



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Análisis comparativo de los parámetros característicos de un motor monocilíndrico
XR250 std al emplear componentes mecánicos de alto desempeño**

Litardo Vivanco, Leonel Alejandro

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz

Ing. Iza Tobar, Henry Heriberto

08 de agosto de 2023

Latacunga

Proyecto de investigacion - Leonel Lit...

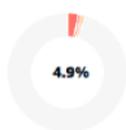
Scan details

Scan time:
August 3th, 2023 at 16:21 UTC

Total Pages:
99

Total Words:
24670

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	2.9%	709
Minor Changes	0.9%	220
Paraphrased	1.1%	269
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage
● AI text
○ Human text

Plagiarism Results: (59)

Motocicletas (arias Paz) [PDF|TXT]

1.9%

<https://pdfcookie.com/documents/motocicletas-arias-paz-3l...>

PDFCOOKIE Home (current) Explore Explore All Upload Login / Register Home Motocic...

biela | Montando mi moto...

0.7%

<https://montandomimoto.wordpress.com/tag/biela/>

Inicio Sobre MontandoMiMoto Montando mi moto... .. y desmontándola Permanece al día via RSS ...

culata | Montando mi moto...

0.7%

<https://montandomimoto.wordpress.com/tag/culata/>

Inicio Sobre MontandoMiMoto Montando mi moto... .. y desmontándola Permanece al día via RSS ...



Firmado electrónicamente por:
HENRY HERIBERTO IZA
TOBAR

Ing. Iza Tobar, Henry Heriberto Mgs.

C.C.: 0502005242



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **“Análisis comparativo de los parámetros característicos de un motor monocilíndrico XR250 std al emplear componentes mecánicos de alto desempeño”** fue realizado por el señor **Litardo Vivanco, Leonel Alejandro**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 08 de agosto de 2023



Firmado electrónicamente por:
**HENRY HERIBERTO IZA
TOBAR**

.....
Ing. Iza Tobar, Henry Heriberto Mgs

C. C.: 0502005242



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Litardo Vivanco, Leonel Alejandro**, con cédula de ciudadanía N° 1726455387, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Análisis comparativo de los parámetros característicos de un motor monocilíndrico XR250 std al emplear componentes mecánicos de alto desempeño** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 08 de agosto del 2023

Litardo Vivanco, Leonel Alejandro

C.C.: 1726455387



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Ingeniería Automotriz**

Autorización de Publicación

Yo **Litardo Vivanco, Leonel Alejandro**, con cédula de ciudadanía N° 1726455387 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Análisis comparativo de los parámetros característicos de un motor monocilíndrico XR250 std al emplear componentes mecánicos de alto desempeño** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 08 de agosto de 2023

Litardo Vivanco, Leonel Alejandro

C.C.: 1726455387

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de titulación especialmente a mis padres, José Litardo y Carmen Vivanco, que son los pilares fundamentales de mi vida y quienes depositaron toda su confianza en mí y me apoyaron en cada paso de mi vida y de mi educación universitaria.

Agradecimiento

Agradecido primeramente con mis padres José Litardo y Carmen Vivanco por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional, por ser un ejemplo a seguir para mí y mis hermanos.

A mis hermanos José y Fernando por acompañarme en todo momento de mi vida y por inculcarme el amor por esta carrera.

A mi familia y amigos por sus buenos consejos y motivos de seguir adelante y nunca rendirme

A mis compañeros de universidad por brindarme su sincera amistad y apoyo.

Expreso un grato agradecimiento a mi director de tesis Ing. Henry Iza por su apoyo en todo este trabajo de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	1
Reporte de Verificación de Contenido.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice de Contenidos.....	8
Índice de Ecuaciones.....	13
Índice de Tablas	14
Índice de Figuras	17
Resumen.....	17
Abstract	21
Capítulo I: Generalidades	22
Antecedentes Investigativos	22
Planteamiento del Problema.....	23
Descripción Resumida.....	26
Justificación e Importancia	27
Objetivos.....	28
<i>Objetivo General</i>	28
<i>Objetivos Específicos</i>.....	28
Metas.....	29

Hipótesis	29
Variables de Investigación.....	29
<i>Variable Independiente</i>	29
<i>Variables Dependientes</i>	31
Capítulo II: Marco Teórico	33
Motor Monocilíndrico	33
<i>Carter</i>	33
<i>Cilindro</i>	34
<i>Culata</i>	35
<i>Pistón</i>	36
<i>Biela</i>	37
<i>Cigüeñal</i>	37
<i>Árboles de Levas</i>	38
<i>Válvulas</i>	41
<i>Transmisión por Cadena</i>	43
<i>Escape</i>	44
Parámetros Característicos de un Motor Monocilíndrico.....	46
<i>Magnitudes Características</i>	46
<i>Cilindrada Unitaria y Total</i>	47
<i>Régimen Máximo</i>	48
<i>Relación de Compresión</i>	49
<i>Par y Potencia</i>	50
Medición de Parámetros Característicos.....	51

<i>Analizador de Gases</i>	51
<i>Dinamómetro</i>	52
Capítulo III: Componentes de Alto Desempeño	54
Caracterización de la Motocicleta Honda Tornado XR 250	54
Puesta a Punto	55
<i>Sistema de Transmisión</i>	56
<i>Sistema de Alimentación</i>	62
<i>Sistema de Distribución</i>	67
<i>Sistema de Escape</i>	69
Selección de Elementos Mecánicos de Alto Desempeño	71
<i>Kit de Tracción</i>	73
<i>Kit de Cilindro y Pistón</i>	78
<i>Kit de Arboles de Leva</i>	82
<i>Kit de Sistema de Escape</i>	87
Capítulo IV: Pruebas de Elementos Mecánicos de Alto Desempeño	91
Pruebas de los Parámetros Característicos del Motor	91
<i>Prueba de Torque y Potencia</i>	91
<i>Prueba de emisión de gases contaminantes</i>	92
<i>Prueba de consumo de combustible</i>	93
Pruebas Iniciales de la Motocicleta	95
<i>Ensayo de Torque y Potencia</i>	95
<i>Ensayo de Emisión de Gases Contaminantes</i>	98
<i>Ensayo de Consumo de Combustible</i>	98

Pruebas con Kits de Elementos Mecánicos de Alto Rendimiento	99
<i>Pruebas con Kit de Arrastre de Alto Rendimiento.....</i>	<i>99</i>
<i>Pruebas con Kit de Cilindro Pistón de Alto Rendimiento.</i>	<i>104</i>
<i>Pruebas con Kit de Arboles de Leva de Alto Rendimiento.....</i>	<i>114</i>
<i>Pruebas con Kit de Sistema de Escape.....</i>	<i>125</i>
Capítulo V: Analisis de Resultados	135
Kit de Arrastre	135
<i>Análisis de Torque y Potencia.</i>	<i>135</i>
<i>Análisis de Emisión de Gases Contaminantes.</i>	<i>135</i>
<i>Análisis de Consumo de Combustible.</i>	<i>135</i>
Kit de Cilindro y Piston	136
<i>Análisis de Torque y Potencia.</i>	<i>136</i>
<i>Análisis de Emisión de Gases Contaminantes.</i>	<i>136</i>
<i>Análisis de Consumo de Combustible.</i>	<i>136</i>
Kit de Arboles de Leva.....	137
<i>Análisis de Torque y Potencia.</i>	<i>137</i>
Kit de Sistema de Escape	138
<i>Análisis de Torque y Potencia.</i>	<i>138</i>
<i>Análisis de Emisión de Gases Contaminantes.</i>	<i>138</i>
<i>Análisis de Consumo de Combustible.</i>	<i>138</i>
Análisis de las Curvas de Potencia.....	139
Analisis Comparativo de las Curvas de Torque.....	142
Análisis Comparativo de las Emisiones de Gases Contaminantes	145

<i>Monóxido de Carbono</i>	145
<i>Hidrocarburos</i>	146
Análisis Comparativo de Consumo de Combustible	148
Capítulo VI: Marco Administrativo	151
Factibilidad del Proyecto	151
<i>Recursos Humanos</i>	151
<i>Recursos Materiales</i>	151
<i>Recursos Tecnológicos</i>	152
<i>Presupuesto</i>	153
Recursos Financieros	153
Cronograma	155
Conclusiones	156
Recomendaciones	158
Bibliografía	159
Anexos	162

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Cálculo de alzada de válvulas</i>	40
Ecuación 2 <i>Angulo de apertura de la válvula de admisión</i>	40
Ecuación 3 <i>Angulo de apertura de la válvula de escape</i>	40
Ecuación 4 <i>Tiempo de apertura de las válvulas de admisión</i>	42
Ecuación 5 <i>Tiempo de apertura de las válvulas de escape</i>	43
Ecuación 6 <i>Relación de transmisión</i>	44
Ecuación 7 <i>Longitud de la curva de escape</i>	45
Ecuación 8 <i>Diámetro del conducto de la curva de escape</i>	46
Ecuación 9 <i>Área del pistón</i>	47
Ecuación 10 <i>Volumen de empaque</i>	47
Ecuación 11 <i>Cilindrada unitaria</i>	48
Ecuación 12 <i>Régimen máximo nuevo</i>	48
Ecuación 13 <i>Relación de compresión</i>	49
Ecuación 14 <i>Potencia</i>	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Parámetros estándar del motor XR250</i>	30
Tabla 2 <i>Incremento de los parámetros característicos del motor</i>	32
Tabla 3 <i>Ficha técnica QROTECH QGA 6000</i>	51
Tabla 4 <i>Límites máximos de emisiones permitidos</i>	52
Tabla 5 <i>Ficha técnica Dinamómetro Sáenz BPVI</i>	53
Tabla 6 <i>Ficha técnica motocicleta</i>	54
Tabla 7 <i>Medición de desgaste en piñones de transmisión</i>	58
Tabla 8 <i>Medición de desgaste en cadena de transmisión</i>	60
Tabla 9 <i>Reglaje del sistema de transmisión</i>	61
Tabla 10 <i>Calibración de carburador XR250 Tornado</i>	65
Tabla 11 <i>Comprobación de sistema de distribución</i>	68
Tabla 12 <i>Comprobación del sistema de escape</i>	70
Tabla 13 <i>Posibilidades de cambios de potencia</i>	72
Tabla 14 <i>Prueba de Torque y Potencia</i>	91
Tabla 15 <i>Prueba de emisión de gases contaminantes</i>	92
Tabla 16 <i>Prueba de consumo de combustible</i>	93
Tabla 17 <i>Ensayo de torque y potencia Inicial</i>	95
Tabla 18 <i>Valores máximos y promedio del ensayo de torque y potencia</i>	97
Tabla 19 <i>Ensayo de emisión de gases inicial</i>	98
Tabla 20 <i>Ensayo de consumo de combustible</i>	98
Tabla 21 <i>Comparativa de la relación de transmisión</i>	100
Tabla 22 <i>Ensayo de torque y potencia con kit de arrastre</i>	101
Tabla 23 <i>Valores máximos y promedio del ensayo de torque y potencia</i>	102
Tabla 24 <i>Ensayo de emisión de gases contaminantes</i>	103
Tabla 25 <i>Ensayo de consumo de combustible</i>	103
Tabla 26 <i>Comparativa de la masa del pistón</i>	106
Tabla 27 <i>Comparativa de cilindro</i>	107

Tabla 28 <i>Comparativa relación de compresión</i>	109
Tabla 29 <i>Valores referenciales de octanaje según la relación de compresión</i>	110
Tabla 30 <i>Ensayo de torque y potencia</i>	111
Tabla 31 <i>Valores máximos y promedio del ensayo de torque y potencia</i>	113
Tabla 32 <i>Ensayo de gases contaminantes</i>	113
Tabla 33 <i>Ensayo de consumo de combustible</i>	114
Tabla 34 <i>Comparativa de dimensiones de árboles de leva</i>	117
Tabla 35 <i>Comparativa de ángulos de apertura y cierre de válvulas</i>	119
Tabla 36 <i>Ensayo de torque y potencia</i>	122
Tabla 37 <i>Valores máximos y promedio del ensayo de torque y potencia</i>	124
Tabla 38 <i>Ensayo de emisión de gases contaminantes</i>	124
Tabla 39 <i>Ensayo de consumo de combustible</i>	125
Tabla 40 <i>Comparativa de masa de los sistemas de escape</i>	127
Tabla 41 <i>Comparativa de dimensiones del sistema de escape</i>	129
Tabla 42 <i>Comparativa de emisión de ruido</i>	130
Tabla 43 <i>Ensayo de torque y potencia</i>	131
Tabla 44 <i>Valores máximos y promedio del ensayo de torque y potencia</i>	132
Tabla 45 <i>Ensayo de emisión de gases contaminantes</i>	133
Tabla 46 <i>Ensayo de consumo de combustible</i>	133
Tabla 47 <i>Variación de potencia producida por los kits de alto rendimiento</i>	139
Tabla 48 <i>Potencia máxima producida por los kits de alto rendimiento</i>	141
Tabla 49 <i>Variación del torque producido por los kits de alto rendimiento</i>	142
Tabla 50 <i>Torque máximo producido por los kits de alto rendimiento</i>	144
Tabla 51 <i>Medición de monóxido de carbono</i>	145
Tabla 52 <i>Medición de hidrocarburos</i>	146
Tabla 53 <i>Consumo de combustible</i>	148
Tabla 54 <i>Variación de consumo de combustible</i>	149
Tabla 55 <i>Recursos humanos</i>	151

Tabla 56 <i>Recursos materiales</i>	152
Tabla 57 <i>Recursos tecnológicos</i>	152
Tabla 58 <i>Materiales y equipos utilizados en el desarrollo del proyecto</i>	153
Tabla 59 <i>Coste de pruebas realizadas</i>	154
Tabla 60 <i>Gastos imprevistos</i>	154
Tabla 61 <i>Análisis de costos</i>	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Motor monocilíndrico XR250</i>	33
Figura 2 <i>Carter motor XR250</i>	34
Figura 3 <i>Cilindro motor XR250</i>	35
Figura 4 <i>Culata de motor XR250</i>	36
Figura 5 <i>Pistón motor XR250</i>	37
Figura 6 <i>Cigüeñal motor XR250</i>	38
Figura 7 <i>Árboles de leva motor XR250</i>	39
Figura 8 <i>Dimensiones características de las levas</i>	39
Figura 9 <i>Diagrama de distribución del motor</i>	41
Figura 10 <i>Válvulas motor XR250</i>	42
Figura 11 <i>Transmisión en la motocicleta</i>	43
Figura 12 <i>Escape de la motocicleta</i>	45
Figura 13 <i>Magnitudes características de un motor</i>	46
Figura 14 <i>Relación de compresión teórica</i>	49
Figura 15 <i>Magnitudes importantes en el motor</i>	50
Figura 16 <i>Motocicleta honda tornado</i>	55
Figura 17 <i>Estado inicial de la motocicleta</i>	56
Figura 18 <i>Kit de arrastre motocicleta</i>	56
Figura 19 <i>Comprobación de piñones</i>	57
Figura 20 <i>Piñones de transmisión nuevos</i>	59
Figura 21 <i>Eslabones de cadena gripados</i>	59
Figura 22 <i>Cadena de transmisión</i>	60
Figura 23 <i>Filtro de aire</i>	63
Figura 24 <i>Filtro de aire nuevo</i>	63
Figura 25 <i>Carburador de la motocicleta</i>	64
Figura 26 <i>Agujas de calibración del carburador</i>	65
Figura 27 <i>Calibración del carburador</i>	66

Figura 28 <i>Conjunto de la cuba del carburador</i>	66
Figura 29 <i>Diafragma del carburador</i>	67
Figura 30 <i>Piñón modificado</i>	75
Figura 31 <i>Corona modificada</i>	76
Figura 32 <i>Cadena de competición</i>	77
Figura 33 <i>Elementos de cadena de competencia</i>	77
Figura 34 <i>Pistón de mayor diámetro</i>	79
Figura 35 <i>Elementos del pistón modificado</i>	80
Figura 36 <i>Cilindro modificado</i>	81
Figura 37 <i>Medición de camisa de cilindro</i>	81
Figura 38 <i>Cilindraje indicado por el fabricante</i>	82
Figura 39 <i>Árboles de leva modificados</i>	84
Figura 40 <i>Características del árbol de levas</i>	85
Figura 41 <i>Marca de sincronización de árbol de levas</i>	86
Figura 42 <i>Sincronización de los árboles de leva</i>	86
Figura 43 <i>Curva de alto rendimiento</i>	88
Figura 44 <i>Aditamento en curva de escape</i>	88
Figura 45 <i>Silenciador de alto rendimiento</i>	89
Figura 46 <i>Curvas de ensayo de torque y potencia inicial</i>	97
Figura 47 <i>Regulación de cadena</i>	99
Figura 48 <i>Curvas de ensayo de torque y potencia</i>	102
Figura 49 <i>Instalación pistón</i>	104
Figura 50 <i>Inspección previa al montaje</i>	105
Figura 51 <i>Medición de volumen de la cámara de combustión</i>	108
Figura 52 <i>Ensayo de torque y potencia</i>	112
Figura 53 <i>Punto de sincronización de árboles de leva</i>	115
Figura 54 <i>Extracción del piñón de sincronización de árbol de levas</i>	115
Figura 55 <i>Ensamblaje de árbol de leva de alto rendimiento</i>	116

Figura 56 <i>Ensamblaje de árboles de leva de alto rendimiento</i>	116
Figura 57 <i>Punto de sincronización del motor con disco graduado</i>	118
Figura 58 <i>Medición de ángulos de válvulas</i>	119
Figura 59 <i>Diagrama de distribución árboles de leva estándar</i>	121
Figura 60 <i>Diagrama de distribución árboles de leva de alto rendimiento</i>	122
Figura 61 <i>Ensayo de torque y potencia</i>	123
Figura 62 <i>Anclaje a culata</i>	126
Figura 63 <i>Unión de curva y silenciador</i>	127
Figura 64 <i>Ensayo de torque y potencia</i>	132
Figura 65 <i>Curvas de potencia motor XR250</i>	139
Figura 66 <i>Variación de potencia producida por los kits de alto rendimiento</i>	140
Figura 67 <i>Potencia máxima producida por los kits de alto rendimiento</i>	141
Figura 68 <i>Curvas de torque motor XR250</i>	142
Figura 69 <i>Variación de torque producida por los kits de alto rendimiento</i>	143
Figura 70 <i>Torque máximo producido por los kits de alto rendimiento</i>	144
Figura 71 <i>Medición de monóxido de carbono</i>	146
Figura 72 <i>Medición de hidrocarburos</i>	147
Figura 73 <i>Variación de consumo de combustible</i>	149
Figura 74 <i>Cronograma de actividades</i>	155

Resumen

En la presente investigación se desarrolló el análisis comparativo de los parámetros característicos de un motor monocilíndrico XR250 estándar al emplear componentes mecánicos de alto desempeño, el proyecto se basa en las deficiencias que presenta tanto el motor como la motocicleta para emplear su uso en competencias de motociclismo, para incrementar la potencia y torque del motor existen kits de elementos mecánicos de alto rendimiento como son kit de arrastre, cilindro pistón, árboles de leva y sistema de escape, que varían las dimensiones y capacidades estándar de algunas piezas mecánicas, sin embargo los mismos no presentan datos específicos sobre su influencia en los parámetros característicos del motor, por lo cual resulta necesario ensayar dichos elementos a través de pruebas dinamométricas, de emisión de gases contaminantes, de emisión de ruido y de ruta que permiten obtener datos cuantitativos del incremento de potencia y torque producido por el motor tras la implementación de cada uno de los kits, el incremento de consumo de combustible en cada litro consumido por kilómetro y el ruido que emite la salida del sistema de escape, todos estos datos se recopilaran con el fin de realizar un análisis comparativo del incremento en los parámetros característicos del motor que conllevo la instalación de cada uno de los kits de alto rendimiento y el motor de forma estándar.

Palabras clave: Pruebas dinamométricas, Kit de alto rendimiento, Análisis comparativo, Parámetros característicos del motor

Abstract

In the present investigation, the comparative analysis of the characteristic parameters of a standard XR250 single-cylinder engine was developed when using high-performance mechanical components, the project is based on the deficiencies that both the engine and the motorcycle present to use their use in motorcycling competitions, to increase the power and torque of the engine there are high-performance mechanical element kits such as drag kit, piston cylinder, camshafts and exhaust system, which vary the dimensions and standard capacities of some mechanical parts, however they do not present specific data on their influence on the characteristic parameters of the engine, for which it is necessary to test these elements through dynamometric, polluting gas emission, noise emission and road tests that allow obtaining quantitative data on the increase in power and torque produced by the engine after the implementation of each of the kits, the increase in fuel consumption in each liter consumed per kilometer and the noise emitted by the exhaust system, all these data will be compiled in order to carry out a comparative analysis of the increase in the characteristic parameters of the engine that led to the installation of each of the high-performance kits and the engine as standard

Keywords: Dynamometric tests, High-performance kit, Comparative analysis, Characteristic engine parameters.

Capítulo I

Generalidades

Antecedentes Investigativos

De acuerdo (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016) a través de la normativa NTE INEN 2656, clasifica los vehículos en el parque motor ecuatoriano, mediante parámetros de diseño para circulación terrestre, en la cual se detalla la clasificación de una motocicleta como perteneciente a la categoría L, subcategoría L3 con el código MTO la cual se describe como un vehículo de dos ruedas, diseñados con motor de combustión interna cuya cilindrada supera los 50 cm³ y con una velocidad de diseño superior a 45 km/h.

De los aspectos más atractivos para la selección de una motocicleta de doble propósito es “La alta eficiencia térmica, es decir un consumo de combustible notablemente menor por kilómetro recorrido con respecto a otros vehículos, hacen que la motocicleta sea aún más atractiva para los consumidores” (Rodríguez, Santana, & Pardo, 2015, pág. 40).

Es importante la caracterización del motor XR250 debido a que se necesita conocer la ficha técnica del mismo de esta forma según (Publimotos, 2018) se muestra:

“El propulsor XR250, es un motor monocilíndrico de 249 cc, este emplea una refrigeración por aire forzado ayudado por un radiador de aceite, posee un sistema de distribución DOHC con 2 árboles de leva, 4 válvulas, 2 para admisión y 2 para escape, en cuanto al rendimiento tiene una salida potencia máxima de 22,98 HP a 7500 rpm. Mientras que presenta un Torque máximo a la rueda de 23,73 Nm a 6000 rpm [...], la velocidad máxima que puede alcanzar es 122km/h”

Para el aumento de potencia una de las practicas usuales es el incremento de cilindraje “Debido a que consiguiendo una mayor cilindrada se consigue mayor potencia, al tener un aumento en la capacidad volumétrica del motor, mayor será la cantidad de aire y combustible que llenan la cámara de combustión del motor” (Alvarado, 2017).

Otro de los parámetros tras los cuales se puede conseguir un aumento en la potencia del motor es empleando árboles de leva con perfiles de leva de mayor alzada es así, que según (Motorsport, 2014):

“Los árboles de levas deportivos incrementan la carrera de la válvula, el tiempo de apertura de la válvula, así como el solapamiento entre el avance de la apertura de la válvula de admisión (AAA) y el retraso del cierre de la válvula de escape (RCE). Estos cambios mejoran el comportamiento fluidodinámico de la mezcla y de los gases de escape cuando el motor gira a altas vueltas, Sin embargo, el funcionamiento del motor en ralentí a bajas vueltas se comporta de forma errática debido a que se mezclan la entrada de aire con gases de salida”

Según (Suzuki Motor Colombia, 2022) el kit de arrastre “tiene la responsabilidad de transmitir la potencia hasta la rueda trasera desde la salida de la caja de cambios [...], según el número de dientes elegido en la corona y el piñón, es posible modificar la relación de transmisión final”

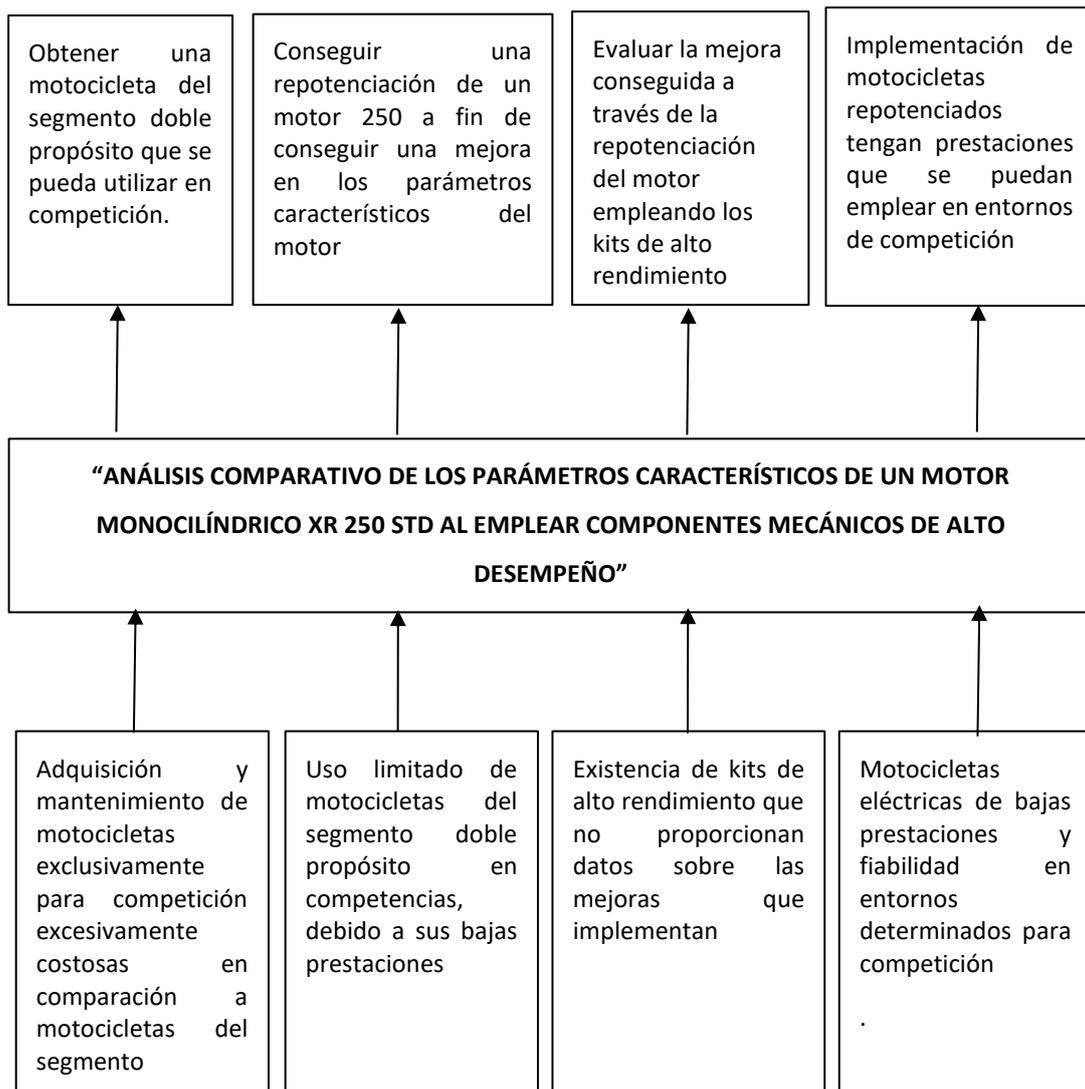
Para incrementar la potencia de la motocicleta se emplean sistemas de escape mejorados denominados Full system, estos según (V.Ferrer, 2019) “Existen tubos de escape fabricados en carbono, titanio e incluso de kevlar [...], los cuales son más ligeros y con una mayor disipación del calor, son extremadamente ligeros, resistentes y con una disipación del calor muy eficaz.”

Planteamiento del Problema

El uso de motocicletas enfocadas desde su concepción al doble propósito las hace versátiles para su manejo en ciudad y off road, su uso en competiciones es limitado, debido al empleo de motocicletas específicas para este tipo de competencias, sin embargo, en la mayoría de casos los costos de adquirir y mantener este tipo de motocicletas son realmente altos en comparación.

Como se menciona el uso de este tipo de motocicletas en competición es limitado debido a su baja potencia, como una solución fabricantes de piezas y componentes mecánicos para motores de motocicletas, han desarrollado kits de alto rendimiento, en el cual se presentan componentes mejorados de piezas internas del motor con mejores características y capacidades, estos se centran en la posibilidad que existe de remplazar piezas en los motores monocilíndricos sin la necesidad de afectar estructuralmente al motor, estos kits de alto rendimiento presentan cilindros con mayor capacidad, pistones de mayor diámetro además de piezas específicas como árboles de leva con mejores perfiles para la apertura y cierre de las válvulas de los motores, líneas completas de escape en materiales de mejores prestaciones como titanio, kits de tracción para una mejor relación de transmisión, entre otros elementos a los que se puede acceder de manera relativamente fácil en los motores monocilíndricos, Sin embargo estos elementos mecánicos no proporcionan datos sobre el incremento de la potencia de los motores, por lo cual su uso no es tan popular a la hora de la repotenciación de una motocicleta, ya que los usuarios se inclinan a usar elementos externos al motor.

Las actuales tendencias de la industria hacia tecnologías más ecológicas hacen que haya incrementado el uso de motocicletas eléctricas, sin embargo, estas no tienen las prestaciones necesarias en potencia para su aplicación en competencias, sumado a la poca fiabilidad en entornos en los que existe condiciones determinadas.



A fin de plantear soluciones viables a la problemática planteada se propone el “análisis comparativo de los parámetros característicos de un motor monocilíndrico XR 250 STD al emplear componentes mecánicos de alto desempeño”, cumpliendo con los requerimientos de potencia que se necesitan para ser empleados en competición.

La investigación se desarrollará información con respecto al empleo de componentes mecánicos de alto desempeño, que permitan modificar los parámetros característicos del motor, a través del empleo de un banco de prueba que permita demostrar la modificación de estos, con el fin de obtener mejoras significativas en el rendimiento de la motocicleta.

Descripción Resumida

La presente investigación se fundamentará teórica y científicamente a través de fuentes bibliográficas, bases de datos digitales, libros, manuales y artículos científicos confiables referentes al uso de componentes de alto desempeño en motores de combustión interna, así como a su puesta a punto y lograr el mayor desempeño.

Se realizará un análisis técnico de la motocicleta, determinando que los componentes mecánicos que proporciona la tracción a la rueda estén en óptimas condiciones, preservando las configuraciones de fabrica que permitan que la motocicleta tenga los parámetros y características descritas en la ficha técnica del mismo.

Se desarrollará la puesta a punto y calibración inicial del motor de la motocicleta, considerando principalmente los sistemas de alimentación, escape, distribución y tracción, a través del uso del manual de usuario se realizarán las configuraciones especificadas en el mismo a fin de obtener una idea del estado inicial del motor.

Se evaluará el estado inicial de la motocicleta y motor, realizando pruebas de consumo de combustible, emisión de gases contaminantes y ruido, además a través del uso de un banco de prueba en el que se pueda determinar los datos de los parámetros característicos del motor, a fin de establecer un punto de partida para el empleo de los componentes mecánicos de mayor desempeño.

Se seleccionarán los componentes mecánicos de alto desempeño, indagando en las características de mejora que presentan, centrándose en la búsqueda de componentes que ayuden en el aumento de los parámetros característicos del motor, centrándose en el uso de kits de alto rendimiento, tomando en cuenta que su implementación sea específica para el motor.

Se realizará el desarmado de los componentes del motor a remplazar y se montaran los componentes de alto desempeño, entre los cuales se encuentran un kit de cilindro y pistón de mayores dimensiones, kit de árboles de leva con perfiles deportivos, kit de

tracción y una línea completa de escape, respetando las medidas y tolerancias especificadas por los fabricantes y el manual de servicio de la motocicleta, con el fin de que su implementación sea de correcta forma.

Se desarrollará la calibración y puesta a punto del motor con los componentes de alto desempeño instalados, centrado en los sistemas de alimentación, distribución, tracción y escape tomando en cuenta las medidas y parámetros especificados en los manuales de fabricante y usuario del vehículo y componentes respectivamente.

Se evaluará las mejoras realizadas empleando los componentes de alto desempeño, a través de pruebas de consumo de combustible, emisión de gases contaminantes, y ruido, además de la utilización del banco de pruebas en el cual se pueda determinar los datos de los parámetros característicos del motor, con el fin de establecer cuantitativamente las mejoras obtenidas y analizar la viabilidad de emplear estos elementos como parte de la repotenciación de una motocicleta, para competición.

Justificación e Importancia

El desarrollo de este proyecto se centra en presentar la repotenciación de un motor 250 como una alternativa al uso de motocicletas de competición, a través del empleo de kits de alto rendimiento que permitan a la motocicleta obtener un “performance” similar al de las motocicletas mencionadas.

Tomando en cuenta que motocicletas que superan el cilindraje y potencia de la motocicleta con el motor XR250, son notablemente más costosas en su adquisición y mantenimiento, es factible la implementación de estos kits de alto rendimiento que logran igualar las prestaciones de competición necesarias.

A través de la carta de auspicio, en donde se solicita el desarrollo del tema de investigación por lo cual se da la solvencia total del mismo, debido a que se presenta el proyecto como una propuesta de oportunidad de aporte, impulso y crecimiento al deporte del motociclismo de competición en Ecuador.

Para la repotenciación de un motor monocilíndrico 250 STD es necesario realizar una puesta a punto inicial de los sistemas enfocándose en el arrastre de la motocicleta, a través de eso podremos seleccionar los componentes de alto desempeño que serán utilizados, una vez montados en el motor realizar la respectiva calibración de los mismos, además los cambios realizados serán sujetos de una revisión a través de una banco de pruebas que permitan determinar cuantitativamente el incremento en los parámetros característicos del motor.

Objetivos

Objetivo General

Analizar comparativamente los parámetros característicos un motor monocilíndrico honda 250 STD al emplear componentes mecánicos de alto desempeño.

Objetivos Específicos

Investigar el uso de kits de componentes de alto desempeño en motores de cuatro tiempos de motocicleta con aplicación al motor XR 250 std.

Realizar la toma de datos inicial de los parámetros característicos del motor XR 250 std a través de la medición de estos en el banco de pruebas.

Repotenciar el motor XR 250 std a través de la sustitución de elementos mecánicos de alto rendimiento, sustentando su implementación a través del uso de manuales y fichas técnicas de usuario.

Realizar la toma de datos, posterior a la implementación de los elementos mecánicos de alto rendimiento y mediante el uso de un banco de pruebas medir los parámetros característicos del motor.

Comparar los parámetros característicos del motor de manera estándar y posterior a la implementación de los elementos mecánicos de alto desempeño, determinando la factibilidad del uso de estas piezas mecánicas como parte de la repotenciación del motor.

Analizar la viabilidad de la repotenciación del motor XR 250 std, a través de la medición de emisiones de gases contaminantes, ruido producido por el escape y costo-beneficio en el consumo de combustible previo y posterior a la implementación de los elementos mecánicos de alto desempeño.

Metas

Generar una repotenciación óptima de una motocicleta obteniendo mejores parámetros característicos en el motor con incremento de al menos un 10%.

Obtener datos cuantitativos precisos de los parámetros característicos del motor, sobre el uso e implementación de elementos mecánicos de alto desempeño en motores de motocicleta.

Hipótesis

A través de la implementación de elementos mecánicos de alto desempeño tales como kits de árboles de leva, pistón, rines, cilindro, conjunto de tracción y línea completa de escape en el motor XR250 lograra un incremento de potencia y torque en por lo menos un 10% con respecto a su condición estándar.

Variables de Investigación

Para el proyecto de investigación se aplicará las variables como son: variables dependientes y variables independientes.

Variable Independiente

Parámetros estándar del motor XR 250

Tabla 1

Parámetros estándar del motor XR250

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos	
Parámetros estándar del motor XR250: corresponde a elementos mecánicos internos del motor que no han sido modificados y poseen las características específicas del motor, así como referidas a su correcto funcionamiento	Cilindraje	Presión de compresión	<i>psi</i>	Medición	Guía y	
				Cálculos	protocolo de pruebas	
		Volumen cámara de combustión	<i>cc</i>	Medición	Guía y	
				Cálculos	protocolo de pruebas	
	Distribución	Volumen cilindro		<i>cc</i>	Medición	Guía y
					Cálculos	protocolo de pruebas
		diámetro de pistón		<i>mm</i>	Medición	Guía y
						protocolo de pruebas
Diámetro de círculo base		<i>mm</i>	Medición	Guía y		
				protocolo de pruebas		
Longitud de cresta			<i>mm</i>	Medición	Guía y	
					protocolo de pruebas	

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
		Dientes piñón motriz	-	Medición	Guía y protocolo de pruebas
	Tracción	Dientes Catalina	-	Medición	Guía y protocolo de pruebas
		Peso	kg	Medición	Guía y protocolo de pruebas
	Escape	Ruido	dB	Medición	Guía y protocolo de pruebas
		Emisiones de gases contaminantes	Ppm; %	Medición	Guía y protocolo de pruebas

Nota. En la tabla se describe la variable dependiente, misma que permite conocer la categoría, indicadores, ítem, técnicas e instrumentos.

Variables Dependientes

Incremento de los parámetros característicos del motor

Tabla 2

Incremento de los parámetros característicos del motor

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Los Parámetros de funcionamiento motor	Curvas características	Torque	Nm	Medición	Guía y protocolo de pruebas
			$\frac{Kgm^2}{s^2}$		
		Potencia	HP	Medición	Guía y protocolo de pruebas
	Consumo de combustible	Consumo volumétrico	$\frac{lt}{km}$	Medición	Guía y protocolo de pruebas
		Emisión de gases contaminantes	Ppm; %	Medición	Guía y protocolo de pruebas
	Medio ambiente	Emisión de ruidos en salida de escape	dB	Medición	Guía y protocolo de pruebas

Nota. En la tabla se describe la variable independiente, misma que permite conocer la categoría, indicadores, ítem, técnicas e instrumentos.

Capítulo II

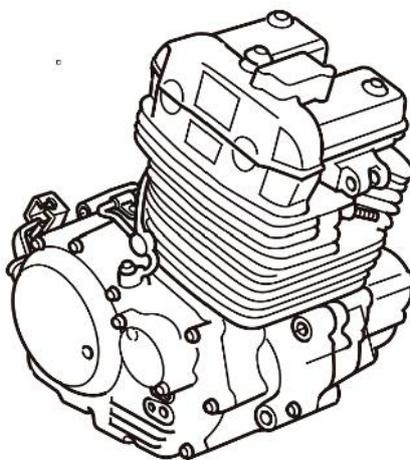
Marco Teórico

Motor Monocilíndrico

Según (Arias, 2003, pág. 46) el motor monocilíndrico “es entendido por tal el conjunto o bloque de elementos que propulsan la motocicleta, en el cual están componentes auxiliares e incluso la transmisión”, en competencias de motociclismo se emplea ampliamente los motores monocilíndricos, ya sea de 2 o 4 tiempos, debido a que es relativamente fácil realizar la sustitución en un corto periodo de tiempo de alguno de los elementos mecánicos del tren alternativo del motor de combustión interna, la estructura del motor XR250 Tornado se muestra en la figura 1.

Figura 1

Motor monocilíndrico XR250



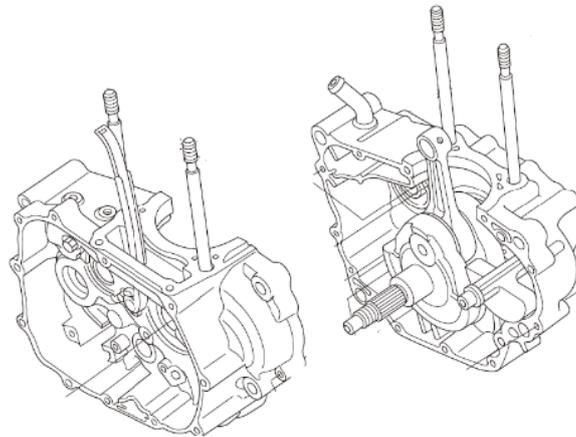
Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 90), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Carter. El Carter en un motor monocilíndrico se conforma generalmente de varios subcarter que en su interior son puntos de anclaje de algunos elementos mecánicos, su unión forma el Carter del motor, Según (Arias, 2003):

“Una cuestión que influye en la forma que ha de adoptar el Carter es la necesidad de poder abrirlo para el desmontaje y montaje del motor. Dependiendo de las características del motor, se elige un plano vertical u horizontal. Se comprende fácilmente que el número de cilindros, su disposición, el tipo de engrase, el espacio, etc. ... son factores que aconsejan, y a veces imponen, un plano de corte determinado.” (pág. 118)

Figura 2

Carter motor XR250



Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 176), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

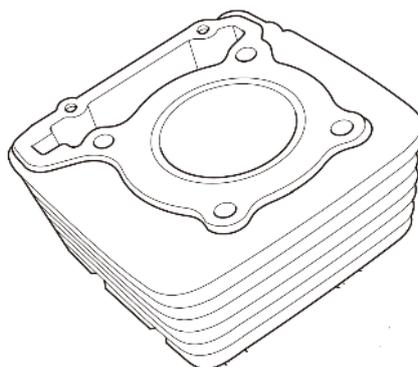
En los motores de motocicletas, ya sea de uno o varios cilindros, en el cárter girando solidariamente con el tren alternativo se ubican elementos mecánicos, tales como la caja de cambios, bomba de aceite, bomba de agua, conjunto de embrague además de otros elementos que influyen en el funcionamiento de la motocicleta.

Cilindro. Generalmente en los motores de motocicletas el cilindro es un elemento mecánico que no es fijo en el bloque motor por lo cual se puede extraer fácilmente para su remplazo de forma rápida y en su funcionamiento, “Es el elemento por el que discurre el pistón y en el que se produce la explosión que libera potencia y cuyas características son

decisivas para el rendimiento obtenido del motor” (Arias, 2003, pág. 120), en la figura 3 se observa el cilindro del motor XR250.

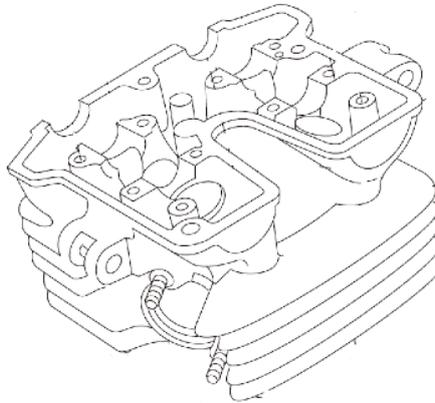
Figura 3

Cilindro motor XR250



Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 124), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Culata. La culata es la encargada de evitar pérdidas de presión, de esta forma es como se puede optimizar el proceso de combustión en el interior de los cilindros, la misma sirve como soporte de elementos del motor como válvulas y árboles de leva, según (Moto HONDA , 2003, pág. 9) “la disposición actual del árbol de levas de motores de 4 tiempos se puede separar en tres configuraciones OHC, OHV y DOHC ”, siendo la ultima la empleada para el motor XR250, como se observa en la figura 4.

Figura 4*Culata de motor XR250*

Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 99), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

La culata en los motores de 4 tiempos es una parte estructural muy importante debido a que en la misma se encuentra la cámara de combustión, por lo cual “es muy importante tener en cuenta las tensiones mecánicas a que le somete la explosión y las tensiones térmicas debidas al flujo calorífico. Actualmente se fabrican en aleación ligera todas las culatas de motores de motocicleta” (Arias, 2003, pág. 122).

Pistón. El conjunto pistón está conformado por elementos como bulón, segmentos de compresión y lubricación, además de las simbras que ayudan a mantener unido el pistón con la biela, también es uno de los elementos mecánicos más importantes del motor, debido a que forma parte del tren alternativo y su funcionamiento se describe según (Arias, 2003, pág. 125) “El pistón es el embolo que discurre por el cilindro y se encarga de funciones tan variadas como aspirar la mezcla, expulsar los gases quemados, comprimir la mezcla y absorber la potencia de la explosión transmitiéndola a la biela”, el pistón del motor XR250 se observa en la figura 5.

Figura 5

Pistón motor XR250



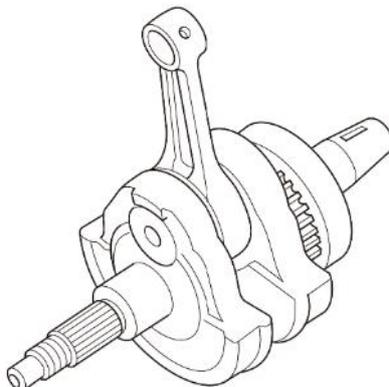
Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 124), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Biela. La biela es un elemento mecánico que para el funcionamiento del motor une el pistón con el cigüeñal, por lo cual forma parte del tren alternativo, es decir, “es la encargada de transmitir al cigüeñal los esfuerzos generados en la combustión. Se fabrican en aceros especiales, y raras veces, en aleaciones especiales como el titanio.” (Arias, 2003, pág. 129).

Cigüeñal. “El cigüeñal es el encargado de transformar el movimiento alternativo del pistón en movimiento circular. Se fabrica en acero forjado y posteriormente tratado, mecanizado y equilibrado” (Arias, 2003, pág. 130), en la figura 6 se observa el conjunto que conforma el tren alternativo del motor XR250, en este caso la biela se ingresa a presión en la bancada, por lo cual no tienen casquillo y en caso de ser necesario su cambio se debe desarmar el cigüeñal, como se observa en la figura 6.

Figura 6

Cigüeñal motor XR250



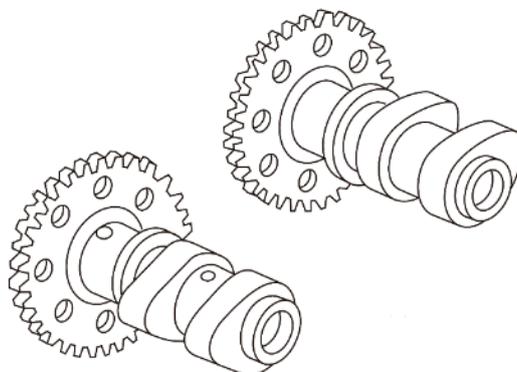
Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 176), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Árboles de Levas. Los árboles de leva en el motor XR250 van apoyados sobre las bancadas del cabezote y empujan los taques que transmiten la apertura hacia las válvulas, según (Arias, 2003):

“Los árboles de leva son ejes con lóbulos excéntricos que imprimen a la válvula o al empujador un movimiento alternativo [...]. Es particularmente importante la forma de las levas, pues de su perfil dependen varios factores. El perfil regula el golpe que recibe la válvula al comenzar su apertura, el que reciben la válvula y asiento al cerrar, la velocidad de apertura y cierre de la válvula y alzado de la válvula” (pág. 131).

Figura 7

Árboles de leva motor XR250

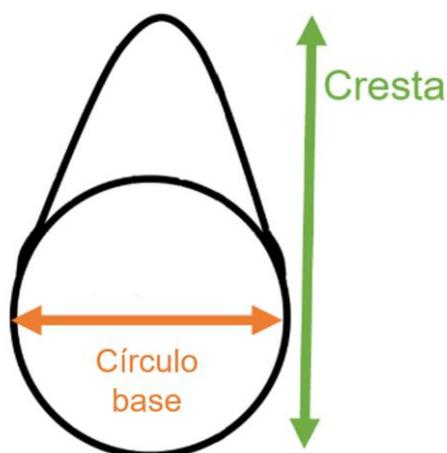


Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 99), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Las dimensiones características de los árboles de leva son el diámetro de círculo base y la longitud de cresta, que se observa en la figura 8, estos valores se emplean para el cálculo de la alzada que producirán en las válvulas y se determina por la ecuación 1.

Figura 8

Dimensiones características de las levas



Nota. Se muestran las dimensiones características de los perfiles de leva, tales como Longitud de cresta y círculo base.

Ecuación 1

Cálculo de alzada de válvulas

$$A = C - B$$

Donde:

C = longitud de cresta [mm]

B = Diámetro de círculo base [mm]

Otro de los puntos importantes a tomar en cuenta es el cálculo del Angulo de apertura y cierre de las válvulas ya que para tener un sistema de distribución eficiente es necesario que los mismos estén optimizados para tener un óptimo funcionamiento del motor, su cálculo se da a través de las siguientes ecuaciones.

Ecuación 2

Angulo de apertura de la válvula de admisión

$$\alpha_{VA} = \alpha_{Aa} + 180^\circ + \alpha_{Ac}$$

Donde:

α_{Aa} = Angulo de adelanto a la apertura de admisión [°]

α_{Ac} = Angulo de retraso al cierre de escape [°]

Ecuación 3

Angulo de apertura de la válvula de escape

$$\alpha_{VE} = \alpha_{Ea} + 180^\circ + \alpha_{Ec}$$

Donde:

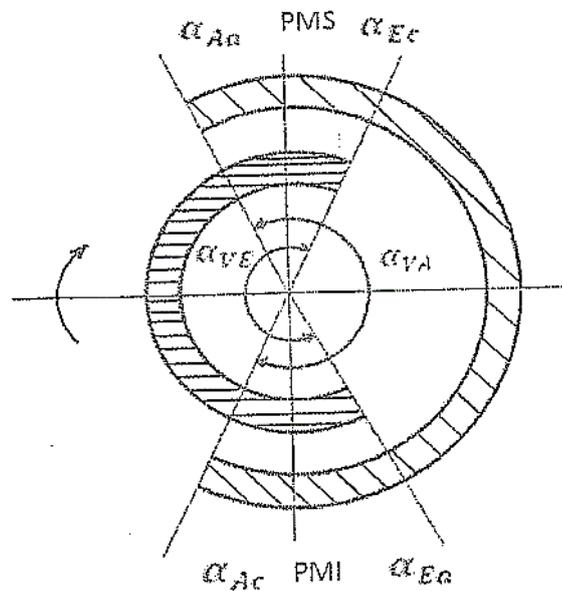
α_{Ea} = Angulo de adelanto a la apertura de escape [°]

α_{Ec} = Angulo de retraso al cierre de escape [°]

El cálculo de estos ángulos de apertura y cierre es muy importante ya que se puede dar una idea de por cuantos grados las válvulas están abiertas en el funcionamiento del motor, además que son necesarios para graficar el diagrama de distribución del mismo, como se observa en la figura 9.

Figura 9

Diagrama de distribución del motor

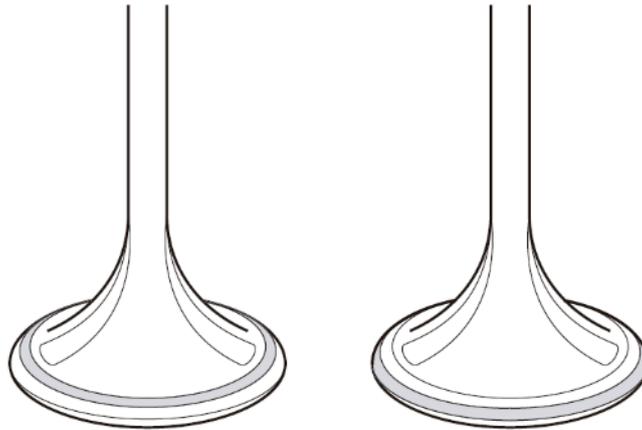


Nota. Se observa el trazado del diagrama del sistema de distribución de un motor de combustión interna, tomado de *Compilador de Ejercicios de Motores de combustión Interna Diesel - Gasolina.* (pág. 60), Nueva Aurora, (2011)

Válvulas. las válvulas en el motor XR250 se observan en la figura 10, se montan en el cabezote y son empujadas para su apertura por los árboles de leva y taques que internamente tienen una pastilla graduada para asegurar la correcta sincronización del sistema de distribución, su funcionamiento se basa en que “se encargan de abrir y cerrar los conductos de admisión y escape. Actualmente se usan invariablemente válvulas de plato, llamadas así por tener forma de plato invertido la parte de ellas que cierra los conductos.” (Arias, 2003, pág. 131).

Figura 10

Válvulas motor XR250



Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 113), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Para comprender el preciso funcionamiento del sistema de distribución en un motor de combustión interna, resulta ser necesario el cálculo de los tiempos en los que las válvulas de admisión y escape están abiertas durante el ataque de los árboles de leva hacia los taques.

Ecuación 4

Tiempo de apertura de las válvulas de admisión

$$t_{VA} = \frac{\alpha_{VA}}{6 * n}$$

Donde:

α_{VA} = Angulo de apertura de la válvula de admisión [°]

n = Numero de revoluciones [rpm]

Ecuación 5

Tiempo de apertura de las válvulas de escape

$$t_{VE} = \frac{\alpha_{VE}}{6 * n}$$

Donde:

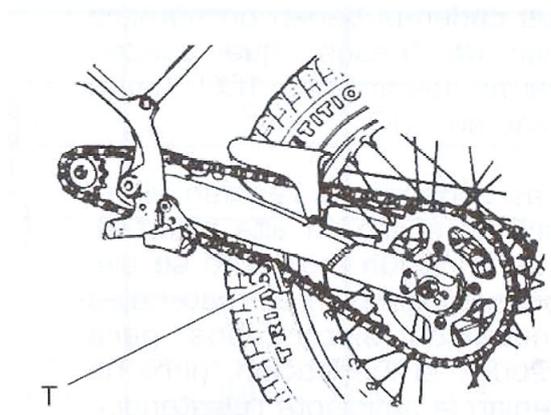
α_{VE} = Angulo de abertura de la válvula de escape [°]

n = Numero de revoluciones [rpm]

Transmisión por Cadena. La transmisión por cadena es ampliamente utilizada actualmente, debido a que presenta una mejor resistencia a la tracción que otros elementos de transmisión como lo son las bandas, este sistema se emplea en la motocicleta como método de transmisión de potencia del motor hacia la rueda trasera, según (Ayala, 1995, pág. 189) “hay un piñón pequeño montado sobre el eje de salida y un piñón grande colocado en la campana de la rueda trasera, ambos unidos por una cadena”.

Figura 11

Transmisión en la motocicleta



Nota. Tomado de Motocicletas (pág. 520), por Arias 2003

Para calcular la relación de transmisión existente en las transmisiones que emplean cadena es necesario saber el número de dientes de ambos piñones con el fin de poder calcular dicha relación, se emplea la siguiente ecuación.

Ecuación 6

Relación de transmisión

$$i = \frac{N_{conducido}}{N_{conductor}}$$

Donde:

$N_{conductor}$ = Numero de dientes del piñón conductor

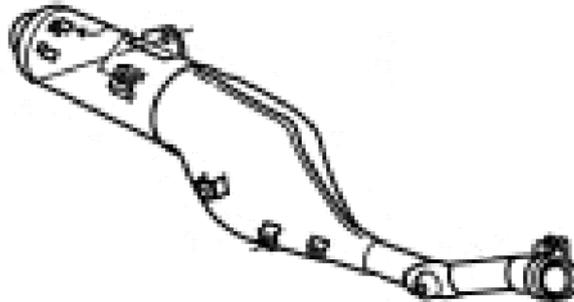
$N_{conducido}$ = Numero de Dientes del piñón conducido

Según (SENA, 1981) “Normalmente el motor proveerá la fuerza y el movimiento [...] la función del piñón es la de reducir estas RPM y establecer una relación de velocidad”, por lo cual es muy necesario realizar el cálculo de la relación de transmisión del motor con respecto a la rueda trasera.

Escape. En los motores monocilíndricos generalmente existe una sola salida de escape, esta es un conducto tubular que tiene forma de curva que sale hasta conectarse con el silenciador, en motocicletas del segmento de doble propósito esta salida se ubica lo más alto posible para evitar el ingreso de residuos indeseables al tubo de escape causando la obstrucción de este, según (Ayala, 1995, pág. 289) “Un tubo de un diámetro determinado y provisto de aditamentos que tienen la capacidad de dejar de salir en forma eficiente y precisa los gases que expelle el motor después de la combustión, para no perjudicar el funcionamiento del motor.”

Figura 12

Escape de la motocicleta



Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 34), Servicio de publicaciones HONDA, (2005)

El cálculo del sistema de escape es esencial para un óptimo funcionamiento del motor, ya que este elemento ayuda a mantener la compresión, por lo cual es necesario realizar el dimensionamiento tanto del diámetro como de la longitud de la curva esto en función a parámetros específicos del motor como lo es el cilindraje y las revoluciones máximas, como se especifica en las siguientes ecuaciones.

Ecuación 7

Longitud de la curva de escape

$$L_c = \frac{13000 * \alpha_{VE}}{rpm * 6}$$

Donde:

α_{VE} = Angulo de apertura de la válvula de admisión [°]

rpm = revoluciones máximas del motor [rpm]

Ecuación 8

Diámetro del conducto de la curva de escape

$$D = 2 \sqrt{\frac{V_c * 2}{L_c * \pi}}$$

Donde:

V_c = volumen unitario del motor [cc]

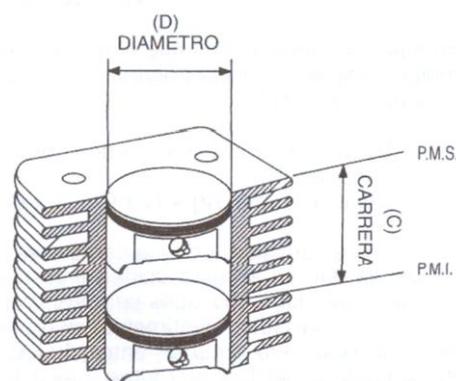
Parámetros Característicos de un Motor Monocilíndrico

Los parámetros característicos de un motor monocilíndrico, vienen dadas por las magnitudes características del mismo, a través de estas se pueden obtener parámetros del motor tales como la cilindrada unitaria y total, relación de compresión, par y potencia.

Magnitudes Características. Las magnitudes características de un motor monocilíndrico, se definen por el diámetro del pistón y la carrera desde el punto muerto inferior, al superior, como se puede observar en la figura 13.

Figura 13

Magnitudes características de un motor



Nota. Tomado de Motocicletas (pág. 65), por Arias 2003.

A través de estas magnitudes características es como se puede determinar la cilindrada del motor, es así que según (Arias, 2003, pág. 65) “El volumen de mezcla que

entra en el cilindro desde que se abre la válvula de admisión hasta que se cierra es una medida aproximada de la “respiración” de este”.

Cilindrada Unitaria y Total. “el volumen comprendido entre ambas posiciones del pistón es lo que llamamos cilindrada unitaria. Su valor será igual al área de la base, en este caso el pistón, por su altura o carrera” (Arias, 2003, pág. 66). La cilindrada unitaria corresponder al volumen de un cilindro del motor, en el caso de un monocilindro también sería la cilindrada total, sin embargo, en el caso de tener más de un cilindro se multiplica la cilindrada unitaria por el número de cilindro.

Ecuación 9

Área del pistón

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

A = área del pistón [cm²]

D = Diámetro del pistón [cm]

Ecuación 10

Volumen de empaque

$$V_e = \frac{e * \pi * D^2}{4}$$

Donde:

e =espesor de empaque [cm]

D = Diámetro del pistón [cm]

Ecuación 11*Cilindrada unitaria*

$$V = \frac{C * \pi * D^2}{4}$$

Donde:

 C = carrera [cm] D = Diámetro del pistón [cm]

Régimen Máximo. El régimen máximo en el que se producen el torque y potencia es limitado por los elementos mecánicos del motor, específicamente por el pistón, por lo cual “si se cambia entonces la masa del pistón, el régimen máximo de seguridad también variara, para mantener los mismos niveles de tensión sobre las piezas. Para la misma tensión sobre la biela” (Robinson, 2004, pág. 54), para calcular el régimen máximo que alcanzara el motor tras remplazar el pistón se emplea la ecuación 12.

Ecuación 12*Régimen máximo nuevo*

$$b_2 = b_1 \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

Donde:

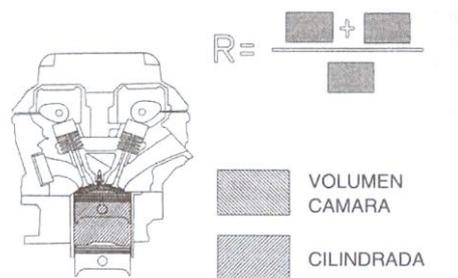
 b_2 = régimen máximo nuevo b_1 = régimen máximo primitivo m_2 = nueva masa del pistón m_1 = masa antigua del pistón

Relación de Compresión. Es la relación existente entre el volumen unitario del cilindro y el volumen de la cámara de combustión y su cálculo es realmente importante, Según (Arias, 2003):

“En los motores de cuatro tiempos de gasolina se observa que la mezcla carburada ha de comprimirse en el interior del cilindro antes de saltar la chispa en la bujía, para que se realice la combustión en las condiciones adecuadas. La importancia de esta compresión previa es tal, que la potencia de un motor depende en segundo lugar de este valor, hasta el punto de que todo motor se diseña de manera que tenga la máxima relación que pueda soportar el combustible disponible en el mercado” (pág. 66)

Figura 14

Relación de compresión teórica



Nota. Tomado de Motocicletas (pág. 66), por Arias 2003.

Ecuación 13

Relación de compresión

$$R = \frac{V + V'}{V'}$$

Donde:

R = relación de compresión

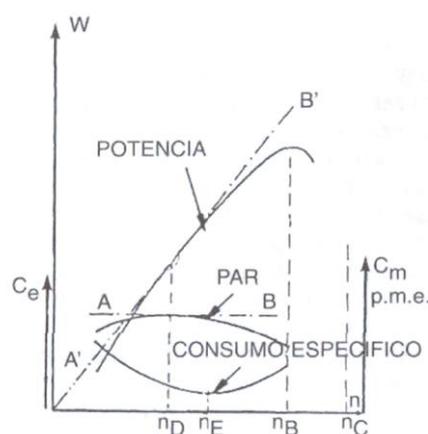
V = cilindrada [cc]

V' = volumen de la cámara de combustión [cc]

Par y Potencia. El par y potencia brinda un dato cuantitativo de los parámetros característicos del motor, por lo cual según (Arias, 2003, pág. 69) “El par motor es una medida del esfuerzo que los gases realizan en la reacción de combustión a través de pistón y biela, sobre el cigüeñal, obligándolo a girar”.

Figura 15

Magnitudes importantes en el motor



Nota. Tomado de Motocicletas (pág. 69), por Arias 2003.

Ecuación 14

Potencia

$$P = \tau * rpm$$

Donde:

P = Potencia [HP]

τ = Par [Nm]

rpm = régimen [rev/min]

Medición de Parámetros Característicos

Para obtener datos precisos sobre la modificación de los parámetros característicos del motor tras la implementación de los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento es necesario medir los mismos a través de pruebas, por lo cual los instrumentos de medición se detallan a continuación.

Analizador de Gases. El equipo empleado para medir las emisiones de gases contaminantes producidas por el motor, se ubica en el centro de capacitación y preparación automotriz de Marcelo Redin, es el dispositivo QROTECH QGA 6000, el mismo permite medir hasta 4 gases como son el Oxígeno, monóxido de carbono, Hidrocarburos y dióxido de carbono en pruebas estáticas y dinámicas con una precisión de 0,1% y 1 ppm.

Tabla 3

Ficha técnica QROTECH QGA 6000

Imagen	Característica
	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de 4 gases con cálculo de valor lambda y AFR • Visualización en display integrado • Bomba de trabajo pesado • Impresora térmica integrada • Kit de conexión al computador • Selección del tipo de combustible • Accesorios de repuesto

Imagen	Característica
	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de operación y precisión en equipos de certificación • Excepcional precisión, estabilidad y durabilidad • Actualización a cinco gases

Según el Servicio Ecuatoriano de Normalización "INEN" a través de la normativa NTE INEN 2004 se muestran los valores permitidos de los gases contaminantes en los vehículos, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4

Límites máximos de emisiones permitidos

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

Nota. Tomado de Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204 (pág. 7), por INEN 2002.

Dinamómetro. El dinamómetro de la marca Sáenz BPVI, de igual forma se ubica en el centro de capacitación y preparación Marcelo Redin, es un equipo que permite trazar y visualizar en tiempo real las curvas de los parámetros característicos del motor como son el torque y potencia, mediante su medición partiendo de la deformación de un resorte calibrado.

Tabla 5

Ficha técnica Dinamómetro Sáenz BPVI

Imagen	Características	Detalle
	Diámetro de rodillo	610 mm
	Momento inercial	800 kg
	Potencia máxima	2000 hp
	Pérdida por deformación del neumático	Aceptable
	Simulación inercial	Buena

Capítulo III

Componentes de Alto Desempeño

Caracterización de la Motocicleta Honda Tornado XR 250

La motocicleta honda tornado XR250, es una motocicleta que pertenece al segmento doble propósito (*on-off road*), la misma al tener un legado bastante importante en este segmento, ya que su lanzamiento fue en el año 2001, además de la poca actualización tecnológica de los componentes mecánicos y eléctricos, la convierten en una motocicleta muy útil a la hora de realizar modificaciones que varía la potencia del motor, es así que se han creado kits de alto rendimiento para la misma, partiendo de los parámetros estándar que tiene esta motocicleta como se muestra en la ficha técnica presentada en la tabla 6.

Tabla 6

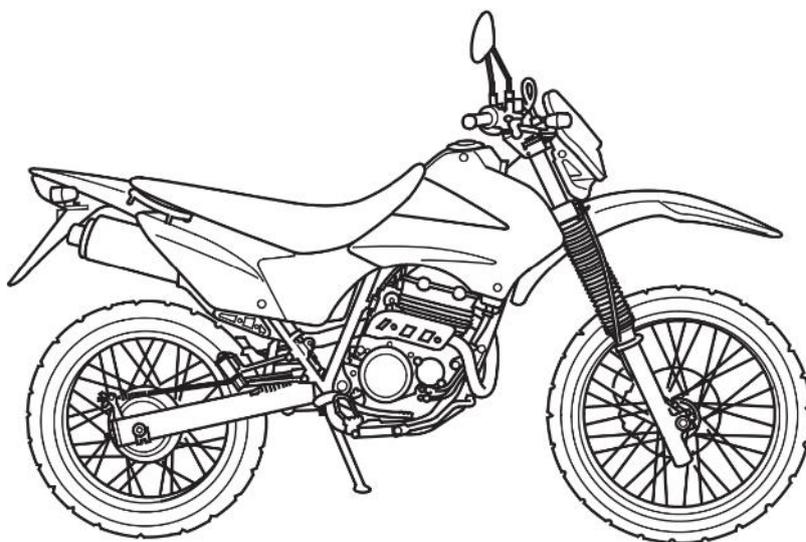
Ficha técnica motocicleta

Honda tornado XR250	
Motor	4 tiempos DOHC, monocilíndrico
Cilindrada	249,4 cc
Potencia máxima	22,98 HP a 7500 rpm
Torque máximo	2,41 Nm a 6000 rpm
Sistema de alimentación	Carburador 32 mm
Sistema de enfriamiento	Por aire y radiador de aceite
Transmisión	14/39 de 6 velocidades
Consumo de gasolina	120 km/gal
Velocidad máxima	122 km/h

Debido a su disposición de neumáticos rin 18 en tren trasero y rin 21 en el tren delantero, además de las suspensiones, por horquilla telescópica en el tren delantero y *monoshock* con bieletas en el tren trasero, la convierten en una motocicleta muy versátil para competir en motociclismo extremo.

Figura 16

Motocicleta honda tornado



Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 5), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Puesta a Punto

Con el fin de evaluar el estado inicial de la motocicleta y por ende del motor XR250, se debe llevar a cabo una serie de ajustes, tomando en cuenta que la misma fue obtenida por parte de una subasta de una entidad pública, por lo cual tiene un kilometraje superior a los 90 000 km, el estado físico y mecánico se puede apreciar en la figura 17, es así que la puesta a punto se enfoca, en que los diversos sistemas automotrices se asemejen a un estado estándar para poder partir con la repotenciación de los mismos.

Figura 17

Estado inicial de la motocicleta



Nota. En la figura se muestra el estado inicial de la motocicleta para la repotenciación.

Sistema de Transmisión. De los puntos más importantes a tener en cuenta en la puesta a punto es el sistema de transmisión, debido a que un correcto reglaje del mismo es necesario para obtener el máximo desempeño de la motocicleta, el sistema de transmisión de la motocicleta se puede observar en la figura 18.

Figura 18

Kit de arrastre motocicleta



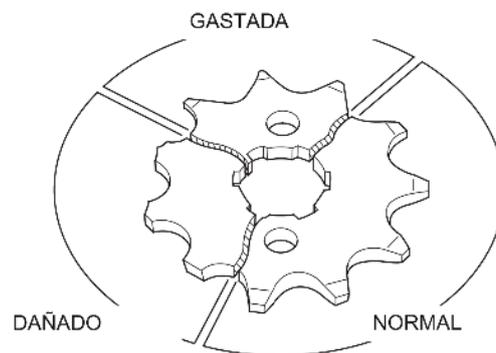
Nota. (1) Piñón motriz, (2) Corona, (3) Cadena de transmisión.

Comprobación de Piñones de Transmisión. A través de la figura 19, se puede identificar la diferencia existente entre los *dientes* de un piñón normal los cuales tienen una

forma y espesor, cuando existe desgaste por fricción de los componentes de la transmisión los dientes tienden a perder forma y afilarse lo que ocasiona una tolerancia excesiva con la cadena y cuando están dañados se presenta una fractura en la estructura del diente, en ambos casos es necesario realizar el cambio de estas piezas mecánicas

Figura 19

Comprobación de piñones



Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 52), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

En el caso de que exista desgaste en alguno de los piñones de la transmisión este se puede identificar según (Chacon, 2022) visualmente por presentar dientes afilados específicamente en la corona, ya que esta se desgasta antes que el piñón motriz; sin embargo, es muy importante medir el espesor de diente en ambos piñones para comprobar si existe una holgura excesiva de los elementos mecánicos, como se observa en la tabla 7.

Tabla 7*Medición de desgaste en piñones de transmisión*

Pieza	Estándar	Medición	Observación	Acción
Corona	4,12mm	3,66 mm	El desgaste medido es de 0,48, supera la holgura admisible de 0,4 mm.	Cambio de pieza
Piñón motriz	6,08 mm	5, 84 mm	El desgaste medido es de 0,24 mm, por lo cual está en parámetros.	Limpieza y lubricación

Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 52), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

De acuerdo a la tabla 7 la corona es el elemento a reemplazar debido a que el desgaste medido excede la tolerancia establecida por el fabricante, sin embargo según (Moto Honda de Amazonia, 2014) cuando existe desgaste excesivo en uno de los componentes de la transmisión es necesario realizar el cambio de todos los elementos este procedimiento se realiza para evitar el desgaste prematuro de las piezas nuevas instaladas, por lo cual, es necesario reemplazar ambos piñones para obtener un correcto funcionamiento, en la figura 20 se observa el nuevo kit de piñones, conservando la relación de transmisión 14/39 así como el paso 520 designada por el fabricante.

Figura 20

Piñones de transmisión nuevos

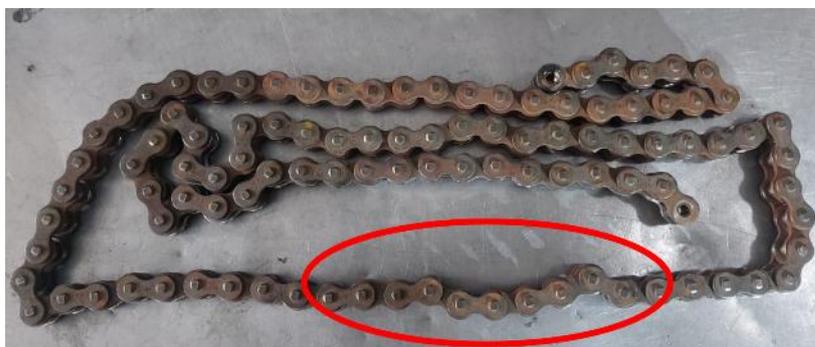


Nota. (1) Piñón motriz, (2) Corona.

Comprobación de Cadena de Transmisión. En este modelo de motocicleta la cadena está expuesta al aire libre, en estas condiciones la cadena tendrá un desgaste más acelerado por lo cual se estira teniendo holgura con los demás componentes de la transmisión como se observa en la figura 21.

Figura 21

Eslabones de cadena gripados



Nota. Se muestra el estado de la cadena de transmisión, en la que se observa eslabones gripados y oxidación.

Según (ETRASA, 2009, pág. 64) "una cadena con holgura o dañada, ya no puede transmitir la fuerza del motor con precisión y seguridad", esta holgura la establece el fabricante y su medición se realiza en la tabla 8.

Tabla 8

Medición de desgaste en cadena de transmisión

Elemento	Medición	Observación	Acción
Pin Master	1,06 mm	Desgaste fuera de parámetros (1,15 – 1,55) mm	Sustitución
Pasador	5, 12 mm	Desgaste fuera de parámetros (5,50 – 5,80) mm	Sustitución
Eslabones	28 mm	Desgaste fuera de parámetros (21) mm	Sustitución

Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 53), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

En la figura 22, se puede observar la nueva cadena de transmisión que se va a usar en la motocicleta.

Figura 22

Cadena de transmisión



Nota. Se muestra la cadena que se va a emplear en el sistema de transmisión.

Reglaje del Sistema de Transmisión. El reglaje del sistema de transmisión es muy importante, ya que tener la tensión y posicionamiento adecuado ayuda a que la transmisión

de potencia hacia la rueda sea eficaz evitando en lo posible pérdidas de potencia por fricción. En la tabla 9 se muestra el proceso de reglaje del sistema de transmisión, de acuerdo a lo designado en el manual de servicio.

Tabla 9

Reglaje del sistema de transmisión

Descripción	Imágenes de referencia
<p>1. Se debe aflojar la tuerca del eje trasero, de tal forma que nos permita visualizar la regleta de los tensores de cadena</p>	
<p>2. Se debe aflojar las tuercas de los tensores de la cadena hasta el extremo y empujar el neumático hacia delante</p>	
<p>3. Se debe ir ajustando las tuercas de los tensores hasta la tolerancia sugerida por el fabricante, observando que las regletas tengan el mismo ajuste</p>	

Descripción	Imágenes de referencia
<p>4. Se debe verificar que la distancia con respecto al basculante de la motocicleta, esta distancia debe oscilar entre 20 – 30 mm</p>	

Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 51), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Sistema de Alimentación. La motocicleta tiene como componente principal el carburador, el mismo que está conectado directamente con el depurador a través de un conducto, el carburador requiere constante mantenimiento debido a que es un elemento mecánico que por su estructura puede almacenar residuos de agua y suciedad que bajan del depósito por el combustible, de igual forma en el caso del depurador solo se necesita realizar el recambio del filtro de aire en las frecuencias designadas por el fabricante.

Comprobación del Depurador. La frecuencia establecida por el fabricante para el mantenimiento del filtro de aire es de 3000 km y para el cambio del mismo es de 18000 km, sin embargo, según (Karl-Heinz Dietsche, 2005) “la concentración de masa contenida en el aire de aspiración depende en gran medida del entorno en que se mueva el vehículo”.

En la figura 23, se puede observar el estado actual del filtro de aire según (Moto Honda de Amazonia, 2014) si el elemento esta excesivamente sucio o dañado es necesario realizar el cambio.

Figura 23

Filtro de aire



Nota. Se muestra el estado en el que se encuentra el filtro de aire en la motocicleta

Tras la inspección visual del elemento y según especificación del manual es necesario realizar el cambio del mismo ya que presenta suciedad excesiva ocasionando una obstrucción a la alimentación del motor, en la figura 24 se observa el filtro de aire nuevo.

Figura 24

Filtro de aire nuevo



Nota. Se muestra el filtro de aire nuevo que se procederá a montar en la motocicleta

Comprobación de Carburador. Al ser un elemento que trabaja de forma mecánica el carburador se tiene que ajustar de forma manual buscando siempre el mayor rendimiento

de la motocicleta, de tal manera su calibración influye significativamente para obtener potencia en la motocicleta, el estado del carburador se muestra en la figura 25.

Figura 25

Carburador de la motocicleta



Nota. En la figura se muestra el estado en que se encuentra el carburador

Calibración del Carburador. La calibración del carburador consiste en que mediante el ajuste de las diferentes agujas lograr una mezcla estequiométrica para la alimentación del motor, en la figura 26 se puede observar las diferentes agujas que permiten la graduación manual del carburador, la aguja del ralentí (1), es la única que en esta motocicleta no es necesario realizar un cambio, la aguja de altas revoluciones (2), permite cambiar el chicler de alta (3) según se requiera por la altura y la aplicación que se va a dar a la motocicleta, mientras que la aguja del aire (4), junto con el resorte (5), O ring (6) y arandela (7) permiten la regulación de la entrada de aire según la altura a la que se encuentre la motocicleta.

Figura 26

Agujas de calibración del carburador



Nota. (1) Aguja de ralentí, (2) Aguja de altas revoluciones, (3) Chicler de alta, (4) Aguja de aire, (5) Resorte de aguja de aire, (6) O ring aguja de aire, (7) Arandela aguja de aire.

En la tabla 10, se muestra los valores de calibración para el carburador del motor XR250 Tornado.

Tabla 10

Calibración de carburador XR250 Tornado

Elemento	Especificaciones
Número de identificación del carburador	VEA1A
Orificio principal	120
Chicler de ralentí	45
Apertura inicial del tornillo de mezcla	3 vueltas
Velocidad de ralentí	1400 \pm 100 rpm
Tolerancia del puño de acelerador	5 mm

Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 8), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Figura 27*Calibración del carburador*

Nota. Se muestra la calibración del carburador designada por el fabricante para el motor XR250 Tornado

La cuba o flotante (2) que se observa en la figura 28, es un elemento que requiere calibración debido a que permite una correcta dosificación a las agujas de la mezcla, por lo cual el ajuste se realiza en función a lo requerido por el fabricante (Moto Honda de Amazonia, 2014) dando por resultado un nivel de flotación de la cuba de 18,5 mm.

Figura 28*Conjunto de la cuba del carburador*

Nota. 1. Centrador de la cuba, 2. Cuba o flotante, 3. pasante, 4. Aguja flotante

Como se puede observar en la figura 29, es importante revisar que los diafragmas del carburador no presenten fisuras, desgaste o daño, de acuerdo a lo establecido por el fabricante (Moto Honda de Amazonia, 2014).

Figura 29

Diafragma del carburador



Nota. Se muestra el diafragma del carburador y la carcasa que la mantiene en su lugar

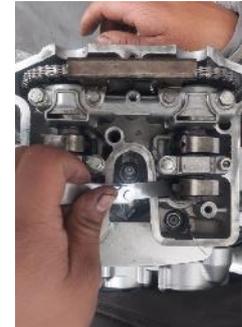
Sistema de Distribución. El sistema de distribución es muy importante para un desempeño óptimo de la motocicleta, el correcto reglaje y ajuste del sistema de distribución además de la comprobación de los elementos mecánicos que lo conforman es esencial para el correcto funcionamiento del tren alternativo.

Comprobación del Sistema de Distribución. La comprobación del sistema de distribución se realiza con la finalidad verificar que no exista desgaste en los componentes del mismo, en la tabla 11 se observa la revisión de los componentes.

Tabla 11

Comprobación de sistema de distribución

Imagen	Desarrollo	Observación
	<p>Es necesario retirar los tapones que permiten girar el cigüeñal y observar las marcas de sincronización en el motor</p>	<p>Observar el estado de las juntas tóricas</p>
	<p>Se debe girar el cigüeñal hasta poder observar la marca "T" que corresponde a la señal de tiempo o sincronización del motor.</p>	<p>La sincronización debe coincidir con la señal en la tapa de magneto del motor</p>
	<p>Es necesario retirar la tapa culata y verificar que los árboles de leva estén posicionados adecuadamente conforme a lo especificado en el manual de fabricante</p>	<p>Las marcas de sincronización deben estar alineadas con la superficie del cabezote</p>

Imagen	Desarrollo	Observación
	<p>Con el uso del calibrador de galgas se procede a medir la holgura entre el asiento del árbol de levas y los taques que impulsan las válvulas de admisión</p>	<p>Para un correcto funcionamiento la medición se limita a 0,12 mm en las válvulas de admisión</p>
	<p>Con el uso del calibrador de galgas se procede a medir la holgura entre el asiento del árbol de levas y los taques que impulsan las válvulas de escape</p>	<p>Para un correcto funcionamiento la medición se limita a 0,15 mm en las válvulas de escape</p>

Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 8), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Tras la medición del reglaje de válvulas, se concluye que los elementos del sistema de distribución no presentan un desgaste considerable, por lo cual el sistema se encuentra en óptimas condiciones para su funcionamiento

Sistema de Escape. El sistema de escape en la motocicleta cumple una función muy importante, debido a que el mismo ayuda a una salida eficiente de los gases no combustionados del motor, por lo cual su correcto funcionamiento también ayudara a un mejor rendimiento de la motocicleta, es así que su comprobación siempre es necesaria en la puesta a punto de la motocicleta

Comprobación del Sistema de Escape. Únicamente en el sistema de escape es necesario comprobar el estado de la tubería, ya que no debe presentar fugas especialmente

en los segmentos en donde se une la línea de escape con el silenciador, en la tabla 12 se observa las verificaciones necesarias para el sistema de escape

Tabla 12

Comprobación del sistema de escape

Imagen	Desarrollo	Observación
	<p>En la junta que conecta la salida del escape y la culata del motor, se debe verificar que no exista presencia de gases no combustionados.</p>	<p>Si existe presencia de residuos de gases, es necesario remplazar la junta entre la salida de escape y el motor.</p>
	<p>Un punto crítico de la verificación es la unión entre la curva y el silenciador del sistema de escape, por lo cual se debe comprobar que no existan residuos de gases no combustionados debido a que esta unión no tiene empaque por lo cual se realiza a presión mediante una abrazadera.</p>	<p>El toque adecuado para la abrazadera es de 2,0 kgm</p>

Imagen	Desarrollo	Observación
	<p>Otro punto en la revisión es el silenciador en el cual se debe verificar el estado de los remaches, ya que por el flujo de gases tienden a debilitar su junta produciendo ruidos en el sistema de escape</p>	<p>Si se encuentra debilitada la unión de estos es necesario remplazarlos.</p>

Nota. Tomado de Moto Honda Amazonas. (pág. 34), Servicio de publicaciones HONDA, (2014)

Tras la inspección de los puntos de comprobación en el sistema de escape, se concluye que el conjunto de elementos está en óptimas condiciones de funcionamiento, por lo cual no es necesario remplazar alguno de las piezas.

Selección de Elementos Mecánicos de Alto Desempeño

Para la selección de los elementos mecánicos de alto desempeño se deben tomar en cuenta las partes mecánicas que pueden ser mejoradas sin necesidad de alterar en mayor medida los componentes principales del motor facilitando así un rápido armado y desarmado en condiciones en que se necesite remplazar estos elementos.

Como se menciona los elementos seleccionados poseen la característica de que la fabricación se realiza en función del modelo específico de motor sin embargo varían medidas y tolerancias de los elementos estándar de la motocicleta y el motor, no obstante, los mismos no muestran datos cuantitativos de la potencia que podrían aumentar por lo cual se busca obtener estos datos.

Por lo cual los fabricantes de piezas y elementos mecánicos de alto desempeño han puesto un especial enfoque en el modelo XR250 Tornado, al ser un modelo cotizado en el

segmento de doble propósito y ser una motocicleta muy versátil para emplear en competición, según (La Moto, 2022) “existen diferentes kits para aumentar aún más el carácter de enduro que la XR250 trae de fábrica. Muchos fanáticos ya la eligieron para proyectos que requieren algo más que sus prestaciones originales”.

Es así que existen kits de elementos de alto desempeño como los son el kit de cilindro y pistón, árboles de leva, de arrastre y de escape, que como se menciona son específicos para aumentar la potencia de este motor simplemente realizando un recambio de elementos.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que las mejoras realizadas en los elementos mecánicos también llevan desventajas en distintos aspectos de la preparación del motor, es así que un aproximado del incremento o decremento que podrían tener viene expresado en la tabla 13.

Tabla 13

Posibilidades de cambios de potencia

Cambio	Incremento (%)	Problemas
Mejoras sin modificaciones estructurales	0 a 5	Disponibilidad de piezas
Entrada/filtro de aire	0 a 15	Mas ruido, menos potencia a regímenes medios
Escape	-10 a +10	Mas ruido, menos potencia a regímenes medios
Levas	5 a 10	Perdida de potencia por debajo del régimen punta

Cambio	Incremento (%)	Problemas
Subida de calibre de cilindro	5	Perdida de revoluciones máximas, vibraciones, perdidas de aceite
Incremento de relación de compresión	5	Detonaciones
Carburador	5	Poca potencia a regímenes bajos
Modificación general para carreras	30 a 50	La moto no se podrá usar en la vía pública. Perdida de flexibilidad y de fiabilidad

Nota. Tomado de MOTOCICLETAS Preparación de motores de 4 tiempos (pág. 47), por Robinson (2004).

Según la (Robinson, 2004) montando múltiples mejoras en el motor es posible lograr un incremento de entre un 30 a 50% de los parámetros característicos de un motor de motocicleta, tomando en cuenta lo listado anteriormente se da la siguiente selección de componentes mecánicos de alto rendimiento.

Kit de Tracción. Los kits de tracción o de arrastre de alto rendimiento, modifican la relación de transmisión designada por el fabricante, con el fin de obtener distintos resultados en función de necesitar mayor torque en rueda o de una velocidad punta mayor que la que se podría generar con la designación del fabricante.

Generalmente el kit de arrastre es relativamente fácil su modificación ya que la misma se podría realizar sin necesidad de intervenir en los elementos mecánicos internos del motor, su montaje y desmontaje no presenta mayor dificultad por lo cual en la búsqueda de un mejor rendimiento de la motocicleta es lo primero que se toma en cuenta.

El kit de tracción se modifica según lo que se desee obtener de la motocicleta, en el caso de que se desee una mayor velocidad punta de la motocicleta se deberá sacrificar

torque o fuerza en el recorrido de la motocicleta al igual que si se desea un mayor torque se sacrificara velocidad punta que pueda alcanzar la motocicleta, por lo cual es muy importante entender el uso que se le va a dar a la motocicleta.

En este caso, para la selección de los componentes se debe entender que la motocicleta se va a emplear en competición en pistas de tramos de recta muy cortos, en donde es necesario tener un mayor torque y desplazamiento rápido en vez de una gran velocidad final, por lo cual se seleccionaron los siguientes elementos.

Piñón Motriz. el piñón motriz al ser el elemento que se monta y gira solidaria al eje secundario de la transmisión primaria, debe ser de menor tamaño y numero de dientes que el piñón montando en la rueda trasera, esto con el fin de cumplir la desmultiplicación del giro.

Es así que mientras menor sea el número de dientes del piñón motriz va a tener un mayor número de vueltas, por lo cual afectaría directamente sobre la relación de transmisión designada por el fabricante, enfocando el sistema de transmisión secundaria para tener un mejor rendimiento.

Según el fabricante designa un piñón motriz de 14 dientes, sin embargo, para competir es necesario obtener un mejor desempeño en torque de la motocicleta de esta forma para la selección del piñón motriz se busca disminuir el número de dientes a 13, se observa el elemento seleccionado en la figura 30.

Figura 30*Piñón modificado*

Nota. Se muestra el piñón modificado como parte del kit de arrastre de alto rendimiento

Es importante entender que el elemento seleccionado cumpla con la característica de ser fabricado para este modelo ya que las características del estriado del eje secundario y el anclaje hacia este pertenecen a este modelo de motor en específico.

Corona. En el caso del Sprocket es un elemento que se monta con la manzana en el aro trasero de la motocicleta, para girar solidario a esta, para un correcto funcionamiento debe ser de mayor tamaño o número de dientes que el piñón motriz.

En cuanto al sprocket se puede tener mayor libertad a la hora de seleccionar el mismo debido a que existe un mayor espacio para hacerlo, como se menciona anteriormente, el objetivo es tener el mayor número de dientes en el sprocket para tener el mayor torque posible en los tramos cortos de recta que hay en las competiciones.

Sin embargo, lo que establece el fabricante es un sprocket de 39 dientes, por lo cual el elemento seleccionado debe tener un mayor número de dientes para cumplir con el requerimiento de torque necesario en los tramos cortos de recta, es así que el nuevo sprocket tiene 50 dientes para cumplir con los requerimientos antes mencionados, como se puede observar en la figura 31.

Figura 31*Corona modificada*

Nota. Se muestra la corona modificada que forma parte del kit de arrastre de alto rendimiento

Al igual que con el piñón motriz, se debe tener especial cuidado en la selección del elemento ya que de igual manera el anclaje hacia la manzana trasera debe cumplir con las dimensiones del modelo específico de la motocicleta.

Cadena. En el caso de la cadena al ser el elemento que sirve para transmitir la potencia del motor a la rueda trasera conectando tanto el piñón motriz como la corona.

Este elemento es el de mayor desgaste de todas las piezas que conforman el kit de tracción, por lo cual su mantenimiento y comprobación tales como el ajuste y lubricación a una frecuencia adecuada, ayudan a que no existan mayores pérdidas en la transmisión de potencia hacia la rueda trasera.

En el caso de la motocicleta esta monta una cadena reforzada en paso 520 de designación japonesa, por lo cual su uso se ve limitado en aplicaciones de competencia, al ser un elemento mecánico simple presenta poca fiabilidad, y de igual manera requiere una importante frecuencia de mantenimiento para el correcto funcionamiento.

Figura 32*Cadena de competición*

Nota. Se muestra la cadena del kit de arrastre de alto rendimiento

Es de esta forma que para la selección se considera una cadena reforzada de competición, como se observa en la figura 33, que a diferencia de la cadena ordinaria presenta O rings en sus rodillos que facilitan a que el lubricante no se desparrame hacia otros elementos mecánicos por la fuerza centrífuga de su funcionamiento, además presenta un tratamiento en Zinc que ayuda a que la cadena no se oxide como es usual en estos elementos.

Figura 33*Elementos de cadena de competencia*

Nota. 1. O ring de cadena, 2. tratamiento en Zinc.

Al igual que los otros elementos del kit de arrastre es necesario que sea compatible con la motocicleta por lo cual el paso adecuado y recomendado por el fabricante es 520 de designación japonesa para que pueda transmitir el movimiento adecuadamente entre los piñones.

Kit de Cilindro y Pistón. Existen kits que aumentan el cilindraje de una motocicleta, la mayoría de estos tienen como fin el de aumentar la capacidad volumétrica del cilindro alterando las medidas de los componentes mecánicos del tren alternativo como son el cilindro, pistón y anillos.

Estos kits presentan en su fabricación camisas más delgadas incluso menores a los valores máximos de rectificación que se podría dar con los elementos mecánicos estándar, el problema de emplear este tipo de camisas tan delgadas es una menor resistencia del material, acortando así la vida útil del mismo.

Al igual que con camisas más delgadas, el pistón puede aumentar su diámetro con el fin de obtener mayores ganancias en cuanto a potencia, sin embargo, se debe tomar en cuenta que al aumentar estas medidas por ende la masa del mismo se va a incrementar lo que ocasiona que está un menor régimen máximo.

Empleando estos cambios en los elementos del tren alternativo, tienen también como objetivo el de elevar la relación de compresión logrando así un incremento en la potencia del motor, tomando en cuenta la utilización de un mejor combustible que se capaz de no auto detonarse antes de llegar al punto muerto superior, evitando así vibraciones y exceso de carbonilla en los elementos mecánicos que realizan la combustión del carburante.

Tomando en cuenta el análisis anteriormente realizado, con el fin de preservar elementos mecánicos aún más importantes que el tren alternativo, como lo es el bloque motor y Carter, es necesario que para su implementación no se vea comprometido estructuralmente el motor, por lo cual para la selección de los elementos mecánicos se debe también establecer

la compatibilidad de los mismos con el motor, facilitando de gran manera su montaje y evitando así el fallo prematuro de los elementos instalados, de esta manera la repotenciación del motor sea fiable.

Pistón. Según (Río, 2017, pág. 240) “El aumento de la cilindrada consiste en aumentar la carrera o diámetro del cilindro para que entre al motor mayor cantidad de mezcla aire-combustible”, por ende, si aumenta el diámetro del cilindro la selección se da en función de un pistón de mayor tamaño.

En el caso del pistón estándar su diámetro es de 73 mm, con el cilindro rectificado podría aumentar la sobre medida hasta 74 mm, sin embargo, el pistón que se ha seleccionado posee un diámetro de 79 mm dando así una diferencia de 6 mm con el pistón estándar superando de esta manera incluso al pistón con sobremedida por 5 mm, por lo cual la selección se ha realizado incrementando en gran medida las dimensiones estándar del pistón en este motor, como se puede observar en la figura 34.

Figura 34

Pistón de mayor diámetro



Nota. Se muestra el pistón modificado que forma parte del kit de alto rendimiento

Los elementos mecánicos tales como bulón y segmentos vienen de igual manera especificados para el nuevo pistón por lo cual no será necesario el alterar los elementos estándar, facilitando de esta manera el montaje en conjunto del pistón de mayor diámetro.

Figura 35

Elementos del pistón modificado



Nota. 1. Simbras, 2. Anillos, 3. Bulón.

Se deberá analizar la fiabilidad del uso de estos pistones modificados ya que “esta opción se traduce a un motor con dimensiones mucho más grandes y además un mayor peso, lo que a su vez acarrea mayores inercias de los componentes en movimiento” (Río, 2017, pág. 240), por lo cual un punto a tomar en cuenta es que, con el incremento en su masa, se podrá conocer el nuevo régimen máximo que podrá alcanzar el motor, en este caso se verá disminuido ya que la masa del pistón aumenta en comparación al elemento estándar.

Cilindro. Al igual que con el pistón, el cilindro monta una camisa mucho más delgada que la estándar, con el fin de que se pueda montar el pistón modificado sin problemas, ambos elementos cumplen con la característica de aumentar la capacidad volumétrica del cilindro, aumentando de esta forma el cilindraje y relación de compresión en el motor, como se observa en la figura 36.

Figura 36*Cilindro modificado*

Nota. Se muestra el cilindro modificado que forma parte del kit de alto rendimiento

Se deberá tomar especial cuidado ya que tomando en cuenta que “el grosor mínimo de la camisa estará comprendido entre 3 y 4 milímetros, dependiendo del calibre del cilindro. El mínimo absoluto es de 2,5 mm, para motores que solo deban funcionar durante muy poco tiempo” (Robinson, 2004, pág. 52), sin embargo, el grosor medido de la camisa es en este caso de 1 mm, lo que pone a duda la fiabilidad del mismo.

Figura 37*Medición de camisa de cilindro*

Nota. Se muestra la medición de la camisa del cilindro modificado

Este kit logra el aumento del cilindraje del motor, ya que originalmente el cilindro tiene una capacidad volumétrica de 249 cm^3 , el incremento es de 44 cm^3 dando como resultado un volumen de 293 cm^3 indicado por el fabricante, como se observa en la figura 38.

Figura 38

Cilindraje indicado por el fabricante



Nota. Se muestra el cilindraje especificado por el fabricante

Al igual que con el motor estándar se mantiene la característica de ser un motor supercuadrado ya que el diámetro del pistón sigue siendo mayor a la carrera de la biela de 59,5 mm, es así que este tipo de motores favorecen los regímenes elevados.

Kit de Árboles de Leva. El tren de árboles de leva modificados posee perfiles de leva de diferentes dimensiones a diferencia de los perfiles estándar de árboles de leva que vienen en el motor, estos presentan características mejoradas para proporcionar un mejor rendimiento para la motocicleta.

La modificación que presentan estos árboles de leva se da en los perfiles de alzado y permanencia de la leva logrando de esta manera un mayor Angulo de apertura y cierre de ambas válvulas lo que influye directamente en la facilidad de alcanzar de mejor manera los regímenes de revoluciones más altos, sin embargo, puede existir deficiencias en el ralenti de la moto y su paso a revoluciones medias.

Otra de las mejoras enfocadas en el rendimiento de la motocicleta tiene que ver con los materiales de fabricación de los árboles de leva, utilizando diferentes materiales y aleaciones en diferentes porcentajes de hierro carbono en la composición de la pieza.

Selección de Árboles de Leva. Como se menciona anteriormente existe la posibilidad que para obtener un mejor rendimiento en el motor es factible el modificar los árboles de leva, de esta manera existen varias opciones de modificar los árboles de leva, como se observa a continuación

- **Fasaje.** La técnica del fasaje consiste en adelantar o retrasar los árboles de leva para obtener distintos rendimientos en el motor según (Robinson, 2004, pág. 82) “retrasar la leva de admisión tendera a mejorar el funcionamiento a regímenes altos, con detrimento de los bajos, si se avanza el reglaje de las levas, se conseguirá más par motor a regímenes bajos, y menos a regímenes altos”, sin embargo el reglaje realizado por el fabricante es la mejor opción y ,más recomendada ya que el alterar dicho reglaje pudiera ocasionar más desventajas en términos de rendimiento general del motor
- **Rebajar leva.** Este método consiste en reducir la cantidad de metal en el circulo base de la leva “lo que sirve para conseguir un levantamiento y una duración mayor” (Robinson, 2004, pág. 84), sin embargo, si se excede el desprendimiento de metal se tiene que compensar en los taques, además de que pierde resistencia el material y por consecuencia fiabilidad.
- **Nuevo perfil.** Al contrario del anterior método este consiste en “engrosar la leva con soldadura o por metalización, y luego se vuelve a tallar con el perfil deseado”, este proceso tiene una notable mejora respecto a los anteriores métodos, pues es posible conservar las bancadas de los árboles de leva, sin embargo, presenta dificultades en torno al proceso de añadidura de metal pues podría debilitar la estructura del árbol de levas y presentar problemas en el acabado final.

Los procesos descritos con anterioridad son métodos en los cuales se puede obtener un perfil de leva diferente al diseñado por el fabricante, sin embargo, los mismos presentan diferentes dificultades en sus procesos, por lo cual el método más apropiado para la selección de los árboles de leva es el siguiente.

- **Levas nuevas.** Existen árboles de leva fabricados para modelos específicos de motor, los mismos presentan perfiles de leva que ayudan a que exista un mayor rendimiento del motor, sin la necesidad de influir directamente sobre los árboles de leva estándar de la motocicleta.

De esta forma se enfoca la selección en arboles con perfiles de leva modificados para una mayor apertura y retorno de las válvulas obteniendo de esta manera un mayor rendimiento en la motocicleta.

Es así que los elementos seleccionados son los presentados en la siguiente figura, son árboles de leva modificados para el motor en específico que presentan, además de un perfil de levas deportivo que permite variar el alzado de las válvulas, también está fabricado en una aleación de fundición de Hierro-carbono, lo que permite mayor resistencia y fiabilidad en el motor.

Figura 39

Árboles de leva modificados

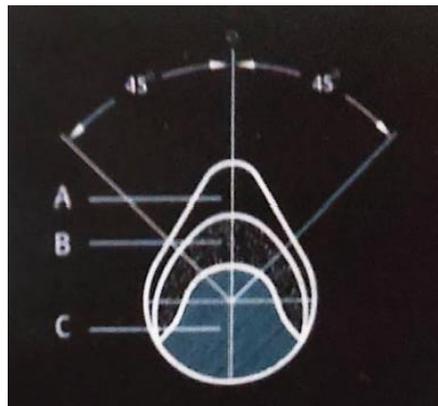


Nota. Se muestran los árboles de leva del kit de alto rendimiento

Como se puede observar en la figura 40, la composición estructural de los árboles de leva está formada por diferentes aleaciones de hierro-carbono, variando así su dureza y resistencia, además de ser levas simétricas es decir tienen un flanco igual y corresponde a 45° .

Figura 40

Características del árbol de levas



Nota. Tomado de Comando de válvulas (pág. 1), por Vini Hot Parts (2023)

A pesar que de que ambos árboles de leva poseen características similares es importante tomar en cuenta que los mismos poseen posiciones en su montaje, esto debido a que obedecen a la luz de válvulas que deben tener con respecto a los taques, como se puede observar en la siguiente figura los árboles llevan inscritas marcas como "IN" abreviatura de "*intake*" que corresponde al árbol de levas que acciona las válvulas de admisión y "EX" abreviatura de "*exhaust*" que corresponde al árbol de levas que acciona las válvulas de escape.

Figura 41

Marca de sincronización de árbol de levas



Nota. Se muestra las marcas de sincronización de los árboles de levas de alto rendimiento

Elementos tan importantes en el funcionamiento del motor como lo son los árboles de levas influyen de gran manera en el funcionamiento correcto del motor, por lo cual es de gran importancia que estos sean específicamente fabricados para este motor ya que al no cumplir con la sincronización del motor influirían negativamente en el rendimiento de la motocicleta.

Figura 42

Sincronización de los árboles de levas



Nota. Se muestra las marcas de sincronización para los piñones de los árboles de levas de alto rendimiento

Como se observa en la figura 42, en el caso de los nuevos árboles de leva vienen sin piñón debido a que es necesario emplear el piñón original de los árboles de leva estándar de la motocicleta.

Kit de Sistema de Escape. Uno de los elementos que ayudan a que la potencia de la motocicleta incremente en gran medida es una línea de escape, ya que permite un mejor flujo de los gases no combustionados hacia el exterior mejorando así el rendimiento general de la motocicleta.

De los aspectos a mejorar en una línea de escape es el material con que se fabrica el sistema completo, existen materiales como el acero inoxidable que facilita una mejor disipación de calor hacia el exterior, además de ser mucho más resistente a la corrosión.

Aplicando un material como el acero inoxidable también es posible obtener un sistema más ligero, ya que las líneas de escape estándar tienden a ser robustas y pesadas al contrario de las modificadas que son mucho más ligeras y presentan las propiedades antes mencionadas.

Curva. La curva o tubo primario está ubicado justo a la salida de las válvulas de escape y es el encargado de direccionar el flujo de los gases no combustionados hacia el silenciador, por lo cual tiene gran importancia en el funcionamiento de la motocicleta.

El mismo como se menciona con anterioridad para mejorar su funcionamiento este fabricado en acero inoxidable para aumentar su resistencia y capacidad de transmitir el calor como se puede observar en la figura 43.

Figura 43*Curva de alto rendimiento*

Nota. Se muestra la curva que forma parte del kit de alto rendimiento

Además, como se observa en la figura 44, la curva monta un aditamento especial en el escape como lo es un “power bomb”, el mismo facilita la expansión y contracción de las ondas de sonido en el escape aumentando de esta manera el flujo de gases, de esta forma se da un aumento de torque en el motor especialmente en bajas revoluciones.

Figura 44*Aditamento en curva de escape*

Nota. Se muestra el aditamento especial en la curva de escape

A través del uso de esta curva de alto rendimiento es como se puede mejorar ampliamente la potencia del motor que, al emplear la curva estándar de la motocicleta,

además es de gran importancia que la misma se fabrique específicamente para este motor con el fin de no comprometer elementos estructurales del mismo.

Silenciador. La punta del escape o silenciador es el encargado de direccionar los gases no combustionados hacia el ambiente, tiene cámaras interconectadas con tubos cortos, que hacen frenar la salida de los gases, y amortiguan el ruido emitido por la salida de los mismos.

Al igual que la curva, la punta del escape también está fabricada en acero inoxidable lo que presenta propiedades similares en funcionamiento que la curva, sin embargo, al igual que el silenciador estándar es más robusto por la estructura interna del mismo.

A pesar de tener la misma función el silenciador de alto rendimiento logra mantener la eficiencia en frenar la salida de ondas de gases para obtener el flujo efectivo de los mismos hacia el ambiente, sin embargo, no son tan eficientes a la hora de amortiguar el ruido emitido por la salida de los gases, a pesar de que esto no representa un gran problema ya que su uso se ve enfocado en competición.

Figura 45

Silenciador de alto rendimiento



Nota. Se muestra el silenciador del kit de alto rendimiento

Al igual que los otros elementos mecánicos de alto rendimiento, el silenciador como se observa en la figura 45 es especialmente fabricado para este modelo de motocicleta ya que tiene los puntos de anclaje hacia el chasis, lo que facilita su montaje

Capítulo IV

Pruebas de Elementos Mecánicos de Alto Desempeño

Pruebas de los Parámetros Característicos del Motor

Las pruebas a realizar consisten en una serie de ensayos en las que se podrán cuantificar la influencia de los elementos mecánicos de alto desempeño en el motor y su variación en los parámetros característicos del motor, las mismas se detallan a continuación.

Prueba de Torque y Potencia. La prueba de torque y potencia se realiza en un banco de pruebas conocido como dinamómetro, en el cual la rueda que tiene la tracción del motor gira sobre un rodillo libre y su medición se da a partir de la deformación de un resorte calibrado que permite establecer la potencia y torque del motor con gran precisión, los parámetros bajo los que se realizaron las pruebas se detallan en la tabla 14.

Tabla 14

Prueba de Torque y Potencia

Parámetros	Detalle
Equipo	Dinamómetro SAENZ BPVI



Condiciones

- Temperatura de trabajo de motor 75°C

Parámetros	Detalle
	<ul style="list-style-type: none"> Presión en neumáticos delanteros y traseros 22 psi, medidos en frío Tensión de cadena indicada por el fabricante 20 – 30 mm
Precisión	± (0,5 % + 0,1 kgm)
Lugar	Centro de capacitación y preparación automotriz “Redin Racing”

Prueba de emisión de gases contaminantes. La prueba de emisión de gases contaminantes se realiza a través de una sonda que se introduce en el silenciador del sistema de escape y se conecta a un equipo conocido como Opacímetro el cual es capaz de medir el porcentaje de volumen y partículas por millón de los gases contaminantes emitidos por el motor, los parámetros bajos los cuales se realizaron las pruebas se detallan en la tabla 15.

Tabla 15

Prueba de emisión de gases contaminantes

Parámetros	Detalle
Equipo	Analizador de gases QGA - 6000



Parámetros	Detalle
Condiciones	De acuerdo a la normativa NTE INEN 2204 se establece un tiempo de trabajo del motor de por lo menos 10 minutos en Ralentí o que la temperatura de aceite del cárter llegue a 75 °C.
Precisión	1 % en volumen y 1 ppm
Lugar	Centro de capacitación y preparación automotriz “Redin Racing”

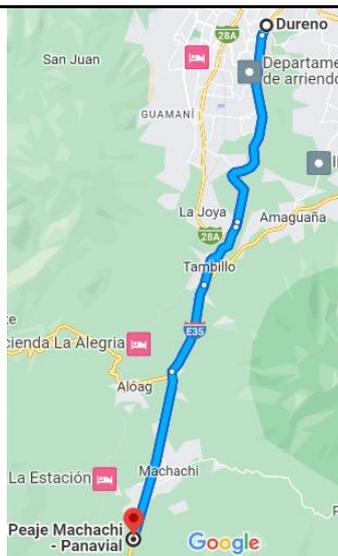
Prueba de consumo de combustible. La prueba de consumo de combustible se realizó emulando las condiciones de lo que sería un ciclo de conducción en autopista según (Oropeza, 2005) “un ciclo de manejo es un perfil de velocidades [...], que representa una forma típica de conducir en una ciudad o autopista”, por lo cual en la tabla 16 se detallan los parámetros bajo los cuales se realizaron las pruebas.

Tabla 16

Prueba de consumo de combustible

Parámetros	Detalle
Ruta	Av. Simón Bolívar/Panamericana E35

Parámetros	Detalle
------------	---------



Distancia	64,4 km
Ocupante	Piloto 110 kg, sin copiloto
Tiempo	54 min
Combustible	500 ml
Lugar de pruebas	Provincia de Pichincha
Tramos	<p>Tramo 1</p> <p>Mirador – Entrada Tambillo</p> <p>Tramo 2</p> <p>Entrada Tambillo – Entrada Alóag</p> <p>Tramo 3</p> <p>Entrada Alóag – Peaje de Machachi</p> <p>Tramo 4</p>

Parámetros	Detalle
	Peaje de Machachi – Entrada Alóag
	Tramo 5
	Entrada Alóag – Entrada Tambillo
	Tramo 6
	Entrada tambillo – Mirador

Pruebas Iniciales de la Motocicleta

Para obtener una idea sobre el estado inicial del motor lo óptimo resulta realizar un conjunto de pruebas que permitan cuantificar los parámetros característicos del motor con el fin de establecer el punto de partida para el análisis comparativo sobre la variación de potencia que cada elemento mecánico de alto desempeño aporte, los ensayos se detallan a continuación.

Ensayo de Torque y Potencia. El resultado de los ensayos de Torque y potencia se observan en la tabla 17.

Tabla 17

Ensayo de torque y potencia Inicial

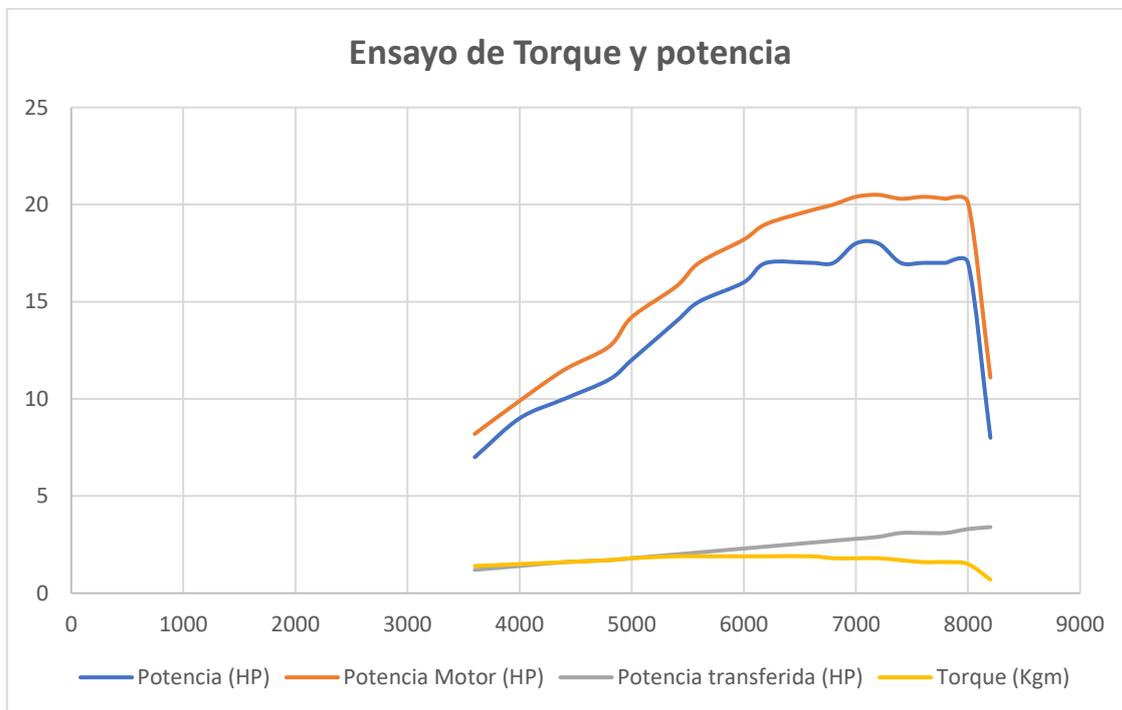
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia transferida (HP)	Torque (Kg*m)
3600	7	8,2	1,2	1,4
4000	9	9,9	1,4	1,5
4400	10	11,5	1,6	1,6
4800	11	12,7	1,7	1,7

RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia transferida (HP)	Torque (Kg*m)
5000	12	14,2	1,8	1,8
5400	14	15,8	2	1,9
5600	15	17	2,1	1,9
6000	16	18,2	2,3	1,9
6200	17	19	2,4	1,9
6600	17	19,7	2,6	1,9
6800	17	20	2,7	1,8
7000	18	20,4	2,8	1,8
7200	18	20,5	2,9	1,8
7400	17	20,3	3,1	1,7
7600	17	20,4	3,1	1,6
7800	17	20,3	3,1	1,6
8000	17	20,1	3,3	1,5
8200	8	11,1	3,4	0,7

En la figura 46 se puede observar las curvas producidas por los parámetros característicos del motor en los que se observa las distintas variables medidas tales como la potencia, potencia de motor, potencia transferida y el torque.

Figura 46

Curvas de ensayo de torque y potencia inicial



Nota. Se muestran las curvas producidas en el ensayo de torque y potencia

En la tabla 18 se muestra de manera simplificada los valores máximos y promedio de las variables antes mencionadas.

Tabla 18

Valores máximos y promedio del ensayo de torque y potencia

Variable	RPM	Máximo	Promedio
Potencia	7000	18	14
Torque	5400	1,9	1,9
Potencia transferida	8200	3,4	2
Potencia Motor	7200	20,5	15,8

Ensayo de Emisión de Gases Contaminantes. La tabulación de los resultados del ensayo de emisión de gases contaminantes se detalla en la tabla 19.

Tabla 19

Ensayo de emisión de gases inicial

Emisión de gases contaminantes						
CO (%)	HC (ppm)	CO₂ (%)	O₂ (%)	Lambda	AFR	H/C
3,79	115	8,4	4,81	1,121	16,4	1,85

Ensayo de Consumo de Combustible. La tabulación del ensayo de consumo de combustible se muestra en la tabla 20.

Tabla 20

Ensayo de consumo de combustible

N° de tramo	Distancia Total (km)	Duración (min)	Velocidad media (km/h)
Tramo 1	13	10:50	72,2
Tramo 2	10,5	8:32	75
Tramo 3	8,5	7:05	70,83
Tramo 4	12,3	8:24	87,85
Tramo 5	11,1	10:12	65,29
Tramo 6	13,4	12:06	67

Como se observa en la tabla 20 sobre el ensayo de consumo de combustible inicial se han realizado 6 tramos con la misma cantidad de combustible lo que promedia un consumo de 500 ml por cada 11,467 km recorridos, teniendo un consumo de 22,934 km/Lt

Pruebas con Kits de Elementos Mecánicos de Alto Rendimiento

A continuación, se muestran los resultados de la variación de los parámetros característicos del motor, tras la implementación de varios de los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento.

Pruebas con Kit de Arrastre de Alto Rendimiento. Con la primera modificación es necesario tomar datos sobre como el empleo del kit de arrastre de alto desempeño influye sobre los parámetros característicos del motor, de esta manera se realizan las mismas pruebas en similares condiciones con el fin de tabular los datos para su posterior análisis.

Puesta a Punto del Kit de Arrastre de Alto Rendimiento. Para poner a punto el kit de arrastre de alto rendimiento se toma como referencia la tabla de ajuste del sistema de transmisión, sin embargo, es necesario ampliar la tolerancia que tiene la cadena con respecto al basculante aumentándola en un rango de 50 a 70 mm debido a que va a tener un mayor recorrido la suspensión trasera, como se puede observar en la figura 47.

Figura 47

Regulación de cadena



Nota. Se muestra la regulación del sistema de transmisión del kit de arrastre de alto rendimiento

Comparativa de Elementos Mecánicos. Es necesario realizar una comparativa de los elementos mecánicos, ya que los mismos influyen sobre los parámetros característicos del motor, en este caso sobre la relación de transmisión por lo cual es necesario calcular este dato.

Relación de Transmisión. Ya que el kit de arrastre influye directamente sobre la relación de transmisión entre el piñón motriz y el sprocket es necesario realizar el cálculo de la nueva relación de transmisión como se observa en la tabla 21.

Tabla 21

Comparativa de la relación de transmisión

Comparativa de elementos mecánicos		
	Estándar	Alto rendimiento
N° de dientes piñón	14	13
N° de dientes Corona	39	50
N° de eslabones en cadena	104	115
Relación de transmisión	$i = \frac{N_{conducido}}{N_{conductor}}$	$i = \frac{N_{conducido}}{N_{conductor}}$
	$i = \frac{39}{14}$	$i = \frac{50}{13}$
	$i = 2,785$	$i = 3,846$

Ensayo de Torque y Potencia. Al igual con los ensayos iniciales la medición se realiza en un banco de pruebas y los resultados se muestran en la tabla 22.

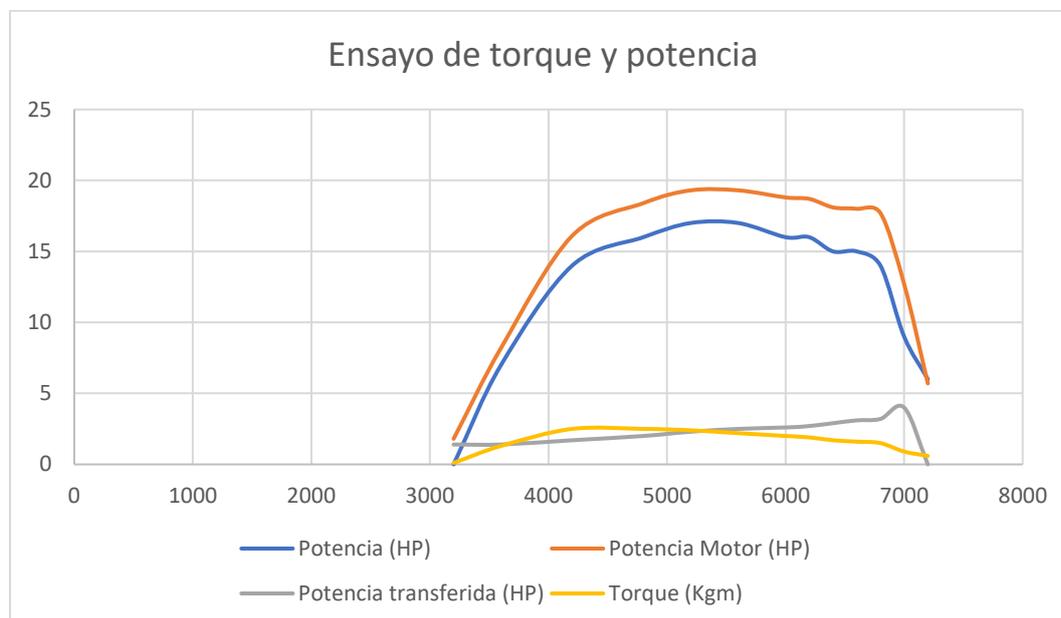
Tabla 22*Ensayo de torque y potencia con kit de arrastre*

RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia transferida (HP)	Torque (Kg*m)
3200	0	1,8	1,4	0,1
3600	7	8,2	1,4	1,3
4200	14	16,1	1,7	2,5
4800	16	18,4	2	2,5
5200	17	19,3	2,3	2,4
5600	17	19,3	2,5	2,2
6000	16	18,8	2,6	2
6200	16	18,7	2,7	1,9
6400	15	18,1	2,9	1,7
6600	15	18	3,1	1,6
6800	14	17,7	3,2	1,5
7000	9	12,7	4	0,9
7200	6	5,7	0	0,6

En la figura 48, se muestra las curvas producidas por el ensayo de torque y potencia con el kit de arrastre de alto rendimiento.

Figura 48

Curvas de ensayo de torque y potencia



Nota. Se muestran las curvas producidas en el ensayo de torque y potencia

De igual manera se presenta de forma simplificada los datos más relevantes con respecto al trazado de las curvas de potencia empleando el kit de arrastre de alto desempeño como se observa en la tabla 23.

Tabla 23

Valores máximos y promedio del ensayo de torque y potencia

Variable	RPM	Máximo	Promedio
Potencia	5200	17	14
Torque	4200	2,5	1,6
Potencia transferida	7000	4,0	2,6
Potencia Motor	5200	19,3	16,1

Ensayo de Emisión de Gases Contaminantes. De igual manera es necesario obtener datos sobre la emisión de gases contaminantes y como el montaje del kit de arrastre de alto rendimiento influye en los parámetros característicos del motor, como se puede observar en la tabla 24.

Tabla 24

Ensayo de emisión de gases contaminantes

Emisión de gases contaminantes						
CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Lambda	AFR	H/C
6,07	333	10	2,59	0,922	13,5	1,85

Ensayo de Consumo de Combustible. Es necesario medir el consumo de combustible ya que el kit de arrastre de alto rendimiento influye directamente sobre el consumo de combustible en el motor al afectar sobre la relación de transmisión, la tabulación de datos se muestra en la tabla 25.

Tabla 25

Ensayo de consumo de combustible

N° de tramo	Distancia Total (km)	Duración (min)	Velocidad media (km/h)
Tramo 1	11,7	9:26	73,12
Tramo 2	10,1	8:54	67,33
Tramo 3	8,8	8:45	58,67
Tramo 4	11,4	9:22	71,25
Tramo 5	9,1	8:12	70

N° de tramo	Distancia Total (km)	Duración (min)	Velocidad media (km/h)
Tramo 6	8,3	6:49	75,45

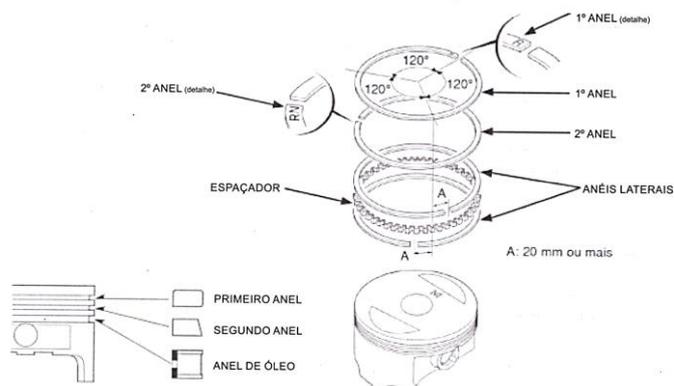
Como se observa en la tabla 25, se ha tabulado el consumo de combustible de 6 tramos, el emplear el kit de arrastre de alto desempeño empleando de igual manera la misma cantidad de combustible se logró determinar que existe un se puede avanzar de 9,9 km por cada 500 ml de combustible, teniendo un consumo de 19,8 km/Lt.

Pruebas con Kit de Cilindro Pistón de Alto Rendimiento. Al montar el kit de cilindro y pistón de alto rendimiento es necesario de igual manera obtener datos cuantitativos sobre como el mismo afecta a los parámetros característicos del motor, además de otros aspectos como su puesta a punto y comparativa con los elementos estándar montados por el fabricante.

Puesta a Punto de Kit de Cilindro Pistón de Alto Rendimiento. Para la puesta a punto del kit de cilindro y pistón, es necesario tomar en cuenta las especificaciones de ensamble establecidas por el fabricante del kit de alto rendimiento, con el fin de obtener un óptimo funcionamiento del mismo.

Figura 49

Instalación pistón



Nota. Vedamotors. (pág. 1), Servicio de publicaciones Vedamotors, (2023)

Como se observa en la figura 50, el conjunto de pistón se monta de acuerdo a lo especificado por el fabricante, es decir los anillos de compresión separados por 120° al igual que los anillos de lubricación los cuales se separan 20 mm con respecto al ángulo de 120° .

Figura 50

Inspección previa al montaje



Nota. Se muestra la inspección previa al montaje del motor

Con el fin de verificar que no exista ningún problema con respecto al funcionamiento posterior del motor es necesario poner el pistón en PMS, y en los puntos de sincronización del motor tanto de la cadena de distribución como del volante magnético, para el ensamblaje del motor de forma correcta como lo dicta el manual de fabricante.

Para obtener un óptimo funcionamiento del motor posterior al ensamble del conjunto de cilindro y pistón de alto rendimiento, es necesario realizar un asentamiento de las nuevas piezas mecánicas, realizando un recorrido en la motocicleta de por lo menos 1000 km que servirán para el acople de las mismas en el correcto funcionamiento del tren alternativo.

Comparativa de Elementos Mecánicos. Para el análisis es necesario realizar una comparativa de los elementos mecánicos de alto rendimiento con los estándares, con el fin de establecer las diferencias existentes entre los mismos ya que en el caso del cilindro y pistón son elementos mecánicos esenciales en el funcionamiento del tren alternativo, por lo cual su remplazo influye directamente sobre los parámetros característicos del motor.

Masa del Pistón. De las características esenciales en el conjunto pistón a parte de su diseño y funcionamiento es la masa del mismo, ya que la misma puede determinar el régimen máximo de revoluciones a la que se producirá la potencia máxima del motor, por lo cual es importante conocer este dato, el cálculo de estos aspectos se observa en la tabla 26.

Tabla 26

Comparativa de la masa del pistón

	Comparativa de la masa del pistón	
	Pistón estándar	Pistón de alto rendimiento
Imagen		
Masa	255 gr	311 gr
Régimen máximo de potencia	5200 rpm	$b_2 = b_1 * \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

Comparativa de la masa del pistón

$$b_2 = 5200 \text{ rpm} * \sqrt{\frac{255}{311}}$$

$$b_2 = 4393.389 \text{ rpm}$$

Cilindraje. La consecuencia directa del remplazo del kit de cilindro pistón por uno de alto rendimiento es el aumento de cilindraje y por ende la capacidad volumétrica del mismo por lo que es necesario calcular los parámetros en los que este incremento afecta, como se observa en la tabla 27.

Tabla 27

Comparativa de cilindro

	Comparativa de cilindro	
	Cilindro estándar	Cilindro de alto rendimiento
	$A = \frac{\pi * D^2}{4}$	$A = \frac{\pi * D^2}{4}$
	$A = \frac{\pi * (72,56mm)^2}{4}$	$A = \frac{\pi * (78,74mm)^2}{4}$
Área del pistón	$A = 4135,084 \text{ mm}^2$	$A = 4869,459 \text{ mm}^2$
		$A = 48,694 \text{ cm}^2$
	$A = 41,351 \text{ cm}^2$	
	$V_e = \frac{e * \pi * D^2}{4}$	$V_e = \frac{C * \pi * D^2}{4}$
Volumen de empaque	$V_e = \frac{1mm * \pi * (73,12mm)^2}{4}$	$V_e = \frac{1,12mm * \pi * (79,32mm)^2}{4}$

Comparativa de cilindro		
	$V_e = 4199,150mm^3$	$V_e = 5534,435mm^3$
	$V_e = 4,199 cm^3$	$V_e = 5.534 cm^3$
	$V = \frac{C * \pi * D^2}{4}$	$V = \frac{C * \pi * D^2}{4}$
Cilindrada	$V = \frac{59,5mm * \pi * (72,56mm)^2}{4}$	$V = \frac{59,5mm * \pi * (78,74mm)^2}{4}$
unitaria	$V = 246037,551mm^3$	$V = 289732,803$
	$V = 246,037 cm^3$	$V = 289,732 cm^3$

Relación de Compresión. Al aumentar la capacidad volumétrica del cilindro es necesario realizar el cálculo de la relación de compresión existente entre el volumen del cilindro y el de la cámara de combustión, de esta manera es necesario realizar la medición del volumen de la cámara, como se observa en la figura 51.

Figura 51

Medición de volumen de la cámara de combustión



Nota. Se muestra la medición del volumen de la cámara de combustión a través del uso del líquido trazador

Este dato se mide a través de la inyección de un fluido trazador que permite observar cual es el volumen de la cámara de combustión, el volumen medido es de 29 cc, el cálculo de la relación de compresión se observa en la Tabla 28.

Tabla 28

Comparativa relación de compresión

	Comparativa de la relación de compresión	
	Kit estándar	Kit de alto rendimiento
Presión de compresión		
	$P_c = 125 \text{ psi}$	$P_c = 150 \text{ psi}$
Relación de compresión	$R = \frac{V + V'}{V'}$	$R = \frac{V + V'}{V'}$

Comparativa de la relación de compresión

$$R = \frac{4,199 + 246,037 + 29}{29}$$

$$R = 9,61$$

$$9,61:1$$

$$R = \frac{5.534 + 289,732 + 29}{29}$$

$$R = 11,181$$

$$11,1:1$$

Como se observa en la tabla 28, la relación de compresión en el motor ha tenido un aumento importante, por lo cual es necesario emplear un combustible de mayor octanaje que pueda ayudar en el rendimiento de la motocicleta, en la tabla 29 se muestran los valores referenciales de octanaje según la relación de compresión en un motor de combustión.

Tabla 29

Valores referenciales de octanaje según la relación de compresión

Relación de compresión	Combustible	Octanaje promedio
Menor a 6	Kerosene	60
5,0 – 8,5	Gasolina 84	84
8,0 – 9,5	Gasolina 90	90
9,0 – 10,5	Gasolina 95	95
9,5 – 11,0	Gasolina 97	97
10 – 11,0	Gasolina 98	98
10,5 – 11,0	Alcohol carburante	105
10,5 – 11,5	GLP	110

Relación de compresión	Combustible	Octanaje promedio
11,0 – 11,5	GNV	120

Nota. Tomado de Manual de combustibles alternativos y tecnología automotriz (pág. 115), por Goñi & Rojas (2017).

Debido a la relación de compresión de 11,1:1 del motor, es necesario implementar combustible de mayor octanaje para evitar problemas en el motor tales como detonaciones o vibraciones excesivas según (Bosch, 2002) “en caso de producirse detonaciones durante largo tiempo, las ondas de presión y la elevada carga térmica pueden ocasionar daños mecánicos en el motor”.

Ensayo de Torque y Potencia. El kit de cilindro y pistón al ser elementos que forman parte del tren alternativo afectan el funcionamiento del motor, la tabulación de los parámetros característicos del motor se muestra en la tabla 30.

Tabla 30

Ensayo de torque y potencia

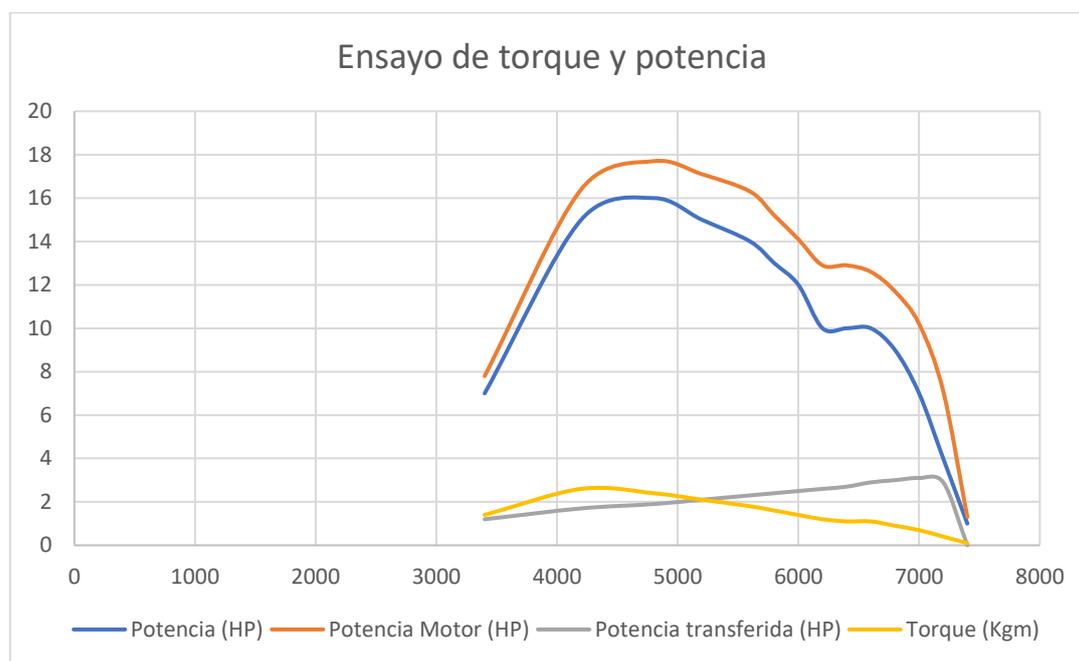
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia transferida (HP)	Torque (Kg*m)
3400	7	7,8	1,2	1,4
4200	15	16,4	1,7	2,6
4800	16	17,7	1,9	2,4
5200	15	17,1	2,1	2,1
5600	14	16,3	2,3	1,8
5800	13	15,2	2,4	1,6
6000	12	14,1	2,5	1,4
6200	10	12,9	2,6	1,2
6400	10	12,9	2,7	1,1

RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia transferida (HP)	Torque (Kg*m)
6600	10	12,6	2,9	1,1
6800	9	11,7	3	0,9
7000	7	10,2	3,1	0,7
7200	4	7,1	2,9	0,4
7400	1	1,3	0	0,1

En la figura 52, se muestran las curvas de los parámetros característicos producidas tras el ensayo de torque y potencia empleando el kit de cilindro y pistón de alto rendimiento.

Figura 52

Ensayo de torque y potencia



Nota. Se muestran las curvas de los parámetros característicos del motor

En la tabla 31, se muestra la tabla resumida de los valores máximos y mínimos de los parámetros característicos del motor empleando el kit de cilindro y pistón de alto rendimiento.

Tabla 31

Valores máximos y promedio del ensayo de torque y potencia

Variable	RPM	Máximo	Promedio
Potencia	4800	16	9
Torque	4200	2,6	1,0
Potencia transferida	7000	3,1	2,4
Potencia Motor	4800	17,7	11,4

Ensayo de Emisión de Gases Contaminantes. En la tabla 32, se muestran los resultados del ensayo de gases contaminantes posterior a la implementación del kit de cilindro y pistón de alto rendimiento.

Tabla 32

Ensayo de gases contaminantes

Emisión de gases contaminantes						
CO (%)	HC (ppm)	CO₂ (%)	O₂ (%)	Lambda	AFR	H/C
5,08	379	8,1	3,44	0,981	14,4	1,85

Ensayo de Consumo de Combustible. En la tabla 33, se muestra la tabulación de los resultados del ensayo de consumo de combustible después del montaje del kit de cilindro y pistón de alto rendimiento.

Tabla 33*Ensayo de consumo de combustible*

N° de tramo	Distancia Total (km)	Duración (min)	Velocidad media (km/h)
Tramo 1	11,1	9:09	75
Tramo 2	12,3	11:06	64,73
Tramo 3	10,2	9:24	68
Tramo 4	12,2	10:31	67,78
Tramo 5	9,3	8:56	62
Tramo 6	9,6	9:10	64

Como se observa en la tabla 33, sobre el ensayo de consumo de combustible posterior al montaje del kit de cilindro y pistón de alto rendimiento, tabulando los 6 tramos con una cantidad de combustible equivalente a 500 ml por cada 10,783 km recorridos, teniendo un consumo de 21,566 km/Lt.

Pruebas con Kit de Árboles de Leva de Alto Rendimiento. El kit de árboles de leva de alto rendimiento presenta dos árboles de leva con perfiles de competición, los mismos tienen levas más grandes que permiten una alzada mayor de la válvula logrando así un alto ingreso de la mezcla de aire combustible hacia el motor, de esta manera a través de los ensayos de los parámetros característicos del motor, ruido y emisión de gases se puede observar la influencia del montaje de las mismas.

Puesta a punto de Kit de Árboles de Leva. La puesta a punto de los árboles de leva es muy importante debido a que los mismos cumplen una función muy importante dentro del motor como es la apertura y cierre de las válvulas del motor.

Debido a que el kit de árboles de leva de alto rendimiento, viene para instalarse con el punto de sincronización de los árboles de leva originales es necesario tomar extrema precaución para realizar el cambio de los mismos, como se observa en la figura 53, se muestra el punto de sincronizado de las barras de leva.

Figura 53

Punto de sincronización de árboles de leva



Nota. Se muestra el punto de sincronización para los árboles de leva de alto rendimiento

Como se observa es necesario señalar el punto de sincronización de la barra de leva y el piñón de sincronización, posterior a este marcado se realiza la extracción del piñón para su posterior ensamblaje en la barra de levas de competición, se muestra en la figura 54.

Figura 54

Extracción del piñón de sincronización de árbol de levas



Nota. Se muestra el piñón de sincronización y la marca para el árbol de levas de alto rendimiento

El ensamblaje del piñón de sincronización y la barra de levas se debe realizar tomando en cuenta la marca las marcas antes trazadas cuidando que las mismas coincidan de tal manera que posterior a su ensamblaje no exista perdidas de rendimiento en el motor, como se observa en la figura 55.

Figura 55

Ensamblaje de árbol de leva de alto rendimiento



Nota. Se muestra el árbol de levas de alto rendimiento ensamblado

Este procedimiento se debe realizar con ambos árboles de leva como se observa en la figura 56, y su sincronización se realiza de igual forma a la especificada por el fabricante ya que emplean el mismo piñón y sincronización de los árboles de leva estándar.

Figura 56

Ensamblaje de árboles de leva de alto rendimiento



Nota. Se muestran los árboles de leva previo al montaje

Comparativa de Elementos Mecánicos. Los árboles de leva de alto rendimiento presentan diferentes dimensiones en comparación a los árboles de leva estándar, por lo cual es necesario medir y comparar esta diferencia que hace que se incrementen los parámetros característicos del motor.

Dimensiones. La diferencia más notoria entre los árboles de leva estándar y los de alto rendimiento son sus dimensiones, ya que las levas de alto rendimiento presentan un diámetro de círculo base ligeramente más grande, además de una longitud de cresta mayor, lo que permite un mayor alzado de las levas, como se muestra en la tabla 34.

Tabla 34

Comparativa de dimensiones de árboles de leva

Comparativa de dimensiones de árboles de leva		
	Árboles de leva estándar	Kit de árboles de leva de alto rendimiento
Imagen		
Diámetro de círculo base	Admisión: 29 mm Escape: 29 mm	Admisión: 29 mm Escape: 29 mm
Longitud de cresta	Admisión: 37 mm Escape: 37 mm	Admisión: 38 mm Escape: 38 mm
Cálculo de alzada	$A = C - B$	$A = C - B$

Comparativa de dimensiones de árboles de levas

$$A = 37 - 39$$

$$A = 38 - 29$$

$$A = 8 \text{ mm}$$

$$A = 9 \text{ mm}$$

Ángulos de Apertura y Cierre de Válvulas. Los ángulos de apertura y cierre de las válvulas permiten graficar el diagrama de distribución del motor, para determinar cuándo se abren y cierran las válvulas lo que permite establecer cuantos grados las válvulas están abiertas.

Para lograr medir los ángulos antes mencionados es necesario emplear un disco graduado que se conecta al cigüeñal y que gira solidaria a este, para la medición es importante establecer la sincronización del motor en el PMS como se observa en la figura 57.

Figura 57

Punto de sincronización del motor con disco graduado



Nota. Se muestra la identificación el punto de sincronización del motor

Tomando como referencia la sincronización del motor es posible medir los ángulos de apertura y cierre de las válvulas de admisión como de escape empleando el reloj palpador sobre el taque de las válvulas, como se observa en la figura 58, y su tabulación se muestra en la tabla 35.

Figura 58

Medición de ángulos de válvulas



Nota. Se muestra la medición de los ángulos de válvulas empleando el reloj palpador

Tabla 35

Comparativa de ángulos de apertura y cierre de válvulas

Comparativa de ángulos de apertura y cierre de válvulas		
	Árboles de leva estándar	Kit de árboles de leva de alto rendimiento
Adelanto a la apertura de admisión (AAA)	25° APMS	17° APMS

Comparativa de ángulos de apertura y cierre de válvulas

Retraso al cierre de admisión (RCA)	15° DPMI	40° DPMI
Alzada máxima medida	8,07 mm	9,09 mm
Duración de admisión	$\alpha_{VA} = \alpha_{Aa} + 180^\circ + \alpha_{Ac}$ $\alpha_{VA} = 25 + 180 + 15$ $\alpha_{VA} = 220^\circ$	$\alpha_{VA} = \alpha_{Aa} + 180^\circ + \alpha_{Ac}$ $\alpha_{VA} = 17 + 180 + 40$ $\alpha_{VA} = 237^\circ$
Tiempo de apertura de válvulas	$t_{VA} = \frac{\alpha_{VA}}{6 * n}$ $t_{VA} = \frac{220}{6 * 5000}$ $t_{VA} = 0,0073$	$t_{VA} = \frac{\alpha_{VA}}{6 * n}$ $t_{VA} = \frac{237}{6 * 5000}$ $t_{VA} = 0,0079$
Adelanto a la apertura de escape (AAE)	55° AMPI	38° APMI
Retraso al cierre de escape (RCE)	15° APMS	13° DPMS
Alzada máxima medida	8,02 mm	9,06 mm
Duración de escape	$\alpha_{VE} = \alpha_{Ea} + 180^\circ + \alpha_{Ec}$ $\alpha_{VE} = 55^\circ + 180 - 15$ $\alpha_{VE} = 220^\circ$	$\alpha_{VE} = \alpha_{Ea} + 180^\circ + \alpha_{Ec}$ $\alpha_{VE} = 38 + 180 + 13$ $\alpha_{VE} = 231^\circ$
Tiempo de apertura de válvulas	$t_{VE} = \frac{\alpha_{VA}}{6 * n}$ $t_{VE} = \frac{220}{6 * 5000}$	$t_{VE} = \frac{\alpha_{VA}}{6 * n}$ $t_{VE} = \frac{231}{6 * 5000}$

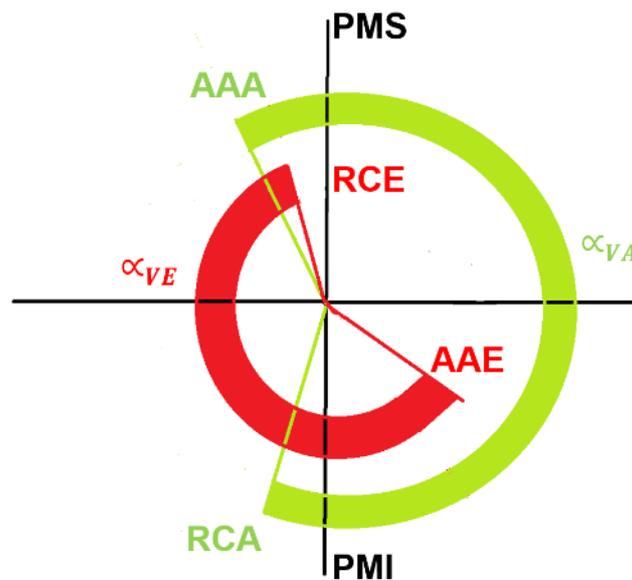
Comparativa de ángulos de apertura y cierre de válvulas

	$t_{VE} = 0,0073$	$t_{VE} = 0,0077$
Angulo de cruce de válvulas	70°	78°

En la figura 59, se muestra el diagrama de distribución empleando los árboles de leva estándar del motor.

Figura 59

Diagrama de distribución árboles de leva estándar

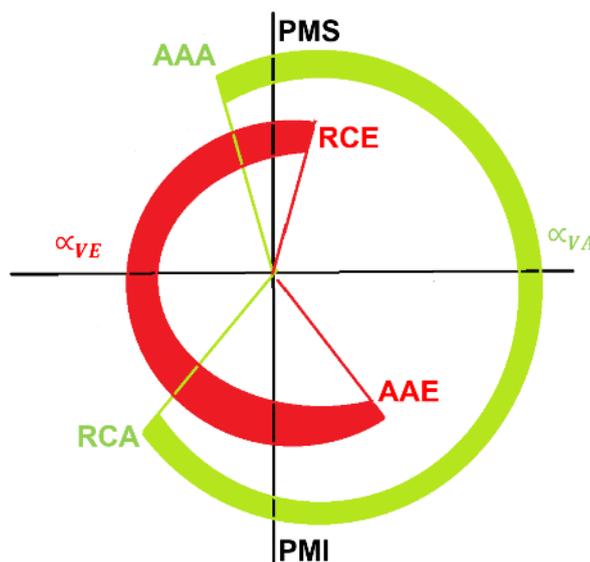


Nota. Se muestra el diagrama de distribución del motor estándar

En la figura 60, se muestra el diagrama de distribución empleado los árboles de leva de alto rendimiento.

Figura 60

Diagrama de distribución árboles de leva de alto rendimiento



Nota. Se muestra el diagrama de distribución empleando el kit de árboles de leva de alto rendimiento

Ensayo de Torque y Potencia. En la tabla 36, se muestran la tabulación de los resultados obtenidos del ensayo de torque y potencia empleando los árboles de leva de alto rendimiento en el motor.

Tabla 36

Ensayo de torque y potencia

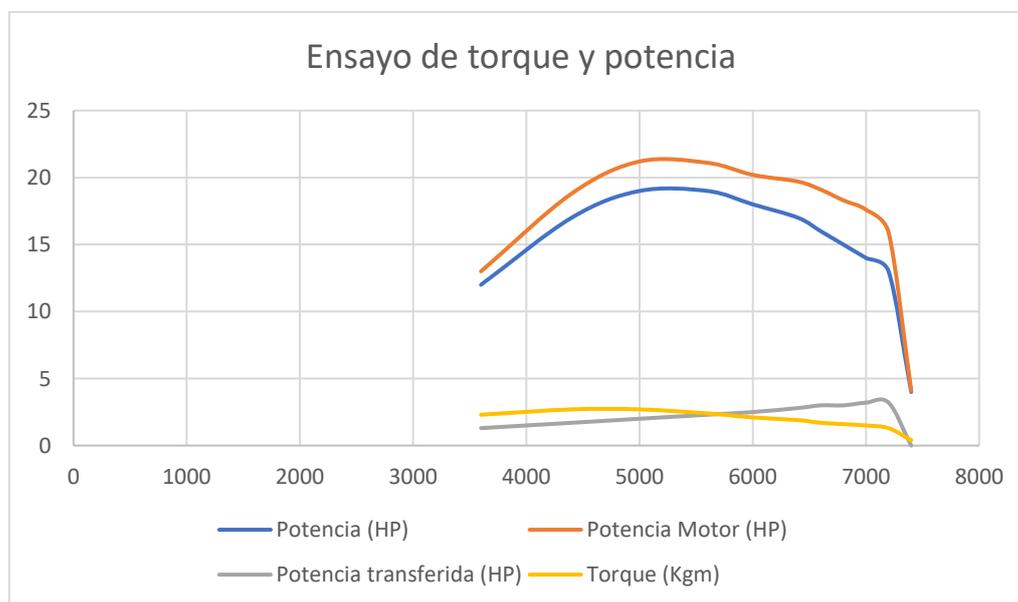
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia transferida (HP)	Torque (Kg*m)
3600	12	13	1,3	2,3
4400	17	18,8	1,7	2,7
5000	19	21,2	2	2,7
5600	19	21,1	2,3	2,4
6000	18	20,2	2,5	2,1

RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia transferida (HP)	Torque (Kg*m)
6400	17	19,7	2,8	1,9
6600	16	19,1	3	1,7
6800	15	18,3	3	1,6
7000	14	17,6	3,2	1,5
7200	13	15,9	3,2	1,3
7400	4	4,1	0	0,4

Se muestra las curvas de torque y potencia producidas por el motor de combustión empleando el kit de árboles de leva, como se observa en la figura 61.

Figura 61

Ensayo de torque y potencia



Nota. Se muestran las curvas de los parámetros característicos del motor

En la tabla 37 se muestra una compilación de los valores máximos y promedios de los parámetros característicos del motor posterior a la implementación de los árboles de leva de alto rendimiento

Tabla 37

Valores máximos y promedio del ensayo de torque y potencia

Variable	RPM	Máximo	Promedio
Potencia	5000	19	14
Torque	4400	2,7	1,6
Potencia transferida	7000	3,2	2,5
Potencia Motor	5000	21,2	17,0

Ensayo de Emisión de Gases Contaminantes. En la tabla 38, se muestra la tabulación del ensayo de emisión de gases contaminantes en la que se observa la tabulación de los gases emitidos por el sistema de escape de la motocicleta.

Tabla 38

Ensayo de emisión de gases contaminantes

Emisión de gases contaminantes						
CO (%)	HC (ppm)	CO₂ (%)	O₂ (%)	Lambda	AFR	H/C
1,20	366	8,0	9,00	1,573	23,1	1,85

Ensayo de Consumo de Combustible. En la tabla 39, se muestra la tabulación del ensayo de consumo de combustible, partiendo desde el cambio de los árboles de leva de alto rendimiento en el motor.

Tabla 39*Ensayo de consumo de combustible*

N° de tramo	Distancia Total (km)	Duración (min)	Velocidad media (km/h)
Tramo 1	10,5	8:23	70
Tramo 2	12,1	10:14	71,17
Tramo 3	9,2	8:25	65,71
Tramo 4	11,0	9:52	64,7
Tramo 5	10,2	8:05	72,85
Tramo 6	9,4	7:19	78,33

Como se observa en la tabla 39, sobre el ensayo de consumo de combustible posterior al montaje del kit de árboles de leva de alto rendimiento, tabulando los 6 tramos con una cantidad de combustible equivalente a 500 ml por cada 10,4 km recorridos, teniendo un consumo de 20,8 km/Lt.

Pruebas con Kit de Sistema de Escape. El kit de escape de alto rendimiento a diferencia del escape estandar de fabrica, presenta mejores características en cuanto al flujo de los gases no combustionados hacia el ambiente, por lo cual tras su implementación es necesario realizar las pruebas pertinentes para observar su influencia en el rendimiento del motor de combustión interna

Puesta a punto del kit de sistema de escape. A diferencia de los anteriores kit de alto rendimiento el kit de escape presenta una relativa fácil instalación, por lo cual su puesta a punto no presenta mayor dificultad.

Como se observa en la figura 62, para la instalacion de la curva de escape es unicamente necesario realizar el anclaje hacia la salida de los gases de escape ubicada en la culata del motor y realizar el torque necesario para evitar fugas de gases de escape.

Figura 62

Anclaje a culata



Nota. Se muestra en la la union de la curva del escape con el cabezote

Con respecto a la puntera o silenciador unicamente es necesario realizar el correcto anclaje de la curva en los puntos de union con el chasis, ademas de encajar perfectamente la puntera con la curva del escape debido a que este no tiene una abrazadera externa que ayude a su union por lo cual es un punto critico ya que podria producirse la salida de gases no contaminados por la union del sistema de escape, como se observa en la figura 63.

Figura 63*Unión de curva y silenciador*

Nota. Se muestra la junta de la curva de escape y el silenciador

Comparativa de Elementos Mecánicos. Al poseer distintas capacidades es necesario entender las diferencias que existen entre un sistema de escape normal en comparación con uno de alto rendimiento por lo cual se realiza el siguiente análisis.

Masas del Sistema de Escape. En la tabla 40, se muestra una medición de las masas de la curva y el silenciador de ambos sistemas de escape siendo una de las diferencias más notables entre el sistema original y el de alto rendimiento.

Tabla 40*Comparativa de masa de los sistemas de escape*

Comparativa de masas de los sistemas de escape		
	Sistema de escape estándar	Kit de sistema de escape
Material de fabricación	Acero	Aluminio Aeronáutico y Acero Inoxidable 304

Comparativa de masas de los sistemas de escape

Imagen**Masa de la curva**

2,110

0,820 kg

Imagen**Masa de la puntera**

5,865 kg

1,770 kg

Dimensiones del Sistema de Escape. De los aspectos a tomar en cuenta para determinar la influencia del sistema de escape en el funcionamiento del motor es la medida de sus dimensiones, resulta ser algo muy importante debido a lo relevante que es optimizar este sistema para un óptimo flujo de los gases de no combustionados, el cálculo se observa en la tabla 41.

Tabla 41

Comparativa de dimensiones del sistema de escape

Comparativa de dimensiones del sistema de escape		
	Sistema de escape estándar	Kit de sistema de escape
Longitud de curva de escape	$L_c = \frac{13000 * \alpha_{VE}}{rpm * 6}$	$L_c = \frac{13000 * \alpha_{VE}}{rpm * 6}$
	$L_c = \frac{13000 * 220}{7400 * 6}$	$L_c = \frac{13000 * 231}{7400 * 6}$
	$L_c = 64,414 \text{ cm}$	$L_c = 67,635 \text{ cm}$
	Para curva de escape	Para curva de escape
	$L_c = 70,885 \text{ cm}$	$L_c = 74,399 \text{ cm}$
Medida de la curva de escape	86,3 cm	72,3cm
Diámetro del conducto de la curva de escape	$D = 2 \sqrt{\frac{V_c * 2}{L_c * \pi}}$	$D = 2 \sqrt{\frac{V_c * 2}{L_c * \pi}}$
	$D = 2 \sqrt{\frac{246,037 * 2}{64,414 * \pi}}$	$D = 2 \sqrt{\frac{289,732 * 2}{67,635 * \pi}}$
	$D = 3,118 \text{ cm}$	$D = 3,303 \text{ cm}$
	$D = 31,18 \text{ mm}$	$D = 33,03 \text{ mm}$
Medida del diámetro del conducto de la curva de escape	38,46 mm	37,26 mm

Emisión de Ruido. Un aspecto importante a tomar en cuenta sobre la implementación de un sistema de escape alto rendimiento es el ruido que puede emitir ya que generalmente estos sistemas ayudan a un mejor flujo de gases contaminantes hacia el exterior sin tomar en cuenta el amortiguamiento de las ondas provenientes del motor, por lo cual es necesaria su medición, esta se puede observar en la tabla 42.

Tabla 42

Comparativa de emisión de ruido

	Comparativa de emisión de ruido	
	Sistema de escape estándar	Kit de sistema de escape de alto rendimiento
Figura		
Ralentí	77,7	88,9
Media revolución	92,8	105,3
Altas revoluciones	106,4	121,3

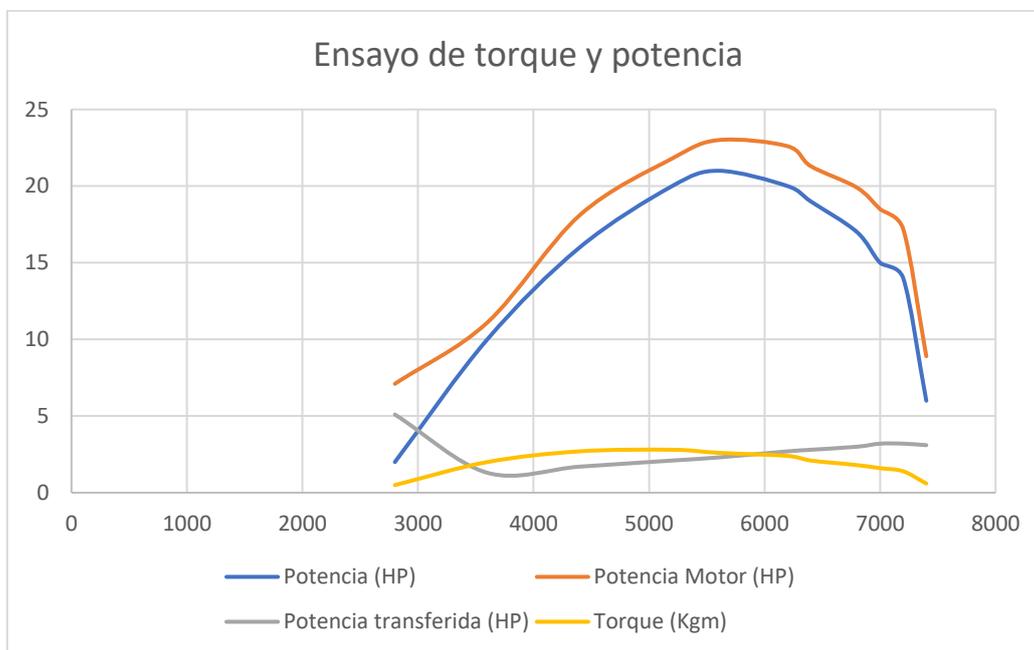
Ensayo de Torque y Potencia. En la tabla 43, se muestran la tabulación de los resultados obtenidos del ensayo de torque y potencia empleando el kit de sistema de escape de alto rendimiento en el motor.

Tabla 43

Ensayo de torque y potencia

RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia transferida (HP)	Torque (Kg*m)
2800	2	7,1	5,1	0,5
3600	10	11,1	1,3	2
4400	16	18,1	1,7	2,7
5200	20	21,8	2,1	2,8
5600	21	23	2,3	2,6
6200	20	22,6	2,7	2,4
6400	19	21,3	2,8	2,1
6800	17	19,9	3	1,8
7000	15	18,5	3,2	1,6
7200	14	17,2	3,2	1,4
7400	6	8,9	3,1	0,6

En la figura 64, se muestra el trazado de las curvas de los parámetros característicos del motor es decir torque y potencia, posterior a la implementación de el kit de sistema de escape de alto rendimiento.

Figura 64*Ensayo de torque y potencia*

Nota. Se muestran las curvas de los parámetros característicos del motor

En la tabla 44, se muestra un compilado de los datos más relevantes del ensayo de torque y potencia posterior al ensamble del kit de sistema de escape de alto rendimiento.

Tabla 44

Valores máximos y promedio del ensayo de torque y potencia

Variable	RPM	Máximo	Promedio
Potencia	5000	21	16
Torque	5200	2,8	1,8
Potencia transferida	2800	5,1	2,9
Potencia Motor	5600	23,0	18,8

Ensayo de Emisión de Gases Contaminantes. En la tabla 45, se muestra la tabulación del ensayo de emisión de gases contaminantes en la que se observa la tabulación de los gases emitidos por el sistema de escape de alto rendimiento.

Tabla 45

Ensayo de emisión de gases contaminantes

Emisión de gases contaminantes						
CO (%)	HC (ppm)	CO₂ (%)	O₂ (%)	Lambda	AFR	H/C
3,23	208	9,1	2,63	1,016	14,9	1,85

Ensayo de Consumo de Combustible. En la tabla 46, se muestra la tabulación del ensayo de consumo de combustible, partiendo desde la implementación de el kit de sistema de escape.

Tabla 46

Ensayo de consumo de combustible

N° de tramo	Distancia Total (km)	Duración (min)	Velocidad media (km/h)
Tramo 1	11,3	10:06	59,47
Tramo 2	11,0	10:04	57,89
Tramo 3	9,8	8:22	70
Tramo 4	11,1	9:11	74
Tramo 5	10,1	8:01	77,69
Tramo 6	8,7	6:50	79,09

Como se observa en la tabla 47, sobre el ensayo de consumo de combustible posterior al montaje del kit de árboles de leva de alto rendimiento, tabulando los 6 tramos con una cantidad de combustible equivalente a 500 ml por cada 10,333 km recorridos, teniendo un consumo de 20,666 km/Lt.

Capítulo V

Analisis de Resultados

Kit de Arrastre

Para entender los efectos sobre los parametros caracteristicos del motor XR250, tras el montaje del kit de arrastre de alto rendimiento es necesario realizar un analisis comparativo de los distintos ensayos realizados.

Análisis de Torque y Potencia. De forma estandar el motor tiene una potencia de 18 HP y torque igual a 1,9 kgm, tras la implementacion del kit de arrastre de alto rendimiento la potencia medida es de 17 HP teniendo una disminucion de 5,56% mientras que el torque medido es de 2,5 kgm teniendo un incremento de 24%, por lo cual a pesar de la disminucion de potencia existe una ganancia en torque muy importante.

Análisis de Emisión de Gases Contaminantes. Mientras que de forma estandar las emisiones de gases contaminantes se establecen en 3,79% de CO y 115 ppm de HC, con un lambda de 1,121 y un indice AFR de 16,4 dando como resultado una mezcla pobre, tras la implementacion del kit de arrastre de alto rendimiento el CO aumenta a 6,07% incrementandose en 37,56% y el HC aumenta a 333 ppm incrementandose en 65,46%, con un lambda 0,922 y un indice AFR de 13,5 dando como resultado una mezcla rica.

Análisis de Consumo de Combustible. En forma estandar el consumo de combustible es de 22,934 km/lt, mientras que tras la implementacion del kit de arrastre de alto rendimiento aumenta a 19,8 km/lt es decir el incremento se da en 13,65%.

Kit de Cilindro y Piston

Para analizar los efectos sobre los parametros caracteristicos del motor XR250, tras el montaje del kit de cilindro piston es necesario realizar un analisis comparativo de los distintos ensayos realizados.

Análisis de Torque y Potencia. Tras la implementacion del kit de arrastre el motor tiene una potencia de 17 HP y torque igual a 2,5 kgm, mientras que al emplear el kit de cilindro y piston de alto rendimiento la potencia medida es de 16 HP teniendo una disminucion de 5,88% mientras que el torque medido es de 2,6 kgm teniendo un incremento de 3,84%, por lo cual a pesar de la disminucion de potencia existe una ganancia en torque bastante discreta.

Análisis de Emisión de Gases Contaminantes. Con la implementacion del kit de arrastre las emisiones de gases contaminantes se establecen en 6,07% de CO y 333 ppm de HC, con un lambda de 0,922 y un indice AFR de 13,5 dando como resultado una mezcla rica, tras el ensamble del kit de cilindro y piston de alto rendimiento el CO disminuye a 5,08% decreciendo en 16,309% y el HC aumenta a 379 ppm incrementandose en 10%, con un lambda 0,981 y un indice AFR de 14,4 dando como resultado una mezcla cercana a la estequiométrica.

Análisis de Consumo de Combustible. El consumo de combustible con el kit de arrastre es de 19,8 km/lt, mientras que tras la implementacion del kit de cilindro y piston de alto rendimiento baja a 21,556 km/lt es decir se da una disminucion del 8,18%.

Kit de Arboles de Leva

Para comprender los efectos sobre los parametros caracteristicos del motor XR250, tras el montaje del kit de arboles de leva es necesario realizar un analisis comparativo de los distintos ensayos realizados.

Análisis de Torque y Potencia. Con la implementacion del kit de cilindro piston el motor tiene una potencia de 16 HP y torque igual a 2,6 kgm, mientras que al emplear el kit de arboles de leva de alto rendimiento la potencia medida es de 19 HP teniendo una incremento de 15,78% mientras que el torque medido es de 2,7 kgm teniendo un incremento de 3,70%, por lo cual existe un aumento tanto en torque como en potencia.

Análisis de Emisión de Gases Contaminantes. Tras la implementacion del kit de cilindro y piston las emisiones de gases contaminantes se establecen en 5,08% de CO y 379 ppm de HC, con un lambda de 0,981 y un indice AFR de 14,4 dando como resultado una mezcla cercana a la estequiométrica, con el ensamble del kit de arboles de leva de alto rendimiento el CO disminuye a 1,20% decreciendo en 76,37% y el HC disminuye a 266 ppm dando un decremento en 28,1%, con un lambda 1,573 y un indice AFR de 23,1 dando como resultado una mezcla muy pobre.

Análisis de Consumo de Combustible. El consumo de combustible con el kit de cilindro y piston es de 21,556 km/lt, mientras que tras la implementacion del kit de arboles de leva de alto rendimiento aumenta a 20,8 km/lt es decir se da un incremento de 3,55%.

Kit de Sistema de Escape

Para verificar los efectos sobre los parametros caracteristicos del motor XR250, tras el montaje del kit de sistema de escape es necesario realizar un analisis comparativo de los distintos ensayos realizados

Análisis de Torque y Potencia. Tras la implementacion del kit de arboles de leva el motor tiene una potencia de 19 HP y torque igual a 2,7 kgm, mientras que al emplear el kit de sistema de escape de alto rendimiento la potencia medida es de 21 HP teniendo una incremento de 9,52% mientras que el torque medido es de 2,8 kgm teniendo un incremento de 3,57%, por lo cual existe un aumento tanto en torque como en potencia.

Análisis de Emisión de Gases Contaminantes. Con la implementacion del kit de arboles de leva las emisiones de gases contaminantes se establecen en 1,20% de CO y 266 ppm de HC, con un lambda de 1,573 y un indice AFR de 23,1 dando como resultado una mezcla muy pobre, con el ensamble del kit de sistema de escape de alto rendimiento el CO aumenta a 3,23% incrementandose en 62,84% y el HC disminuye a 266 ppm dando un incremento en 21,8%, con un lambda 1,016 y un indice AFR de 14,9 dando como resultado una mezcla con un valor minimamente superior a la estequiometrica.

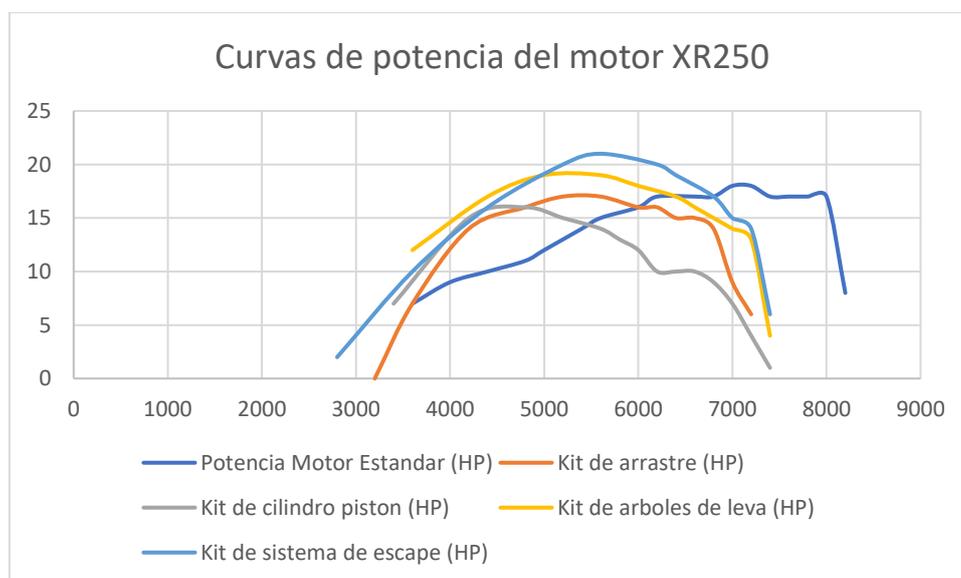
Análisis de Consumo de Combustible. El consumo de combustible con el kit de arboles de leva es de 20,8 km/lit, mientras que tras la implementacion del kit de sistema de escape de alto rendimiento aumenta a 20,66 km/lit es decir se da un incremento de 0,67%.

Análisis de las Curvas de Potencia

En la figura 65, se muestra el gráfico comparativo de los distintos trazados de las curvas de potencia producidas por la implementación de los kits de elementos mecánicos de alto desempeño.

Figura 65

Curvas de potencia motor XR250



Nota. Se muestran los diversos trazados de las curvas de potencia.

En la tabla 47, se tabulan los resultados de la variación de potencias producida tras la implementación de los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento.

Tabla 47

Variación de potencia producida por los kits de alto rendimiento

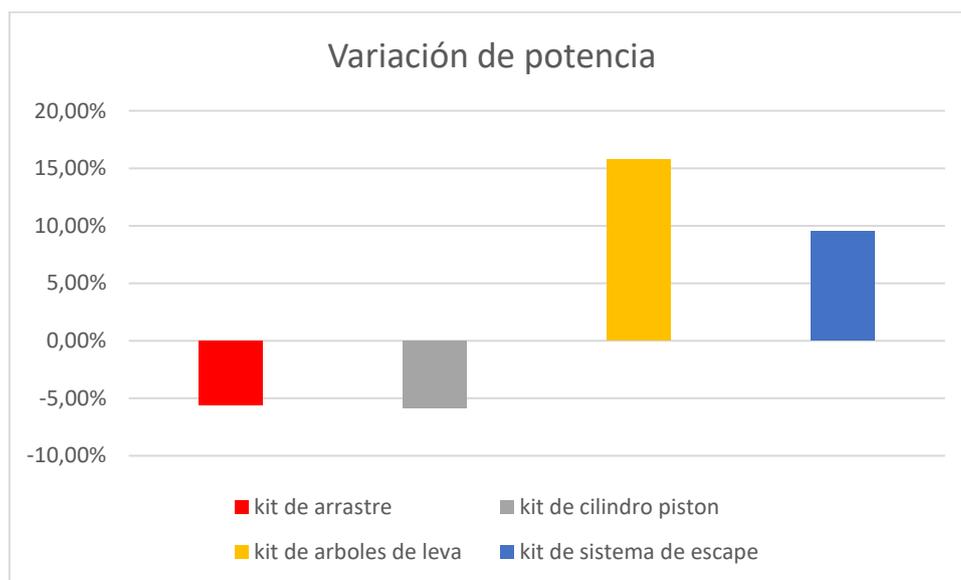
Kit de alto rendimiento	Variación de potencia (%)
kit de arrastre	-5,56
kit de cilindro pistón	-5,88
kit de árboles de leva	15,78

Kit de alto rendimiento	Variación de potencia (%)
kit de sistema de escape	9,52

En la figura 66, se muestra un grafico de barras en la que se describeun mayor incremento de potencia que se da cuando se implementa el kit de arboles de leva con un 15,78% seguido de la implementacion del kit de sistema de escape con un incremento de un 9,52% mientras que el mayor decremento en la potencia se da tras la implementacion del kit de cilindro piston con un 5,88% seguido de el kit de arrastre con un 5,56%.

Figura 66

Variación de potencia producida por los kits de alto rendimiento



Nota. Se muestra un grafico de variacion de potencia tras la implementacion de los kits de alto rendimiento.

En la tabla 48, se muestra la tabulación de las potencias máximas alcanzadas tras a la implementación de cada uno de los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento.

Tabla 48

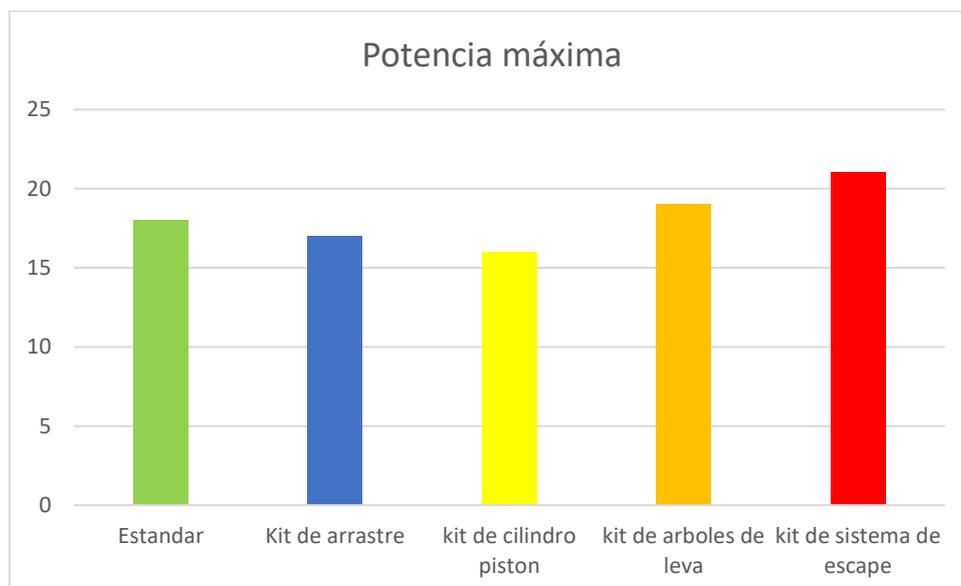
Potencia máxima producida por los kits de alto rendimiento

Elementos mecánicos	Potencia máxima (Hp)
Estándar	18
Kit de arrastre	17
kit de cilindro pistón	16
kit de árboles de leva	19
kit de sistema de escape	21

En la figura 67, se muestra la potencia máxima producida tras finalizar la instalación de todos los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento logrando una potencia de 21 HP, mientras que la potencia máxima alcanzada por el motor estándar es de 18 HP generando así un incremento de 14,28% en la potencia.

Figura 67

Potencia máxima producida por los kits de alto rendimiento



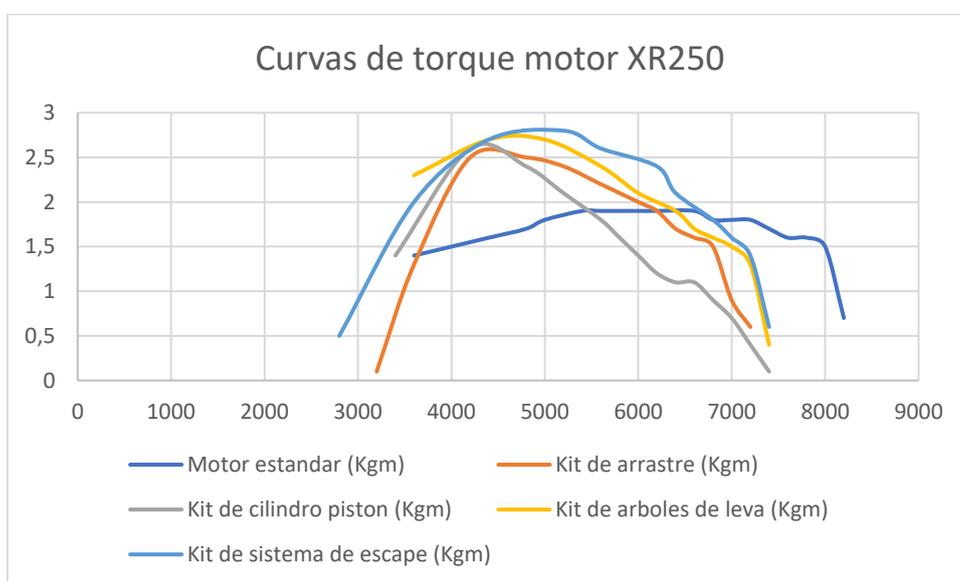
Nota. Se muestra un gráfico comparativo de las potencias producidas por los kits de alto rendimiento.

Analisis Comparativo de las Curvas de Torque.

En la figura 68, se muestra el grafico comparativo de los distintos trazados de las curvas de torque producidas por la implementacion de los kits de elementos mecanicos de alto desempeño.

Figura 68

Curvas de torque motor XR250



Nota. Se muestran los diversos trazados de las curvas de potencia

En la tabla 49, se tabulan los resultados de la variacion de torques producida tras la implementacion de los kits de elementos mecanicos de alto rendimiento

Tabla 49

Variación del torque producido por los kits de alto rendimiento

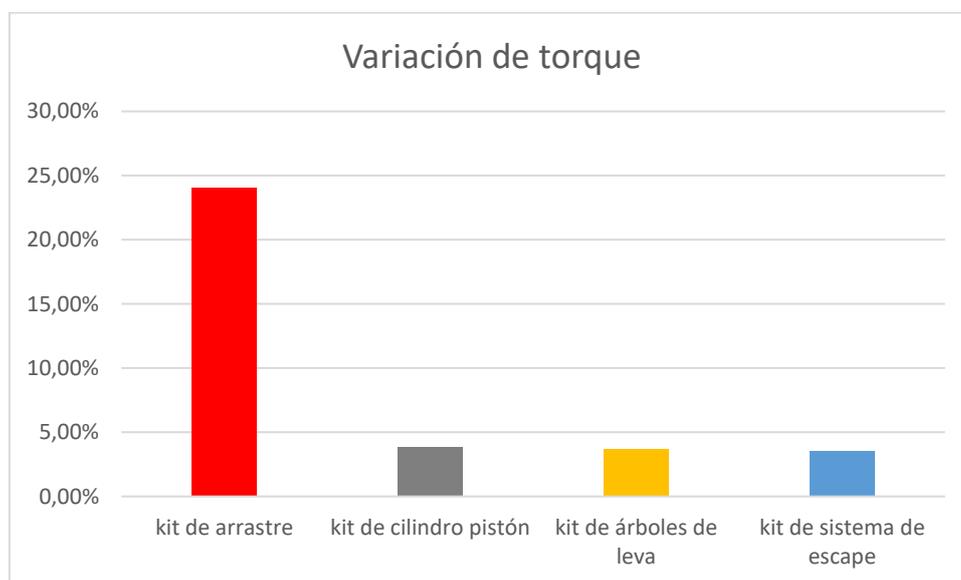
Kit de alto rendimiento	Variación de torque (%)
kit de arrastre	24,00

Kit de alto rendimiento	Variación de torque (%)
kit de cilindro pistón	3,84
kit de árboles de leva	3,70
kit de sistema de escape	3,57

En la figura 69, se muestra un grafico de barras en la que se muestra que el mayor incremento de torque se da cuando se implementa el kit de arrastre con un 24% seguido de la implementacion del kit de cilindro piston con un incremento de 3,84%, seguido de el kit de arboles de leva con un 3,70% y por ultimo es el kit de sistema de escape con un incremento de 3,57%.

Figura 69

Variación de torque producida por los kits de alto rendimiento



Nota. Se muestra un grafico de variacion de torque tras la implementacion de los kits de alto rendimiento

En la tabla 50, se muestra la tabulación de las potencias máximas alcanzadas tras a la implementación de cada uno de los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento

Tabla 50

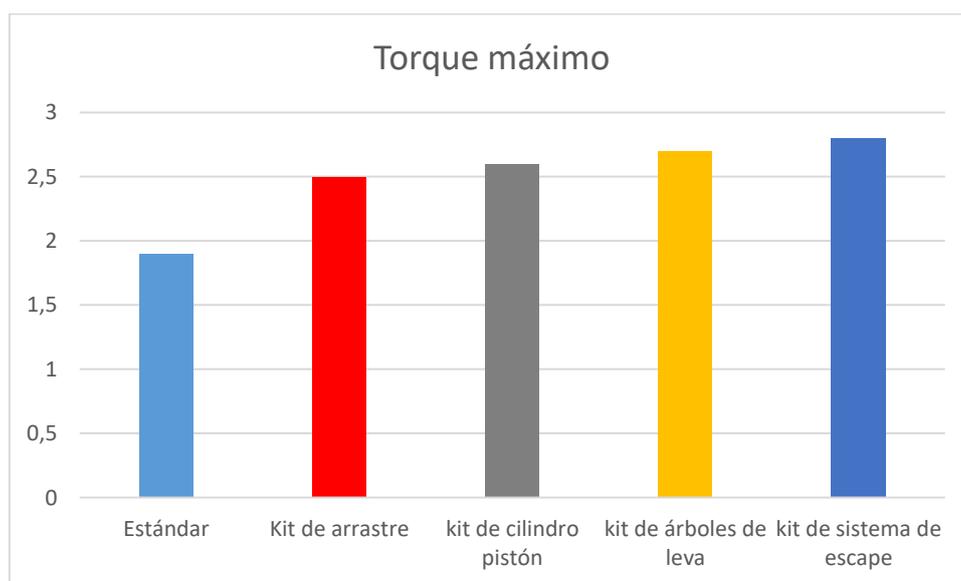
Torque máximo producido por los kits de alto rendimiento

Elementos mecánicos	Torque máximo (kgm)
Estándar	1,9
Kit de arrastre	2,5
kit de cilindro pistón	2,6
kit de árboles de leva	2,7
kit de sistema de escape	2,8

En la figura 70, se muestra el torque máximo producido tras finalizar la instalación de todos los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento logrando un torque de 2,8 kgm, mientras que el torque máximo alcanzado por el motor estándar es de 1,9 kgm generando así un incremento de 32,14% en el torque del motor.

Figura 70

Torque máximo producido por los kits de alto rendimiento



Nota. Se muestra un gráfico comparativo del torque producido por los kits de alto rendimiento

Análisis Comparativo de las Emisiones de Gases Contaminantes

El ensayo de emisión de gases contaminantes facilita la medición de 4 gases que se producen a partir de la combustión en el motor para el análisis se toma en cuenta la medición de los mismos.

Monóxido de Carbono. el monóxido de carbono es uno de los gases producidos por el motor tras la combustión de la mezcla de aire y combustible ya que es un gas contaminante es necesaria su medición, como se observa en la tabla 51.

Tabla 51

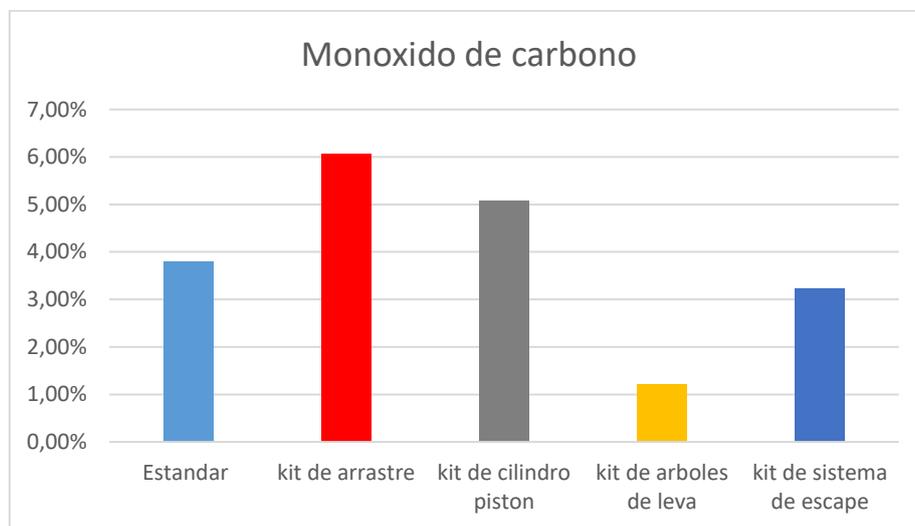
Medición de monóxido de carbono

Elementos mecánicos	Parámetro	Valor (%)
Estándar	CO	3,79
kit de arrastre	CO	6,07
kit de cilindro pistón	CO	5,08
kit de árboles de leva	CO	1,20
kit de sistema de escape	CO	3,23

Como se observa en la figura 71, se muestra inicialmente un valor de 3,79% de CO en la prueba estática, con respecto a la implementación del kit de arrastre se da un incremento en la emisión de gases de 37,56%, posterior a la implementación del kit de cilindro pistón se da un decremento de 16,309%, a consecuencia de la implementación del kit de árboles de leva se da un decremento de 76,37% y por ultimo tras la implementación del kit de sistema de escape se da un incremento en la emisión de 62,84%.

Figura 71

Medición de monóxido de carbono



Nota. Se muestra la variación de CO emitido tras la implementación de los kits de alto rendimiento

Inicialmente la medición de monóxido de carbono en el motor estándar se establece en 3,79% y tras finalizar la implementación de los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento se midió en 3,23% por lo cual existió un decremento en 14,77% de la emisión de dióxido de carbono en el motor

Hidrocarburos. los hidrocarburos son gases no combustionados o parcialmente combustionados que se despiden por el escape ya que es un gas contaminante es necesaria su medición, como se observa en la tabla 52.

Tabla 52

Medición de hidrocarburos

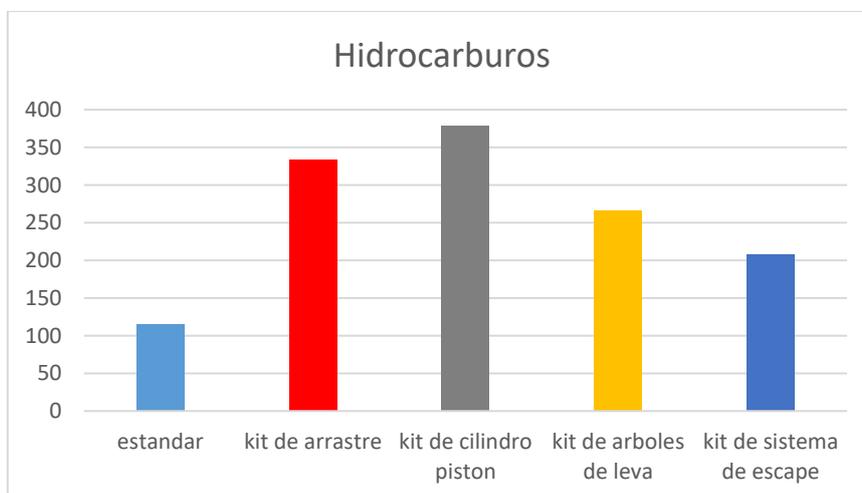
Elementos mecánicos	Parámetro	Valor (ppm)
Estándar	HC	115
kit de arrastre	HC	333

Elementos mecánicos	Parámetro	Valor (ppm)
kit de cilindro pistón	HC	370
kit de árboles de leva	HC	266
kit de sistema de escape	HC	208

Como se observa en la figura 72, se muestra inicialmente un valor de 115 ppm de HC en la prueba estática, con respecto a la implementación del kit de arrastre se da un incremento en la emisión de gases de 65,46%, posterior a la implementación del kit de cilindro pistón se da un incremento de 10%, a consecuencia de la implementación del kit de árboles de leva se da un decremento de 28,10% y por último tras la implementación del kit de sistema de escape se da un decremento en la emisión de 21,8%.

Figura 72

Medición de hidrocarburos



Nota. Se muestra la variación de HC emitido tras la implementación de los kits de alto rendimiento.

Inicialmente la medición de hidrocarburos en el motor estándar se establece en 115 ppm y tras finalizar la implementación de los kits de elementos mecánicos de alto

rendimiento se midió en 208 ppm por lo cual existió un incremento en 44,71% de la emisión de hidrocarburos en el motor.

Análisis Comparativo de Consumo de Combustible

Otro ensayo importante para comprender la influencia de la implementación de kits de elementos mecánicos de alto rendimiento es el ensayo de consumo de combustible su análisis se presenta a continuación.

En la tabla 53, se muestra la variación de consumo de combustible de acuerdo a la implementación de los distintos kits de alto rendimiento.

Tabla 53

Consumo de combustible

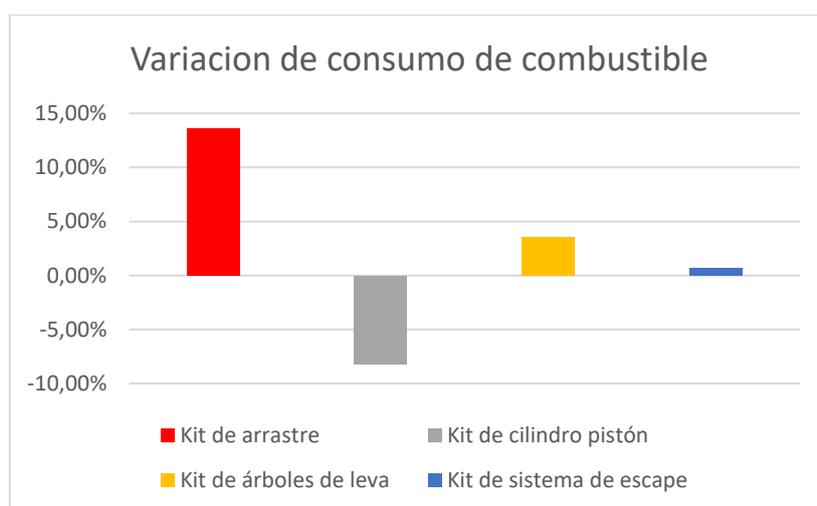
Elemento mecánico	Consumo de combustible (km/lt)
Estándar	22,934
Kit de arrastre	19,8
Kit de cilindro pistón	21,566
Kit de árboles de leva	20,8
Kit de sistema de escape	20,66

Tras la implementación del kit de arrastre existe un incremento de consumo de combustible del 13,65%, mientras que con el kit de cilindro pistón existe un decremento de 8,18%, con el ensamble de los árboles de leva se da incremento de 3,55% y por último tras la implementación del sistema de escape se da un incremento de 0,67%, como se observa en la Tabla 54.

Tabla 54*Variación de consumo de combustible*

Elemento mecánico	Variación de consumo de combustible
Kit de arrastre	13,65%
Kit de cilindro pistón	-8,18%
Kit de árboles de leva	3,55%
Kit de sistema de escape	0,67%

En la figura 73, se observa que el mayor incremento de consumo de combustible se da con el kit de arrastre, seguido de los árboles de leva y el sistema de escape, mientras que con el kit de cilindro pistón existe una disminución de 8,18%.

Figura 73*Variación de consumo de combustible*

Nota. Se muestra la variación del consumo de combustible tras la implementación de los kits de alto rendimiento

El consumo de combustible con el motor estándar fue de 22,934 km/lt, mientras que tras la implementación de todos los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento es de 20,66 km/lt, por lo cual existe un incremento de combustible de 9,91%.

Capítulo VI

Marco Administrativo

El proyecto de investigación Análisis comparativo de los parámetros característicos de un motor monocilíndrico XR250 std al emplear componentes mecánicos de alto desempeño se cumplió algunos parámetros; administrativos, técnicos y financiamiento con el fin de que tenga viabilidad en cada etapa de la investigación.

Factibilidad del Proyecto

Para delimitar la factibilidad del proyecto de titulación es necesario emplear previamente recursos tecnológicos, humanos, financieros y materiales previo a la ejecución con el fin de que no existan percances en el transcurso del desarrollo del proyecto.

Recursos Humanos. Para el desarrollo del proyecto de investigación los recursos humanos son esenciales ya que el aporte fundamental del proyecto son las ideas, conocimientos tanto prácticos como teóricos que se extraen en cada fase de investigación con el fin de cumplir con los objetivos propuestos

Tabla 55

Recursos humanos

N°	Nombre	Función
1	Leonel Alejandro, Litardo Vivanco	Investigador
2	Henry Heriberto, Iza Tobar	Director del proyecto de investigación

Recursos Materiales. Los materiales empleados para el desarrollo y ejecución del proyecto evitando inconvenientes en todas las fases.

Tabla 56*Recursos materiales*

N°	Material
1	Herramientas automotrices
2	Kit de arrastre, para motor XR250 Tornado
3	Kit de cilindro 293cc, para motor XR250 Tornado
4	Kit de árboles de leva, para motor XR250 Tornado
5	Kit de sistema de escape, para motor XR250 Tornado

Recursos Tecnológicos. Los recursos tecnológicos para el desarrollo del proyecto específicamente de las pruebas de ruta, dinamométricas, pruebas de opacidad-emisiones y sonómetro se detallan los equipos utilizados.

Tabla 57*Recursos tecnológicos*

N°	Material
1	Motocicleta
2	Dinamómetro
3	Analizador de gases
4	Sonómetro
5	Computador
6	Celular

N°	Material
7	Internet
8	Bibliotecas Virtuales

Presupuesto. El presupuesto estimado para el desarrollo y elaboración del proyecto de investigación es de 1702 \$

Recursos Financieros

Se muestra los recursos económicos y financieros empleados para la elaboración del proyecto

Tabla 58

Materiales y equipos utilizados en el desarrollo del proyecto

Orden	Detalle	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
1	Kit de Cilindro y pistón	1	220	220
2	Kit de arrastre	1	52,50	52,50
3	Kit de árboles de leva	1	96	96
4	Kit de sistema de escape	1	225,75	225,75
5	Kit de reparación de carburador	1	8	8
6	Bujía	1	6	6
	TOTAL			608.25

Tabla 59*Coste de pruebas realizadas*

Orden	Detalle	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
1	Pruebas de torque y potencia	5	10	50
2	Análisis de gases	5	10	50
3	Pruebas de ruta	5	2,5	12,5
	TOTAL			112,5

Tabla 60*Gastos imprevistos*

Orden	Detalle	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
1	Gastos extras	1	250	250
	TOTAL			250

Tabla 61*Análisis de costos*

Orden	Detalle	Costo (USD)
1	Materiales y equipos	608.25
2	Pruebas	112,5

Conclusiones

Los parámetros característicos del motor tales como torque y potencia se incrementaron en gran medida 14,28 % y 32,14% respectivamente, demostrando de esta forma que la implementación de los kits de elementos mecánicos de alto desempeño en el motor XR250 ayudan a lograr un mayor desempeño de la motocicleta y su uso en competencia

Se logró disminuir en un 14,77% las emisiones de monóxido de carbono, sin embargo, existió un incremento de 44,71% en las emisiones de hidrocarburos, a pesar de que su uso se restringirá a competencia las emisiones de estos gases contaminantes se encuentran dentro de los rangos permitidos por la norma INEN 2204.

Referente a la emisión de ruido en el sistema de escape, se ha dado un incremento de 12,59% en régimen de ralentí, mientras que en medianas revoluciones se incrementó un 8,49% y en altas revoluciones el incremento fue de 12,28%, lo que incapacita la circulación de la motocicleta en vías públicas ya que se encuentra fuera de los parámetros permitidos por la norma PRTE INEN 136.

A pesar del uso de elementos mecánicos de alto rendimiento se consiguió la disminución de consumo de combustible en un 9,91% teniendo autonomía ligeramente mayor, demostrando de esta forma que los kits de elementos optimizan el funcionamiento del motor XR250.

La implementación del kit de arrastre de alto rendimiento causó la disminución de 5,56% de la potencia, sin embargo se incrementó el torque en un 24%, se registra un incremento en la emisión de CO con 37,56% y de hidrocarburos con 65,46% además de un incremento en el consumo de combustible de 13,65%, lo que demostraría ser un kit de elementos viable para el incremento de los parámetros característicos, sin embargo provoca el incremento de emisiones de gases contaminantes y consumo de combustible.

El ensamble del kit de cilindro y pistón de alto rendimiento provocó la disminución de 5,88% de la potencia, sin embargo se incrementó el torque en un 3,84%, se registra una disminución en la emisión de CO en 15,309% y el aumento de hidrocarburos 10% además de una disminución en el consumo de combustible de 8,18%, lo que demostraría ser un kit de elementos viable para el incremento de los parámetros característicos, sin embargo causa el aumento de la emisión de hidrocarburos y la disminución del consumo de combustible

La utilización del kit de árboles de leva de alto rendimiento produjo el aumento de 15,78% de la potencia, además de un incremento en el torque en un 3,84%, por consecuencia se registra una disminución en la emisión de CO con 76,37% y de hidrocarburos con 28,10%, sin embargo existe un incremento en el consumo de combustible de 13,65%, lo que demostraría ser un kit de elementos viable para el incremento de los parámetros característicos, además ocasiono la disminución de emisiones de gases contaminantes y el aumento del consumo de combustible.

Tras la implementación del kit de sistema de escape de alto rendimiento se tuvo el aumento de 9,52% de la potencia, además del incrementó en el torque en un 3,57%. Se registra un incremento en la emisión de CO con 62,84% y la disminución de hidrocarburos con 21,8% además de un incremento en el consumo de combustible leve de 0,67%, lo que demostraría ser un kit de elementos viable para el incremento de los parámetros característicos, a pesar de que produce el incremento de emisiones de CO y consumo de combustible.

Recomendaciones

Para futuros proyectos de implementación de elementos mecánicos de alto desempeño en motocicletas se recomienda

Resulta necesario la implementación de un sistema de inyección electrónica, ya que mediante la programación de la misma se podría realizar las correcciones de combustible requeridas tras la implementación de cada uno de los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento, debido a que con el carburador no se pueden realizar de mejor manera.

Si se emplean kits de árboles de leva de alto rendimiento que utilizan los piñones estándar del motor es recomendable emplear correctores de posición que facilitan el adelanto y retraso del tiempo de hasta 10° teniendo bastante rango de prueba y mejora.

Con el fin de obtener una mejor transmisión de potencia del motor sería viable el trucaje mecánico del conjunto de embrague como son discos de un mayor espesor y coeficiente de fricción, además de resortes que puedan corresponder esta mejora.

Tener especial cuidado en la instalación de los kits de elementos mecánicos de alto rendimiento sobre todo en los árboles de leva y cilindro pistón, con el fin de que no existan daños en la parte estructural del motor.

Para tener mayor precisión en la obtención de datos en las diversas pruebas de ruta, dinamométricas, de emisión de gases y sonómetro, es necesario tener condiciones ambientales similares, así como temperatura del motor, presión de neumáticos y el ajuste y lubricación del kit de arrastre

Bibliografía

- Alvarado, D. (15 de 09 de 2017). *nitro.pe*. Obtenido de nitro.pe:
<https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/modificar-los-cilindros-para-aumentar-la-potencia-del-motor.html>
- Arias, M. (2003). *Motocicletas*. Madrid: DOSSAT.
- Ayala, A. J. (1995). *Enciclopedia visual de la motocicleta*. Madrid: Mundo .
- Bosch. (2002). *Gestión del motor de gasolina* . Stuttgart: Reverte.
- Chacon, R. M. (2022). *Mecánica básica de motos*. Rafael Moreno Chacon.
- Crouse, W., & Anglin, D. (1992). *Mecánica de la motocicleta*. Barcelona: MARCOMBO.
- ETRASA. (2009). *Manual Motocicleta Permisos A+A1+A2*. Madrid: Trafico Vial.
- Goñi, J., & Rojas, M. (2017). *Manual de combustibles y tecnología automotriz*. Lima: Fondo editorial Universidad de Lima.
- INEN. (2001). *Norma técnica que establece los límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles*. Quito: INEN.
- INEN. (2002). *Gestión ambiental aire. vehículos automotores. límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina*. Quito: INEN.
- Karl-Heinz Dietsche. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Berlin: Reverte.
- La Moto. (08 de 09 de 2022). *La Moto*. Obtenido de La Moto:
<https://lamoto.com.ar/noticias/honda-xr250-tornado-off-road/>
- Lamoto. (08 de 09 de 2022). Obtenido de Lamoto: <https://lamoto.com.ar/noticias/honda-xr250-tornado-off-road/>
- Moto HONDA . (2003). *libreta motor*. Sao Pablo : Servicio de publicaciones.

Moto Honda de Amazonia. (2014). *Manual de servicios XR250*. Sao Pablo: Servicio de publicaciones.

Motorsport. (14 de 06 de 2014). *marco-motorsport.com*. Obtenido de marco-motorsport.com: <http://marco-motorsport.com/49-arboles-de-levas-de-competicion>

Navarrete, L. A. (2011). *Compilador de ejercicios de motores de combustión interna Diesel - Gasolina*. Quito: Nueva Aurora.

Oropeza, G. (2005). Los ciclos de manejo, una herramienta útil si es dinamica para evaluar el consumo de combustible y las emisiones contaminantes del auto transporte. *Ingeniería Investigacion y Tecnología* , 16.

Publimotos. (11 de 09 de 2018). *publimotos.com*. Obtenido de publimotos.com: <https://www.publimotos.com/index.php/pruebas/414-honda-xr-250-tornado-pruebas-testdrive>

Río, A. J. (2017). *UF1217 - Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel*. Madrid: Elearning S.L.

Robinson, J. (2004). *MOTOCICLETAS Preparación de motores de 4 tiempos* . Madrid: Internacional Thomsom.

Rodriguez, D., Santana, M., & Pardo, C. (2015). *La motocicleta en américa latina: caracterización de su uso e impactos en la movilidad en cinco ciudades de la región*. Bogota: CAF.

SENA. (1981). *piñones para cadena de rodillos*. Bogota: Subdivision de desarrollo de proyectos.

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (09 de 2016). *Clasificación Vehicular*. Quito, Pichincha, Ecuador: Primera.

Suzuki Motor Colombia. (25 de 05 de 2022). *Suzuki*. Obtenido de Suzuki: <https://suzuki.com.co/noticias/que-es-el-kit-de-arrastre>

V.Ferrer. (09 de 12 de 2019). *Motorrecambiosferrer*. Obtenido de Motorrecambiosferrer: <https://www.motorrecambiosferrer.es/blog/tipos-de-tubos-de-escape-para-motos-y-diferencias-n19>

Vedamotors. (2023). *Instrucción de montaje para cilindro 293 cc. Salto Pilao*: Vedamotors.

Vini . (2023). *Comando de valvulas* . Sao pablo: Vini hot Parts.

Anexos