0	Azul	10731,80	110,95
Mapa 1	Amarillo	10731,80	109,70
Mapa 3	Plomo	10731,80	111,17
Mapa 7	Naranja	10731,80	111,33
Mapa 9 o ideal	Celeste	10731,80	112,68

Fuente: Juan Pablo Álvarez

### 3.17 Conclusiones y recomendaciones.

Con el desarrollo de este trabajo, la Yamaha Fz1-N que se considera en la actualidad como una motocicleta de última generación, ha sido posible mejorar su rendimiento, teniendo en cuenta que esta motocicleta es equipada por un sistema de inyección y propulsada por un motor lineal de 4 cilindros y 20 válvulas alcanzando con las pruebas descritas a lo largo de este trabajo una diferencia positiva de 3,55% en incremento de su potencia final.

Es importante mencionar que el estudio está enfocado en conseguir una repotenciación de dicha motocicleta, sin importar que afecte la variación en el consumo de combustible y emisiones de gases de escape. Los fabricantes de motores por las normas vigentes de cada país deben someterse a realizar pruebas para reducir la contaminación, por lo mismo

existen un sin número de restricciones que limitan o reducen la entrega de potencia máxima en cada tipo de motor.

En este caso y sin modificaciones de diseño constructivo se interviene en variar el aporte de combustible, entregado al riel de inyectores mediante dispositivos electrónicos capaces de variar las señales enviadas desde la Unidad de Control hacia los inyectores, teniendo así el mayor provecho del motor y ahora sin restricciones.

Para estudios a futuro se puede hacer un análisis no solo de potencia máxima, sino de rendimiento específico, analizando aquí en diferentes regímenes de revoluciones y de porcentaje de aceleración con el fin de establecer un mapa minucioso para un determinado circuito.

## BIBLIOGRAFÍA:

- Blasco, V. (s.f.). *SCRIBD*. Recuperado el 4 de Mayo de 2017, de <https://es.scribd.com/doc/42885769/Articulo-Tiempo-inyeccion-1>
- Chica, J., & Rivera, N. (2015). *Estudio del comportamiento del motor ciclo OTTO de inyección electrónica respecto de estequiometría de la mezcla y del adelanto para la ciudad de Cuenca*. Recuperado el 21 de Mayo de 2017, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/12459>
- Fujisawa, H. (2006). *La historia de la inyección electrónica de combustible en la Motocicleta*. Recuperado el 21 de Mayo de 2017, de [https://www.fazer-hispania.com/manuales/teoria\\_inyeccion\\_electronica\\_yta.pdf](https://www.fazer-hispania.com/manuales/teoria_inyeccion_electronica_yta.pdf)
- Hoffman, M. C. (2010). *Performance Fuel injection systems*. Canada: Penguin Group.
- Idrovo, J. (2012). *Repositorio Universidad del Azuay*. Recuperado el 5 de Mayo de 2017, de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/1423/1/09591.pdf>
- López, E., & Gonzales, B. (2013). *Diseño y análisis de experimentos*. Obtenido de [https://issuu.com/byrong/docs/dise\\_o\\_y\\_an\\_lisis\\_de\\_exp.\\_2\\_ed\\_2013](https://issuu.com/byrong/docs/dise_o_y_an_lisis_de_exp._2_ed_2013)
- *Manual Auto Dyn*. (2005). Recuperado el 17 de Mayo de 2017, de <http://148.204.81.206/Ansys/150/ANSYS%20Autodyn%20Users%20Manual.pdf>
- Martin, T. (2011). *How to tune and modify motorcycle engine management systems*. Minneapolis: MBI Publishing Company.
- Ovidio, C. (2012). *Diagnóstico y reparación de fallas en el sistema de inyección electrónica a gasolina*. Recuperado el 21 de Mayo de 2017, de <http://automotrizenvideo.com/wp-content/sp-resources/forum-file-uploads/uri/2012/11/22222.pdf>

# ANEXOS

## MAPA 0 VALORES CARGADOS EN CER0 (0)

		Aceleración (%)									
		0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
RPM DE MOTOR	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

MAPA 1 VALORES PRE CARGADOS EN EL PIGGYBACK.

		Aceleración (%)									
		0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
RPM DE MOTOR	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1250	0	-3	-5	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	-1	-3	2	-2	-6	0	0	0	0
	1750	0	3	-4	1	-4	-9	0	0	0	0
	2000	0	3	-10	-8	-11	-14	-16	-11	-11	-9
	2250	0	-2	-15	-10	-13	-16	-17	-18	-13	-14
	2500	0	2	-2	-4	-3	-2	-8	-11	-2	2
	2750	0	1	-3	-13	-13	-13	-13	-15	-8	-7
	3000	0	-3	-2	-12	-10	-8	-16	-13	-6	-6
	3250	0	1	-3	-11	-10	-9	-15	-12	-9	-7
	3500	0	5	3	1	-3	-7	-10	-8	-2	-2
	3750	0	5	6	7	1	-4	-8	-7	-2	2
	4000	0	8	8	12	8	4	-7	-5	6	1
	4250	0	11	12	18	15	12	-3	-1	9	4
	4500	0	12	11	11	8	5	-1	-1	10	6
	4750	0	8	11	10	5	1	-6	-2	9	6
	5000	0	8	11	8	5	3	-4	-3	7	5
	5250	0	0	10	5	4	3	-7	-2	3	1
	5500	0	0	11	5	5	5	-8	-3	3	1
	5750	0	0	7	4	5	6	-5	-1	6	-1
	6000	0	0	7	3	4	6	-5	-5	3	-1
	6250	0	0	9	4	3	3	-6	-3	4	-2
	6500	0	0	10	3	2	2	-7	-3	1	-1
	6750	0	0	11	6	6	6	-4	-7	-1	-2
	7000	0	0	10	5	4	3	-5	-8	-2	-3
	7250	0	0	0	28	22	17	3	2	-4	-2
	7500	0	0	0	18	16	15	0	3	-4	-3
	7750	0	0	0	21	18	16	2	1	0	-1
	8000	0	0	0	21	17	14	1	0	1	-3
	8250	0	0	0	15	15	15	1	-1	-1	-2
	8500	0	0	0	9	10	12	3	-2	-2	-4
8750	0	0	0	6	8	11	2	-2	-5	-5	
9000	0	0	0	4	6	9	2	-3	-5	-4	
9250	0	0	0	3	6	9	3	-1	-4	-4	
9500	0	0	0	2	5	8	2	-2	-3	-3	
9750	0	0	0	-1	2	6	1	-1	-3	-2	
10000	0	0	0	-3	1	6	1	-1	-1	-2	
10250	0	0	0	-4	1	7	2	0	-1	-1	
10500	0	0	0	-6	0	6	1	2	-2	-1	
10750	0	0	0	-7	-1	6	0	1	-3	-2	
11000	0	0	0	-7	-1	5	-1	-2	-2	-1	
11250	0	0	0	-9	-3	4	-2	-4	-5	-7	
11500	0	0	0	-11	-5	1	-1	-2	-3	4	
11750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

MAPA 2 VALORES PRECARGADOS

	Aceleración (%)									
	0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1250	0	-6	-10	0	0	0	0	0	0	0
1500	0	-6	-12	-4	-7	-11	0	0	0	0
1750	0	-1	-6	-9	-9	-9	0	0	0	0
2000	0	-2	-8	-7	-11	-14	-10	-8	-8	-5
2250	0	-1	-11	-6	-10	-13	-9	-8	-6	-7
2500	0	-1	-2	-4	-4	-5	1	-2	1	4
2750	0	-2	-2	-11	-10	-10	-9	-8	-4	6
3000	0	-3	0	-9	-9	-9	-10	-8	-6	0
3250	0	0	1	-6	-9	-12	-11	-6	-5	6
3500	0	3	0	1	-5	-9	-9	-5	3	8
3750	0	2	1	6	0	-6	-8	-4	6	10
4000	0	2	3	9	5	2	-5	-5	7	3
4250	0	5	4	9	7	5	-3	0	9	3
4500	0	4	8	4	2	-1	-4	2	7	2
4750	0	0	8	4	1	-2	-5	0	6	1
5000	0	0	3	3	1	0	-4	-1	5	2
5250	0	0	7	7	7	6	-4	0	3	0
5500	0	0	8	5	5	5	-5	-2	0	-2
5750	0	0	8	4	5	6	-4	-1	1	-1
6000	0	0	9	1	3	4	-2	-3	-3	-4
6250	0	0	9	3	4	4	-3	-5	-5	-6
6500	0	0	7	1	3	5	-6	-7	-6	-8
6750	0	0	8	0	2	4	-7	-10	-8	-8
7000	0	0	8	4	4	3	-6	-10	-12	-12
7250	0	0	0	10	8	6	-7	-9	-11	-12
7500	0	0	0	11	9	7	-6	-8	-10	-11
7750	0	0	0	10	9	7	-4	-7	-6	-7
8000	0	0	0	8	8	7	-6	-8	-5	-5
8250	0	0	0	9	10	10	-1	-4	-5	-7
8500	0	0	0	4	6	7	-1	-6	-8	-8
8750	0	0	0	0	4	7	0	-5	-9	-8
9000	0	0	0	-2	1	4	1	-6	-10	-3
9250	0	0	0	-4	0	4	1	-6	-9	-3
9500	0	0	0	-5	-1	2	-1	-8	-8	-8
9750	0	0	0	-6	-2	1	-2	-5	-8	-7
10000	0	0	0	-7	-3	1	-3	-4	-6	-7
10250	0	0	0	-8	-4	1	-4	-5	-6	-6
10500	0	0	0	-8	-4	1	-3	-6	-6	-7
10750	0	0	0	-9	-4	0	-4	-6	-8	-7
11000	0	0	0	-7	-3	1	-3	-7	-7	-8
11250	0	0	0	-9	-3	1	-2	-6	-8	-3
11500	0	0	0	0	0	1	3	-3	-1	4
11750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MAPA 3 VALORES PRECARGADOS

		Aceleración (%)									
		0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
RPM DE MOTOR	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1250	0	-3	-5	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	-1	-3	2	-2	-6	0	0	0	0
	1750	0	3	-4	1	-4	-9	0	0	0	0
	2000	0	3	-10	-8	-11	-14	-16	-11	-11	-9
	2250	0	-2	-15	-10	-13	-16	-17	-18	-13	-14
	2500	0	2	-2	-4	-3	-2	-8	-11	-2	2
	2750	0	1	-3	-13	-13	-13	-13	-15	-8	-7
	3000	0	-3	-2	-12	-10	-8	-16	-13	-6	-6
	3250	0	1	-3	-11	-10	-9	-15	-12	-9	-7
	3500	0	5	3	1	-3	-7	-10	-8	-2	-2
	3750	0	5	6	7	2	-4	-8	-7	-2	2
	4000	0	8	8	12	8	4	-7	-5	6	1
	4250	0	11	12	18	15	12	-3	-1	9	4
	4500	0	12	11	11	8	5	-1	-1	10	6
	4750	0	8	11	10	6	1	-6	-2	9	6
	5000	0	8	11	8	5	3	-4	-3	7	5
	5250	0	0	10	5	4	3	-7	-2	3	1
	5500	0	0	11	5	5	5	-8	-3	3	1
	5750	0	0	7	4	5	6	-5	-1	6	-1
	6000	0	0	7	3	5	6	-5	-5	3	-1
	6250	0	0	9	4	4	3	-6	-3	4	-2
	6500	0	0	10	3	3	2	-7	-3	1	-1
	6750	0	0	11	6	6	6	-4	-7	-1	-2
	7000	0	0	10	5	4	3	-5	-8	-2	-3
	7250	0	0	0	28	23	17	3	2	-4	-2
	7500	0	0	0	18	17	15	0	3	-4	-3
	7750	0	0	0	21	19	16	2	1	0	-1
8000	0	0	0	21	18	14	1	0	1	-3	
8250	0	0	0	15	15	15	1	-1	-1	-2	
8500	0	0	0	9	11	12	3	-2	-2	-4	
8750	0	0	0	6	9	11	2	-2	-5	-5	
9000	0	0	0	4	7	9	2	-3	-5	-4	
9250	0	0	0	3	6	9	3	-1	-4	-4	
9500	0	0	0	2	5	8	2	-2	-3	-3	
9750	0	0	0	-1	3	6	1	-1	-3	-2	
10000	0	0	0	-3	2	6	1	-1	-1	-2	
10250	0	0	0	-4	2	7	2	0	-1	-1	
10500	0	0	0	-6	0	6	1	2	-2	-1	
10750	0	0	0	-7	0	6	0	1	-3	-2	
11000	0	0	0	-7	-1	5	-1	-2	-2	-1	
11250	0	0	0	-9	-2	4	-2	-4	-5	-7	
11500	0	0	0	-11	-5	1	-1	-2	-3	4	
11750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

MAPA 5 PRECARGADOS

		Aceleración (%)									
		0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
RPM DE MOTOR	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	-6	-8	2	1	0	-5	0	-4	0
	1750	0	1	-5	-4	-6	-8	-7	-3	-4	-3
	2000	0	2	-9	-10	-11	-12	-8	-7	-7	-7
	2250	0	-3	-15	-7	-12	-17	-18	-16	-15	-15
	2500	0	3	2	-5	-6	-7	-7	-8	-10	-6
	2750	0	2	4	-12	-7	-2	-3	-6	-4	-1
	3000	0	0	0	-14	-11	-8	-9	-10	-7	-7
	3250	0	2	1	-8	-10	-12	-15	-8	-10	-11
	3500	0	5	-7	-2	-8	-13	-15	-7	-9	-7
	3750	0	2	-8	3	-2	-6	-11	-5	-7	-5
	4000	0	4	-6	7	3	0	-9	-4	-2	-4
	4250	0	10	0	9	7	6	-5	0	1	-5
	4500	0	13	-2	7	6	6	-1	5	2	-4
	4750	0	8	-3	3	3	3	-2	1	2	-1
	5000	0	3	-3	3	2	2	-2	0	0	0
	5250	0	0	9	3	4	5	-4	2	1	-1
	5500	0	0	9	0	3	6	-3	1	-1	-1
	5750	0	9	9	-2	2	6	-3	2	2	-3
	6000	0	0	8	-2	2	7	-2	0	0	-2
	6250	0	0	7	-2	2	7	-1	-1	0	-1
	6500	0	0	8	-4	1	7	0	1	1	-3
	6750	0	0	8	-1	3	8	0	-1	-1	-2
	7000	0	0	9	6	7	8	0	-2	-3	-3
	7250	0	0	7	13	11	9	0	-2	-4	-4
	7500	0	0	7	8	8	9	-1	-2	-3	-4
	7750	0	0	5	9	9	10	-1	-3	-3	-2
8000	0	0	5	9	9	9	-1	-3	-2	-1	
8250	0	0	0	4	5	7	-1	-3	-3	-3	
8500	0	0	0	3	4	6	-1	-3	-3	-5	
8750	0	0	0	-1	1	4	0	-3	-3	-5	
9000	0	0	0	-4	0	4	0	-3	-4	-5	
9250	0	0	0	-5	-2	1	1	-1	-3	-3	
9500	0	0	0	-8	-4	0	1	-1	-3	-2	
9750	0	0	0	-6	-3	0	0	0	-2	-2	
10000	0	0	0	-7	-3	1	0	-1	0	-1	
10250	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	
10500	0	0	0	-7	-4	-1	0	0	-1	-1	
10750	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-2	-1	
11000	0	0	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	-2	
11250	0	0	0	0	-1	-2	-1	0	-1	-3	
11500	0	0	0	0	0	0	-1	-2	2	-1	
11750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

MAPA 6 PRECARGADO

		Aceleración (%)									
		0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
RPM DE MOTOR	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1250	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0
	1750	0	10	5	0	0	0	-13	-10	-10	-9
	2000	0	16	7	0	6	6	-3	-1	-2	-5
	2250	0	10	7	0	6	6	-7	-9	-9	-17
	2500	0	9	7	0	6	9	2	-2	-4	-13
	2750	0	11	7	0	6	9	2	-2	-6	-12
	3000	0	16	8	0	5	9	-1	-3	-5	-17
	3250	0	16	8	0	0	0	0	-2	-5	-15
	3500	0	0	0	0	0	0	3	1	-3	-13
	3750	0	0	0	0	0	0	5	2	-2	-11
	4000	0	0	0	0	0	0	6	2	-2	-9
	4250	0	0	0	0	0	0	5	1	-1	-7
	4500	0	0	0	0	0	0	3	1	0	-6
	4750	0	0	0	0	0	0	3	2	0	-7
	5000	0	0	0	0	0	0	2	1	0	-7
	5250	0	0	0	0	0	0	2	0	-1	-7
	5500	0	0	0	0	0	0	1	-1	-2	-6
	5750	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-4
	6000	0	0	0	0	0	0	-2	-1	-1	-2
	6250	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-1	-2
	6500	0	0	0	0	0	0	-2	-3	-3	-5
	6750	0	0	0	0	0	0	-2	-4	-4	-5
	7000	0	0	0	0	0	0	-3	-5	-6	-7
	7250	0	0	0	0	7	8	-3	-4	-4	-9
	7500	0	0	0	0	6	6	-2	-4	-3	-7
	7750	0	0	0	10	6	9	-2	-3	-2	-5
	8000	0	0	0	10	6	10	-1	-4	-2	-5
	8250	0	0	0	7	4	9	-1	-3	-2	-5
	8500	0	0	0	7	4	6	-1	-3	-3	-5
8750	0	0	0	0	2	6	-1	-3	-4	-6	
9000	0	0	0	0	1	4	-1	-2	-4	-7	
9250	0	0	0	0	0	2	-1	-3	-2	-6	
9500	0	0	0	0	-1	1	-2	-2	-3	-5	
9750	0	0	0	0	-3	0	-3	-2	-2	-5	
10000	0	0	0	0	-5	-1	-3	-3	-1	-4	
10250	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-1	-4	
10500	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-1	-4	
10750	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-1	-4	
11000	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-1	-5	
11250	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-6	
11500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

MAPA 7 VALORES PRECARGADOS

		Aceleración (%)									
		0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
RPM DE MOTOR	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	11	8	0	0	0	0	0	0	0
	1750	0	9	2	0	0	0	-1	3	-1	2
	2000	0	8	-2	-2	-3	-5	-9	-9	-11	-12
	2250	0	7	-1	-7	-9	-11	-10	-12	-14	-16
	2500	0	9	8	3	-1	2	-2	-5	-6	-3
	2750	0	8	6	0	-2	2	-2	-2	-6	-8
	3000	0	5	4	-3	-7	-3	-6	-4	-6	-13
	3250	0	7	6	-1	-7	-3	-3	-2	-4	-9
	3500	0	6	0	0	0	0	3	4	0	-4
	3750	0	7	0	0	0	0	6	5	2	-1
	4000	0	5	0	0	0	0	9	8	3	2
	4250	0	5	0	0	0	0	9	7	7	4
	4500	0	0	0	0	0	0	9	8	8	6
	4750	0	0	0	0	0	0	9	9	7	6
	5000	0	0	0	0	0	0	7	7	6	4
	5250	0	0	0	0	0	0	5	3	2	1
	5500	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0
	5750	0	0	0	0	0	0	2	0	-1	-1
	6000	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	1
	6250	0	0	0	0	0	0	1	-2	-1	0
	6500	0	0	0	0	0	0	1	-2	-1	-1
	6750	0	0	0	0	0	0	2	-1	-2	0
	7000	0	0	0	14	11	8	3	0	-1	-1
	7250	0	0	0	14	14	15	3	2	0	-2
	7500	0	0	0	11	11	14	3	2	1	0
	7750	0	0	0	11	10	14	3	2	2	1
	8000	0	0	0	11	11	15	3	1	2	0
	8250	0	0	0	9	8	13	3	1	1	-1
	8500	0	0	0	5	8	12	2	1	0	-1
	8750	0	0	0	0	7	10	3	0	-1	-1
9000	0	0	0	0	5	7	2	2	0	-1	
9250	0	0	0	0	4	6	2	2	0	0	
9500	0	0	0	0	3	6	2	2	2	-1	
9750	0	0	0	0	1	5	1	3	1	0	
10000	0	0	0	0	-2	5	1	3	3	0	
10250	0	0	0	0	0	5	3	3	4	1	
10500	0	0	0	0	0	3	3	2	4	1	
10750	0	0	0	0	0	0	3	2	3	0	
11000	0	0	0	0	0	0	4	2	2	-1	
11250	0	0	0	0	0	0	3	2	0	-2	
11500	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	
11750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

MAPA 8 VALORES PRECARGADOS

		Aceleración (%)									
		0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
RPM DE MOTOR	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1250	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0
	1750	0	5	5	0	0	0	-13	0	-10	-9
	2000	0	14	7	0	6	6	-7	0	-2	-5
	2250	0	9	8	0	6	6	-8	-18	-11	-10
	2500	0	15	11	0	6	9	-8	-11	-1	1
	2750	0	11	13	0	6	9	1	-8	-6	-5
	3000	0	10	8	5	5	9	0	-3	-4	-11
	3250	0	10	12	5	0	0	-1	-3	-5	-5
	3500	0	5	5	5	5	5	-6	-2	-1	-5
	3750	0	5	5	5	5	5	-11	-3	-3	-3
	4000	0	5	5	5	5	5	-4	-5	-3	-2
	4250	0	5	5	5	5	5	-3	-4	-1	-2
	4500	0	5	5	5	5	5	1	-2	1	-1
	4750	0	5	5	5	5	5	-1	-4	1	-3
	5000	0	5	5	5	5	5	-4	-4	-2	-3
	5250	0	5	5	5	5	5	-5	-4	-2	-3
	5500	0	5	5	5	5	5	-4	-3	0	-3
	5750	0	5	5	5	5	5	-4	-3	-1	-2
	6000	0	5	5	5	5	5	-2	-3	0	0
	6250	0	5	5	5	5	5	0	-2	1	0
	6500	0	5	5	5	5	5	-5	-4	-2	-4
	6750	0	5	0	6	11	7	-4	-3	-2	-2
	7000	0	5	5	5	11	10	-5	-2	-1	-2
	7250	0	5	5	5	11	11	-4	-2	-2	-7
	7500	0	5	5	5	12	11	-6	-4	-3	-13
	7750	0	0	0	10	12	9	-6	-4	-3	-4
	8000	0	0	0	10	12	10	-4	-4	-3	-4
	8250	0	0	0	5	6	9	-4	-2	-1	-4
	8500	0	0	0	5	6	6	-2	-1	0	-3
	8750	0	0	0	0	2	1	-3	-3	-1	-1
	9000	0	0	0	0	1	-1	-5	-4	-5	-3
9250	0	0	0	0	0	-3	-5	-4	-1	-1	
9500	0	0	0	0	-1	-4	-5	-2	-1	1	
9750	0	0	0	0	-3	-5	-5	-2	0	1	
10000	0	0	0	0	-5	-6	-5	-1	2	1	
10250	0	0	0	0	0	-1	-5	-2	2	2	
10500	0	0	0	0	0	0	-6	-2	3	2	
10750	0	0	0	0	0	0	-5	2	2	3	
11000	0	0	0	0	0	0	-2	2	5	4	
11250	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	
11500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

## MAPA 9 MAPA MODIFICACIÓN EN LA CASILLA AL 100%

		Aceleración (%)									
		0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
RPM DE MOTOR	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1250	0	-3	-5	0	0	0	0	0	0	0
	1500	0	-1	-3	2	-2	-6	0	0	0	0
	1750	0	3	-4	1	-4	-9	0	0	0	0
	2000	0	3	-10	-8	-11	-14	-16	-11	-11	-8
	2250	0	-2	-15	-10	-13	-16	-17	-18	-13	-14
	2500	0	2	-2	-4	-3	-2	-8	-11	-2	-11
	2750	0	1	-3	-13	-13	-13	-13	-15	-8	-7
	3000	0	-3	-2	-12	-10	-8	-16	-13	-6	2
	3250	0	1	-3	-11	-10	-9	-15	-12	-9	-6
	3500	0	5	3	1	-3	-7	-10	-8	-2	0
	3750	0	5	6	7	1	-4	-8	-7	-2	-3
	4000	0	8	8	12	8	4	-7	-5	6	0
	4250	0	11	12	18	15	12	-3	-1	9	4
	4500	0	12	11	11	8	5	-1	-1	10	6
	4750	0	8	11	10	5	1	-6	-2	9	5
	5000	0	8	11	8	5	3	-4	-3	7	2
	5250	0	0	10	5	4	3	-7	-2	3	-3
	5500	0	0	11	5	5	5	-8	-3	3	1
	5750	0	0	7	4	5	6	-5	-1	6	0
	6000	0	0	7	3	4	6	-5	-5	3	0
	6250	0	0	9	4	3	3	-6	-3	4	-2
	6500	0	0	10	3	2	2	-7	-3	1	0
	6750	0	0	11	6	6	6	-4	-7	-1	3
	7000	0	0	10	5	4	3	-5	-8	-2	0
	7250	0	0	0	28	22	17	3	2	-4	-2
	7500	0	0	0	18	16	15	0	3	-4	-2
	7750	0	0	0	21	18	16	2	1	0	-1
8000	0	0	0	21	17	14	1	0	1	-2	
8250	0	0	0	15	15	15	1	-1	-1	0	
8500	0	0	0	9	10	12	3	-2	-2	0	
8750	0	0	0	6	8	11	2	-2	-5	2	
9000	0	0	0	4	6	9	2	-3	-5	0	
9250	0	0	0	3	6	9	3	-1	-4	-2	
9500	0	0	0	2	5	8	2	-2	-3	0	
9750	0	0	0	-1	2	6	1	-1	-3	0	
10000	0	0	0	-3	1	6	1	-1	-1	0	
10250	0	0	0	-4	1	7	2	0	-1	0	
10500	0	0	0	-6	0	6	1	2	-2	0	
10750	0	0	0	-7	-1	6	0	1	-3	-2	
11000	0	0	0	-7	-1	5	-1	-2	-2	-1	
11250	0	0	0	-9	-3	4	-2	-4	-5	-7	
11500	0	0	0	-11	-5	1	-1	-2	-3	4	
11750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

