



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y  
TECNOLOGÍAS**

**TÍTULO DE PROYECTO**

**“ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO PARA LA PREPARACIÓN  
DEL MOTOR SUZUKI DE COMPETICIÓN, PARA EL APRENDIZAJE DE  
LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-  
AUTOMOTRIZ, DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA”**

**TRABAJO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE LICENCIADO EN LA ESPECIALIDAD DE MECÁNICA INDUSTRIAL-  
AUTOMOTRIZ**

**Autores: ROMMEL XAVIER SANTANDER C.**

**CARLOS ROBERTO RAMOS P.**

**DIRECTOR DE TESIS: Ms. PAULO HERRERA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y**  
**TECNOLOGÍAS**

**ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ**

Los miembros del Tribunal Examinador, aprueban el informe de investigación, sobre “ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO PARA LA PREPARACIÓN DEL MOTOR SUZUKI DE COMPETICIÓN, PARA EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ, DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA”, realizado por Rommel Xavier Santander Calle y Carlos Roberto Ramos Pilataxi, estudiantes de la carrera de Licenciatura en Mecánica Industrial-Automotriz, en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas.

**Riobamba, 27 de julio del 2015**

**Para constancia firman**

**Dr. Iván Lara**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



.....

**FIRMA**

**Ms. Paulo Herrera**

**DIRECTOR DE TESIS**



.....

**FIRMA**

**Dr. Edwin Ortega**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



.....

**FIRMA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS  
ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA

Riobamba, 28 de julio de 2015

Máster

Carlos Loza Cevallos

**DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y  
TECNOLOGÍAS**

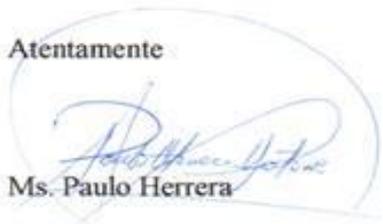
Presente

De mi consideración:

En mi calidad de tutor de trabajos de grado, tengo a bien informarle que el egresado de la Carrera de Mecánica Industrial-Automotriz de la Facultad que Ud. dirige, Señor **ROMMEL XAVIER SANTANDER CALLE**, autor de la tesis cuyo título es **“ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO PARA LA PREPARACIÓN DEL MOTOR SUZUKI DE COMPETICIÓN, PARA EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ, DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA”**, ha cumplido con los cambios sugeridos por el tribunal de pre defensa y los ha incorporado en el informe final escrito del trabajo de graduación; en tal virtud, el graduando puede presentar su informe y continuar, de ser el caso, con los trámites previos a la defensa respectiva de acuerdo a las normas vigentes para el efecto.

Particular que informo para los fines legales pertinentes.

Atentamente



Ms. Paulo Herrera

TUTOR



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS  
ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA

Riobamba, 28 de julio de 2015

Máster

Carlos Loza Cevallos

**DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y  
TECNOLOGÍAS**

Presente

De mi consideración:

En mi calidad de tutor de trabajos de grado, tengo a bien informarle que el egresado de la Carrera de Mecánica Industrial-Automotriz de la Facultad que Ud. dirige, Señor **CARLOS ROBERTO RAMOS PILATAXI**, autor de la tesis cuyo título es "ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO PARA LA PREPARACIÓN DEL MOTOR SUZUKI DE COMPETICIÓN, PARA EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ, DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA", ha cumplido con los cambios sugeridos por el tribunal de pre defensa y los ha incorporado en el informe final escrito del trabajo de graduación; en tal virtud, el graduando puede presentar su informe y continuar, de ser el caso, con los trámites previos a la defensa respectiva de acuerdo a las normas vigentes para el efecto.

Particular que informo para los fines legales pertinentes.

Atentamente

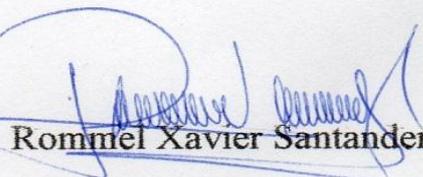
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Paulo Herrera', is written over a circular blue stamp or seal.

Ms. Paulo Herrera

TUTOR

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de autoría de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Rommel Xavier Santander Calle; Carlos Roberto Ramos Pilataxi y Ms. Paulo Herrera, Director de Tesis. Algunas ideas, expresiones, conceptos se han tomado de varios libros y diversos autores, como también del internet, ubicando las respectivas citas bibliográficas como es norma de la investigación científica para enriquecer el marco teórico. En tal virtud los resultados obtenidos son de exclusividad del autor, del director del proyecto de investigación y del patrimonio intelectual de la Universidad Nacional de Chimborazo



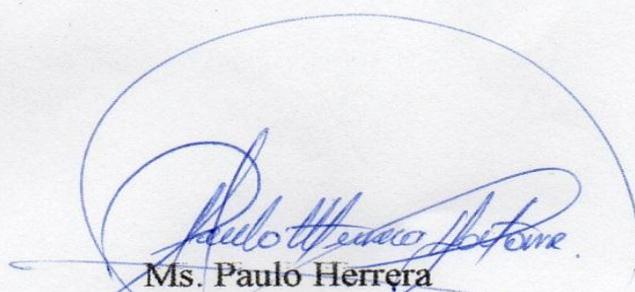
Rommel Xavier Santander Calle

C.I. 0604886028



Carlos Roberto Ramos Pilataxi

C.I. 0604143305



Ms. Paulo Herrera

DIRECTOR DE TESIS

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi madre, quien fue el apoyo incondicional en todo este proceso, a su apoyo económico, a su apoyo emocional que fueron pilares fundamentales para lograr cumplir esta meta.

A mis abuelitos, por su apoyo de igual forma incondicional, tanto económico como emocional.

A mis amigos, y demás personas que de una u otra forma se hicieron presentes con su apoyo.

A todos ellos mi dedicatoria de esta tesis.

*Rommel Santander*

---

## **DEDICATORIA**

A Dios, por brindarme la dicha de la salud.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional a que día tras día impulsan a que yo pueda cumplir mis metas.

A todos mis familiares y amigos que con sus palabras de aliento me ayudaron a seguir adelante en la culminación de mi carrera.

*Carlos Ramos.*

---

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente a Dios, por guiarnos durante todo este proceso y ser la fortaleza que siempre nos acompañó.

Agradecer hoy y siempre a nuestros padres por el esfuerzo realizado por ellos. El apoyo en nuestros estudios, de ser así no hubiese sido posible y demás familiares ya que nos brindaron el apoyo, la alegría la fortaleza necesaria para seguir adelante.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, al personal docente de la Escuela de Educación Técnica, por impartir sus conocimientos y experiencias, a nuestro director de tesis Ing. Paulo Herrera por brindarnos su apoyo, haciendo posible la culminación de nuestros estudios.

***Rommel Santander***

---

***Carlos Ramos***

---

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE GRÁFICO XI

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS DE LA TABULACIÓN XIII

RESUMEN XIV

ABSTRACT XV

INTRODUCCIÓN 1

## PÁGINA

### CAPITULO I

#### 1. MARCO REFERENCIAL

1.1.Planteamiento del problema	4
1.2.Formulación del problema	5
1.3.Objetivos generales y específicos	6
1.4.Justificación e importancia del problema	7

### CAPITULO II

#### 2. MARCO TEÓRICO

2.1.Antecedentes de la investigación	8
2.2.Fundamentación teórica	9
2.2.1. Ventajas y desventajas de la preparación de motores	10
2.2.2. El motor	11
2.2.3. Principio de funcionamiento del motor	12
2.2.4. Ciclo de funcionamiento del motor	13
2.2.5. Análisis de las curvas características del motor	15
2.2.6. <b>PREPARACIÓN DEL MOTOR</b>	<b>23</b>
<b>2.2.7. POR AUMENTO DE CILINDRADA</b>	<b>23</b>
2.2.8. Procesos para el aumento de la cilindrada	25
2.2.9. Aumento del diámetro del cilindro	26

2.2.10. Aumento de la carrera del pistón	30
<b>2.2.11. POR AUMENTO DE LA PRESIÓN MEDIA EFECTIVA</b>	<b>33</b>
2.2.12. Procedimiento para aumentar la compresión de un motor	34
2.2.13. Métodos para aumentar la compresión	40
2.2.14. Cepillado de la culata	40
2.2.15. Cepillado del bloque de cilindros	42
2.2.16. Sustitución de émbolos	43
2.2.17. Sustitución de la junta	45
<b>2.2.18. POR AUMENTO DEL RÉGIMEN DE GIRO</b>	<b>49</b>
2.2.19. Aligeramiento de las bielas	50
2.2.20. Pistones o émbolos	61
2.2.21. Aligeramiento de pistones	61
2.2.22. Utilización de pistones forjados	63
2.2.23. Recorte de la falda de los pistones	63
2.2.24. Recortes internos de la cabeza del pistón	67
2.2.25. Cigüeñal	69
2.2.26. Aligeramiento de cigüeñal	69
2.2.27. Volante de inercia	74
2.2.28. Aligeramiento del volante de inercia	74

## **APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES**

2.2.29. Definiciones de aprendizaje	81
2.2.30. Tipos de aprendizaje	82
2.2.31. Aprendizaje en las aulas	84
2.2.32. Importancia de los textos en el aula	85
2.3. Definición de términos	86
2.4. Sistema de hipótesis	89
2.5. Variables de la investigación	89
2.6. Operacionalización de las variables	90

## **CAPITULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

3.1.Método científico	91
3.2.Tipo de investigación	91
3.3.Diseño de la investigación	91
3.4.Población y muestra <sup>92</sup>	
3.5.Técnicas e instrumentos de recolección de datos	92
3.6.Técnica de procedimiento de análisis	93

## **CAPITULO IV**

4. Análisis e interpretación de resultados	94
4.1.Procesamiento de datos de la encuesta diagnostica aplicada a los estudiantes	94
4.2.Análisis e interpretación de la encuesta	101
4.3.Procesamiento de datos de la encuesta aplicada a los estudiantes (post aplicación del manual)	103
4.4. Análisis e interpretación de la encuesta	110
4.5.Comprobación de la hipótesis	111

## **CAPITULO V**

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
-----------------------------------	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>114</b>
---------------------	------------

<b>ANEXOS</b>	<b>XVI</b>
---------------	------------

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO</b>		<b>PÁGINA</b>
<b>1</b>	Funcionamiento del motor	<b>12</b>
<b>2</b>	Tren alternativo	<b>13</b>
<b>3</b>	Ciclos del motor	<b>14</b>
<b>4</b>	Ciclo real del motor	<b>14</b>
<b>5</b>	Torque máximo	<b>16</b>
<b>6</b>	Curva de par motor	<b>17</b>
<b>7</b>	Potencia	<b>18</b>
<b>8</b>	Curva de potencia	<b>19</b>
<b>9</b>	Curva de consumo	<b>22</b>
<b>10</b>	Cilindrada	<b>24</b>
<b>11</b>	Bloque de cilindro	<b>26</b>
<b>12</b>	Aumento del diámetro del cilindro	<b>27</b>
<b>13</b>	Carrera del pistón	<b>30</b>
<b>14</b>	Carrera del pistón proporcional al cigüeñal	<b>32</b>
<b>15</b>	Muñequillas del cigüeñal modificadas	<b>33</b>
<b>16</b>	Instrumento de medición de volumen de cámara – probeta	<b>35</b>
<b>17</b>	Posición horizontal de culata para medición de volumen de la cámara	<b>36</b>
<b>18</b>	Medición del volumen de la cámara-Llenado	<b>37</b>
<b>19</b>	Medición del volumen de la cámara-Llenado	<b>39</b>
<b>20</b>	Medición del volumen de la cámara- Vaciado	<b>39</b>
<b>21</b>	Cepillado de la culata	<b>41</b>
<b>22</b>	Cepillado del bloque de cilindros	<b>43</b>
<b>23</b>	Sustitución del émbolo	<b>44</b>
<b>24</b>	Émbolos especiales	<b>45</b>
<b>25</b>	Junta	<b>46</b>
<b>26</b>	Espesores de junta	<b>47</b>
<b>27</b>	Separación máxima entre pistón y válvula	<b>48</b>

<b>28</b>	<b>Biela</b>	<b>49</b>
<b>29</b>	<b>Puntos de aligeramiento de biela</b>	<b>51</b>
<b>30</b>	<b>Trucaje de pie de biela</b>	<b>52</b>
<b>31</b>	<b>Trucaje de las caras laterales del pie de biela</b>	<b>53</b>
<b>32</b>	<b>Trucaje de la cabeza de biela</b>	<b>54</b>
<b>33</b>	<b>Redondeado cantos vivos de biela</b>	<b>56</b>
<b>34</b>	<b>Puntos críticos de la cabeza de biela</b>	<b>57</b>
<b>35</b>	<b>Biela trucada</b>	<b>58</b>
<b>36</b>	<b>Balanza para el equilibrado de la biela</b>	<b>59</b>
<b>37</b>	<b>Pistón</b>	<b>61</b>
<b>38</b>	<b>Recorte de la falda de pistón</b>	<b>64</b>
<b>39</b>	<b>Recorte de la falda del pistón</b>	<b>64</b>
<b>40</b>	<b>Bielas y pistones modificados</b>	<b>65</b>
<b>41</b>	<b>Recortes internos del pistón</b>	<b>67</b>
<b>42</b>	<b>Recorte interno del pistón con broca</b>	<b>68</b>
<b>43</b>	<b>Cigüeñal</b>	<b>69</b>
<b>44</b>	<b>Contrapesos del cigüeñal</b>	<b>70</b>
<b>45</b>	<b>Cigüeñal aligerado</b>	<b>71</b>
<b>46</b>	<b>Otra forma de aligeramiento del cigüeñal</b>	<b>72</b>
<b>47</b>	<b>Volante de inercia</b>	<b>74</b>
<b>48</b>	<b>Volante para revoluciones bajas</b>	<b>75</b>
<b>49</b>	<b>Volante para revoluciones rápidas</b>	<b>76</b>
<b>50</b>	<b>Volante modificado</b>	<b>77</b>
<b>51</b>	<b>Volante en corte</b>	<b>78</b>
<b>52</b>	<b>Volante aligerado por taladrado</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS DE LA TABULACIÓN DE ENCUESTAS

	<b>PÁGINA</b>		<b>PAGINA</b>
TABLA 1	<b>94</b>	GRAFICO 1	<b>94</b>
TABLA 2	<b>95</b>	GRAFICO 2	<b>95</b>
TABLA 3	<b>95</b>	GRAFICO 3	<b>96</b>
TABLA 4	<b>96</b>	GRAFICO 4	<b>96</b>
TABLA 5	<b>97</b>	GRAFICO 5	<b>97</b>
TABLA 6	<b>97</b>	GRAFICO 6	<b>98</b>
TABLA 7	<b>98</b>	GRAFICO 7	<b>98</b>
TABLA 8	<b>99</b>	GRAFICO 8	<b>99</b>
TABLA 9	<b>100</b>	GRAFICO 10	<b>102</b>
TABLA 10	<b>101</b>	GRAFICO 11	<b>103</b>
TABLA 11	<b>103</b>	GRAFICO 12	<b>104</b>
TABLA 12	<b>104</b>	GRAFICO 13	<b>105</b>
TABLA 13	<b>104</b>	GRAFICO 14	<b>105</b>
TABLA 14	<b>105</b>	GRAFICO 15	<b>106</b>
TABLA 15	<b>106</b>	GRAFICO 16	<b>107</b>
TABLA 16	<b>107</b>	GRAFICO 17	<b>108</b>
TABLA 17	<b>107</b>	GRAFICO 18	<b>108</b>
TABLA 18	<b>108</b>	GRAFICO 19	<b>111</b>
TABLA 19	<b>109</b>	GRAFICO 20	<b>112</b>
TABLA 20	<b>110</b>		
TABLA 21	<b>112</b>		

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

### **ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA**

#### **“ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO PARA LA PREPARACIÓN DEL MOTOR SUZUKI DE COMPETICIÓN, PARA EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ, DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA”**

#### **RESUMEN**

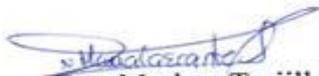
El campo Automotriz es uno de los que más rápido está avanzando y evolucionando, de esta forma, las modificaciones, repotenciación y demás procesos que se dan a vehículos estándar para potenciarlos, surgen con el objetivo de tener un motor apto para la participación de eventos de competencia, dando atención a esta área en que son muy pocas las investigaciones que se han hecho sobre el tema; teniendo pocos documentos que respalden los procesos y trabajos que se deben desarrollar.

Para la realización de este manual, se inició con la investigación y recopilación de documentos e información sobre modificación, trucaje y preparación de motores de competición, los cuales fueron la base para el desarrollo de un manual que integre la importancia y características de modificación de motores.

Finalmente, la organización de los datos dio como resultado la compilación de la información sobre los aspectos más importantes del diseño de un manual técnico que tendrá la finalidad de dar a conocer los aspectos más relevantes de la preparación de motores de competencia.

## **ABSTRACT**

The automotive field is progressing and evolving faster, in this way, modifications, repowering, and other processes that are given to standard vehicles to enhance them, arise in order to have a suitable engine for the participation of events in competition, giving attention to this area in which are very few investigations that have been made about the topic; having few documents that support the processes and work that should be developed. For the realization of this manual, it began with research and collection of documents and information modification, enhancement and preparation for racing engines, which were the basis for the development of a manual that will integrate the importance and characteristics of modification of engines. Finally, the organization of the data resulted in the compilation of information on the most important aspects of the design of a technical manual that will have the aim to promote the most relevant aspects of the preparation of competition engines.



Dra. Myriam Trujillo B. Mgs.

**COORDINADORA DEL CENTRO DE IDIOMAS**



## **INTRODUCCIÓN**

La preparación de vehículos para competencia, ha sido y será una de las opciones que tenemos quienes de una u otra forma queremos entrar en el mundo de las competencias, carreras de vehículos, pues no todos contamos con el dinero suficiente para adquirir un vehículo específico para competir.

Son muchas las formas en las que podemos lograr repotenciar el vehículo y lograr nuestro objetivo, cambios sencillos como la implementación de un header, cambio de bujías, o la sustitución del filtro de aire, entre otras, cambios externos, fuera del motor que de cierta forma ayudaran mucho a mejorar el rendimiento del mismo.

Pero también tenemos otra opción, mucho más compleja en sí, pero que nos ayudara en mayor porcentaje el aumento de potencia de nuestro vehículo, y se trata de la modificación del motor en sí, de las partes internas que conforman este, modificaciones que conllevan una mayor precisión y exactitud pero que si se lo realiza de forma correcta podremos obtener un gran aumento en el rendimiento del vehículo que quedara listo para competir.

Existen tres formas de repotenciar el motor de nuestro vehículo:

### **POR AUMENTO DE LA CILINDRADA**

La cilindrada es en sí el volumen de los cilindros del motor, que los expresamos en  $\text{cm}^3$ .

Este método consiste en aumentar el volumen del cilindro para que reciba una mayor cantidad de mezcla aire combustible, y encontramos que existen dos maneras de hacerlo:

- Aumentando el diámetro del cilindro.
- Aumentando la carrera del pistón.

## **POR AUMENTO DE LA PRESIÓN MEDIA EFECTIVA**

La presión media efectiva no es otra cosa sino los valores promedio de presión que se genera dentro de la cámara en el momento de compresión y explosión.

Es decir que si se aumenta la presión dentro de la cámara, se logra la quema apropiada de una mayor cantidad de combustible y se dispone de una mayor presión de expansión para impulsar los pistones logrando en si una mayor potencia.

El único método para lograr este aumento es reduciendo el tamaño o volumen de la cámara de combustión y para ello tenemos algunos procesos o formas:

- Cepillando la culata.
- Cepillando el bloque de motor.
- Émbolos con cabeza más alta.
- Sustituyendo la junta.

## **POR AUMENTO DEL RÉGIMEN DE GIRO**

Este método consiste en lograr que el motor aumente sus RPM (revoluciones por minuto), si bien los motores vienen ya diseñados para soportar hasta un cierto número de rpm, es posible conseguir un considerable aumento del mismo eliminando o minimizando algunas fuerzas de inercia que se producen dentro del mismo.

Para conseguir este aumento de régimen de giro se trabajará específicamente en el aligeramiento de algunas masas o elementos del motor estos elementos son:

- Bielas.
- Pistones.
- Cigüeñal.
- Volante de inercia.

Todas estas modificaciones nos llevarán a obtener un gran aumento de la potencia del motor, y obligarán al motor a trabajar a exigencias mayores por lo que es recomendable antes de empezar el tener conocimiento de las ventajas pero también de las desventajas que podemos tener al finalizar el trabajo.

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Hoy en día es difícil encontrar libros especializados en la preparación de un motor de competición, debido a su complejidad y a la investigación minuciosa que esta requiere.

En nuestro medio son muy pocos los trabajos de investigación sobre este tema, especialmente en las bibliotecas son muy difíciles de encontrar, salvo por algunas páginas, temas o subtemas que algunos libros de mecánica le dedican a esté contenido.

El medio que más información proporciona sobre este tema es indudablemente el internet, sin embargo la información es bastante limitada, y generalizada.

Serán necesarios entonces para la elaboración de este manual los conocimientos básicos sobre mecánica del vehículo, la investigación profunda sobre la preparación o trucaje de motores, y también de conocimientos sobre el aprendizaje de los estudiantes ya que esto nos ayudara a realizar el manual de un modo que sea fácil de comprender y didáctico.

El motor del automóvil es una de las partes que más cuidado requiere a la hora de hacer cualquier reparación, o modificación, pues sus tolerancias son exactas y no pueden ser sobrepasadas de sobremanera porque podría poner en grave riesgo el funcionamiento del motor y su vida útil.

Esto obliga a tener en cuenta todos los detalles mínimos, en el proceso de modificación de un motor, por ejemplo, si el proceso va a ser por aumento de régimen de giro, alivianando o aligerando masas dentro del motor como cigüeñal, biela, etc. Conllevaría a

tomar en cuenta, en qué cantidades se puede hacer, ya que si se excede debilitaría a las piezas lo que pondría en peligro el funcionamiento del motor.

De esta forma la modificación de un motor puede llegar a ser tan compleja que se necesitará de cálculos para no sobrepasar las tolerancias máximas del motor, de lo contrario se expone al motor a daños irreversibles, esto nos obliga a tener un manual en el que se detalle todos los procesos, las reglas a seguir al inicio, durante y al finalizar el trabajo, evitando así realizar operaciones peligrosas y nos facilite el trabajo.

De ahí entontes la necesidad y la importancia de la elaboración de este manual, manual que proporcionara a los estudiantes de la Escuela de Educación Técnica, de la Carrera de Mecánica los conocimientos necesarios para llevar a cabo una modificación integra del motor para obtener o conseguir un automóvil apto para competencias, o que puede ser utilizado por personas afines a este tema para la elaboración de algún proyecto.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De qué manera incide la elaboración de un manual técnico sobre preparación de un motor Suzuki de competencia en el aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Educación Técnica de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo en el periodo 2013-2014?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. GENERAL**

Elaborar un manual técnico para la preparación del motor Suzuki de competición, para el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, de la escuela de educación técnica.

#### **1.3.2. ESPECÍFICOS**

- Analizar las diferentes modificaciones que se le puede realizar a un motor para aumentar su rendimiento.
  
- Elaborar un manual técnico de preparación de motores de competición.
  
- Determinar la mejora en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de educación técnica Licenciatura Industrial Automotriz.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA**

Si bien es cierto que en la modificación de un motor nos podemos encontrar con muchos inconvenientes, sabemos que las ventajas que se obtendrán son muchas, pues se alcanzaría un rendimiento óptimo, con mucha más potencia, velocidad entre otras.

La modificación, trucaje o preparación de un motor es un proceso que necesita obligadamente que el preparador conozca todos los pasos a seguir durante el trabajo, además que exige un alto nivel de precisión y sin opción a equivocarse, todos los métodos para elevar la potencia del motor tienen sus propios riesgos, sus limitaciones, sus tolerancias, cosa que el preparador también debe conocer necesariamente, de lo contrario, estaría exponiendo al motor y al vehículo a tener o sufrir daños tan graves que prácticamente lo dejarían invalido, es decir daños que pueden ser irreversibles e irreparables.

Y por el mismo hecho de ser un proceso bastante complejo y difícil de llevar a cabo, es importante contar con un manual técnico que nutra y guie a los estudiantes con conocimientos que se requieren y serán imprescindibles al momento de realizar el trabajo de preparación, aparte que la Escuela de Educación Técnica contaría con un manual que sería de gran aporte y apoyo para quienes se interesen por este tipo de proyectos.

Estas razones y el saber que en nuestro medio no existen muchos documentos que contengan plasmado en sí cuáles son estos procesos y cuál es la forma correcta de llevarlos a cabo sin comprometer el motor, nos lleva a la elaboración de este manual que será un gran aporte para los estudiantes de la carrera de mecánica.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Son pocos los documentos que se centran en el trucaje y preparación de motores, de los que podemos destacar los siguientes:

- .
  - Preparación y repotenciación del motor de un vehículo Suzuki forza 993 cm<sup>3</sup> para competición/Tesis de grado-ESPOCH/Martínez Tayupanda Franklin Vinicio-Romero Romero Danilo Jonathan.
  - Análisis para la modificación de los sistemas mecánicos que intervienen en el desempeño de un vehículo Datsun 1200 a partir de la repotenciación del motor/ Tesis de grado/ UPS/ Juan Pablo Fajardo Montaleza/ Diego Lautaro López/ Oscar Roberto Merchán/ Jairo Fabián Ortega.
  - Diseño, construcción e implementación de un sistema de admisión independiente para un motor Suzuki G-10/ Tesis de Grado/ UPS/ Robinson Fernando Portilla.

Estos proyectos de tesis ya realizados son algunos de los documentos antecedentes que han sido objeto de nuestra investigación, y han sido clave para elegir el tema de tesis que vamos a realizar.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

La historia del automovilismo abarca el período comprendido desde el nacimiento de las primeras carreras automovilísticas a finales del siglo XIX hasta la actualidad.

Desde la creación del primer automóvil en el siglo XVIII, que funcionaba con un motor a vapor, aceite o a carbón, empezó una gran disputa por construir autos mucho más eficientes, más cómodos y por supuesto más potentes, y mucho más veloces, logrando así a través del tiempo, ir evolucionando de una forma increíble, empezando por crear autos que para esa época eran inimaginables, autos que alcanzan velocidades increíbles.

Si nos remontamos al año de 1885 nos encontraremos uno de los más grandes pasos que dio la evolución del automóvil, teniendo al primer vehículo propulsado con un motor de combustión interna. Es comúnmente aceptado que los primeros automóviles con gasolina fueron casi simultáneamente desarrollados por ingenieros alemanes trabajando independientemente: Karl Benz construyó su primer modelo en 1885 en Mannheim. Benz lo patentó el 29 de enero de 1886 y empezó a producirlo en 1888. Poco después, Gottlieb Daimler y Wilhelm Maybach, de Stuttgart, diseñaron su propio automóvil en 1889, y así siguió la competencia entre las primeras marcas por construir motores aún más potentes y más veloces.

La historia del automovilismo abarca el período comprendido desde el nacimiento de las primeras carreras automovilísticas a finales del siglo XIX hasta la actualidad. Por el año 1894, surge la primera muestra de competición entre vehículos, e inicia una nueva era de disputa entre inventores por crear vehículos más potentes.

Inicia una era de construcción y preparación de motores específicamente creados para competición, con características muy distintas a los motores de los autos convencionales, siendo por esta razón vehículos muy costosos.

Pero, esto no limita a los motores convencionales, pues con un poco de ingenio pueden ser modificados para alcanzar el más alto rendimiento en lo que a potencia se refiere.

Durante nuestra investigación encontramos algunas modificaciones que se pueden aplicar de acuerdo a las características del motor, (pues las modificaciones varían según los límites de tolerancia del mismo), en las que sobresalen tres modificaciones y a las que tomaremos en cuenta para la elaboración de este manual:

- Por aumento de la cilindrada.
- Por aumento de la presión media efectiva
- Por aumento del régimen de giro.

Y es aquí donde nos centraremos, vamos a estudiar algunas de las modificaciones que se le pueden realizar a un motor convencional para aumentar su potencia, teniendo en cuenta por supuesto de no sobrepasar las tolerancias y especificaciones con las que el motor fue fabricado, esto para no poner en riesgo el buen funcionamiento del motor.

### **2.2.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PREPARACIÓN DE UN MOTOR**

#### **VENTAJAS**

- Brinda al motor una mayor aceleración.
- Se obtendrá velocidades mayores en menor tiempo.
- Se mejorará la relación peso – potencia.
- Se llevara al motor a trabajar a su más alto nivel, lo que significa mayor potencia, y una velocidad final más elevada.

## **DESVENTAJAS**

Por el hecho de llevar al motor a trabajar a su máximo nivel esto se traduce en:

- Desgaste prematuro de ciertos elementos del mismo.
- Existirá un mayor consumo de combustible y probablemente será necesario la utilización de un combustible con mayor octanaje.
- La preparación del motor obliga también a la modificación de otros sistemas como el sistema de enfriamiento, sistema de frenado y otros.

### **2.2.2. EL MOTOR**

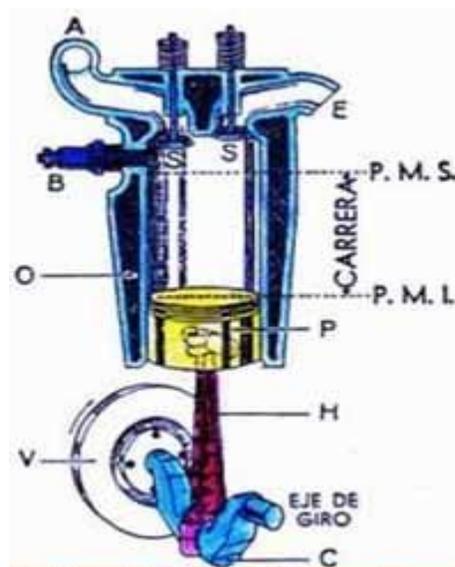
Son muchas las definiciones que podemos encontrar para “motor de combustión interna, a continuación detallaremos algunas de ellas que consideramos básicas e importantes conocer:

- Un motor de combustión interna es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la parte principal de un motor (<http://www.monografias.com/trabajos94/motor-combustion-interna/motor-combustion-interna.shtml>).
- ARIAS-PAZ Manuel (2000) manifiesta que: “Manual de automóviles” “Un motor de combustión interna es básicamente una máquina que mezcla oxígeno con combustible atomizado. Una vez mezclados íntimamente y confinados en un espacio denominado cámara de combustión, los gases son encendidos para quemarse (combustión). Debido a su diseño, el motor, utiliza el calor generado por la combustión, como energía para producir el movimiento giratorio”. (pg.81).

### 2.2.3. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR.

En un motor el pistón se encuentra ubicado dentro del cilindro, cuyas paredes le restringen el movimiento lateral, permitiendo solamente un desplazamiento lineal alternativo entre el punto muerto superior (PMS) y el punto muerto inferior (PMI); a dicho desplazamiento se le denomina carrera.

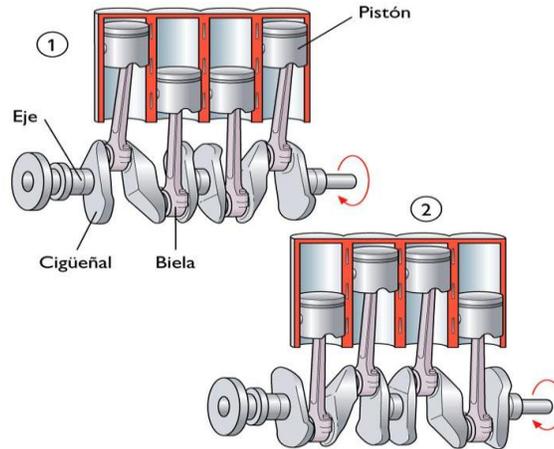
**GRAFICO 1:** Funcionamiento del motor



**FUENTE:** <http://www.paranauticos.com/Diccionario/C/carrera-piston.htm>

Tanto el movimiento del pistón como la presión ejercida por la energía liberada en el proceso de combustión son transmitidos por la biela al cigüeñal. Este último es un eje asegurado por los apoyos de bancada al bloque del motor, y con unos descentramientos en cuales se apoyan las bielas, que son los que permiten que el movimiento lineal del pistón transmitido por la biela se transforme en un movimiento circular del cigüeñal.

**GRAFICO 2:** Transmisión de movimiento (Pistón. Biela, cigüeñal)



**FUENTE:** <https://montandomimoto.wordpress.com/tag/ciguenal/>

#### **2.2.4. CICLO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR**

Se denomina motor de cuatro tiempos al motor de combustión interna alternativo tanto de ciclo Otto como ciclo del diésel, que precisa cuatro, o en ocasiones cinco, carreras del pistón o émbolo (dos vueltas completas del cigüeñal) para completar el ciclo termodinámico de combustión. Estos cuatro tiempos son:

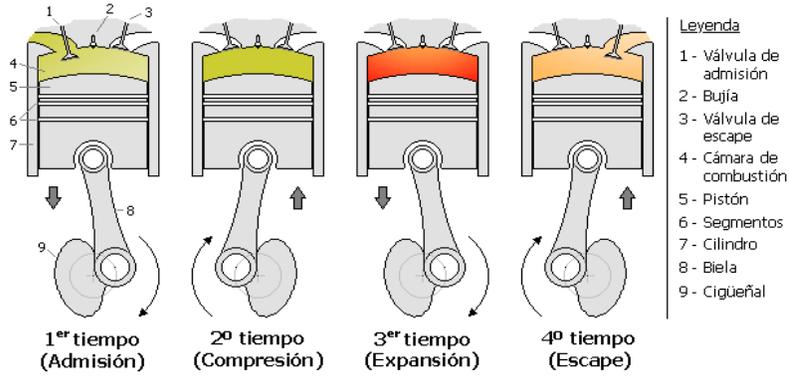
ADMISIÓN

COMPRESIÓN

EXPLOSIÓN (Expansión)

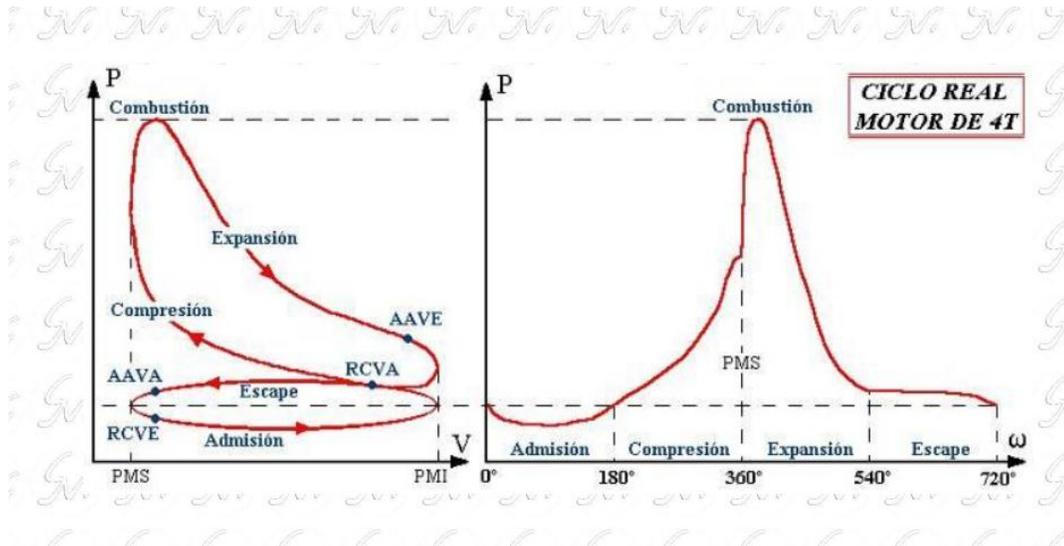
ESCAPE

**GRAFICO 3: Ciclos del motor**



**FUENTE:** [https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_de\\_cuatro\\_tiempos](https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_cuatro_tiempos)

**GRAFICO 4: Ciclo real del motor**



**FUENTE:** [https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_de\\_cuatro\\_tiempos](https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_cuatro_tiempos)

## 2.2.5. ANÁLISIS DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

### PAR MOTOR/TORQUE

El par motor o torque es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.

En un motor de explosión de un vehículo, la combustión de la mezcla combustible-aire genera un aumento de la presión y temperatura en el interior de los cilindros del motor. Esta presión interior produce a su vez una fuerza ( $F$ ) de empuje sobre el pistón que lo desplaza generando el mecanismo de biela-manivela de los motores de combustión interna alternativos, donde el movimiento rectilíneo alternativo del pistón en el interior del bloque motor se transforma en un movimiento circular de giro del cigüeñal.

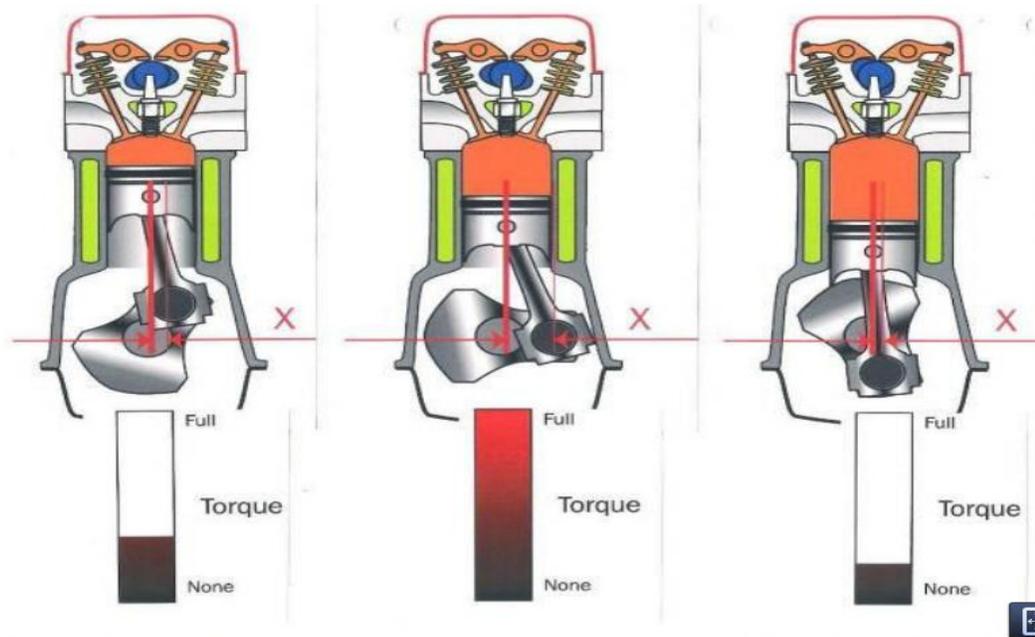
Pues bien, el par motor o "torque" ( $T$ ) es el producto de la fuerza aplicada ( $F$ ) de empuje a los cilindros por la distancia ( $d$ ) al eje geométrico de giro del árbol del cigüeñal.

$$T = F \cdot d$$

Si la fuerza fuera lineal y constante, la forma del par en cada vuelta sería senoidal.

Pero la fuerza que produce el par en un motor térmico, es una fuerza variable, que tiene un máximo en el momento de la explosión, es positiva durante el proceso de expansión de los gases, y se convierte en negativa el resto del tiempo durante cada dos vueltas (motor de 4 T), (<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>).

**GRAFICO 5: Torque máximo**



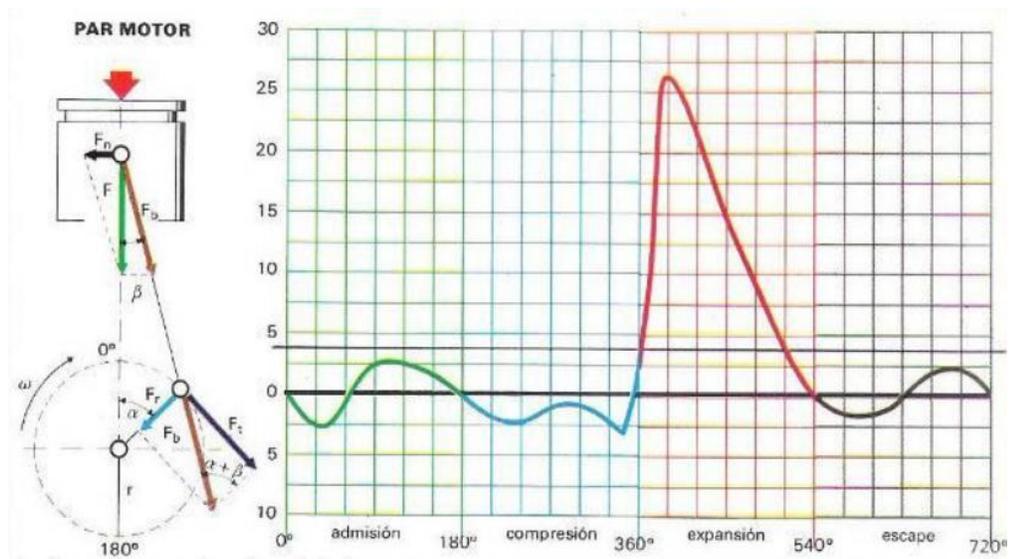
**FUENTE:** <http://www.auto10.com/reportajes/potencia-y-par-como-interpretar-un-grafico/662>

### **CURVA DE PAR MOTOR O TORQUE**

Intuitivamente se entiende que la fuerza ( $F$ ) que produce el par motor es una fuerza variable, que en el caso de un motor de 4T es máximo en el momento que se produce la combustión de la mezcla y su posterior expansión en el cilindro, siendo negativa, esto es, no genera par motor en las demás fases (expulsión de gases, aspiración o llenado y compresión de la mezcla).

Y dentro de la fase donde se genera par motor (es decir, en la fase de combustión), el rendimiento del motor no es el mismo dependiendo del régimen de giro, y por ende el valor de la fuerza (F) de empuje que se genera. A continuación, se adjunta una gráfica con la curva par motor.

**GRAFICO 6:** Curva de par motor o torque



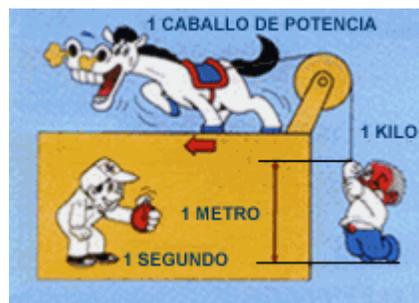
**FUENTE:** <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/par-motor-definicion-significado/gmx-niv15-con195062.htm>

## POTENCIA

La potencia es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo. Puede asociarse a la velocidad de un cambio de energía dentro de un sistema, o al tiempo que demora la concreción de un trabajo. Por lo tanto, es posible afirmar que la potencia resulta igual a la energía total dividida por el tiempo (<http://definicion.de/potencia/>).

La potencia en términos generales, expresa la capacidad para ejecutar un trabajo en el menor tiempo posible. Una fuente de energía que puede mover 1 kg de peso por una distancia de 1 metro en un sólo segundo es más 'potente' que otra capaz de desplazar el mismo peso en 2 segundos.

**GRAFICO 7:** Potencia



**FUENTE:** <http://www.todomotores.cl/mecanica/potencia.htm>

El par, es un concepto de fuerza giratoria, que puede permanecer en reposo. (Par estático). Pero la potencia requiere movimiento. El concepto de potencia, tiene en cuenta no solo el concepto de par, sino cuantas veces, está disponible ese par en el tiempo, o sea, con qué velocidad podemos disponer del par. Por definición la potencia es el producto de una fuerza por una velocidad. Si el movimiento es de traslación, la fuerza es lineal y la velocidad, lineal también  $P= F \times v$ , y si el movimiento es rotativo, la fuerza es rotativa y se llama PAR, y la velocidad es rotativa o angular y se llama régimen de giro.

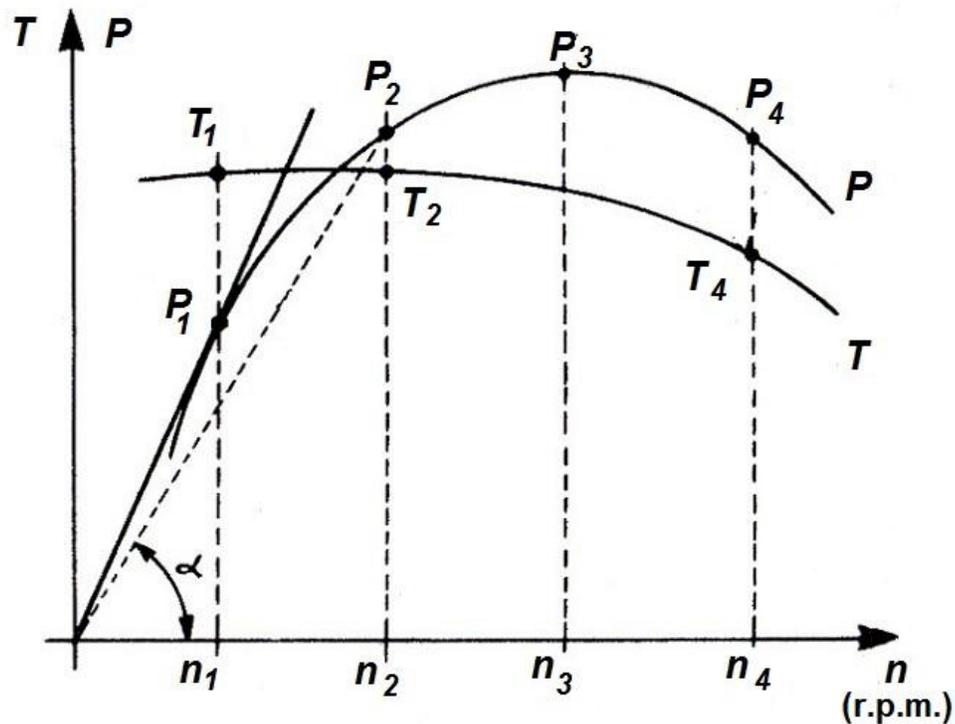
$P= T \times w$  (<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>)

## CURVA DE POTENCIA

En la siguiente gráfica se representa de nuevo la curva conjunta de potencia ( $P$ ) y par motor ( $T$ ), en función de la velocidad de giro ( $n$ ) en r.p.m. para un motor tipo.

Como la POTENCIA, es el par multiplicado por el régimen de giro, una vez obtenida la curva de par en función del régimen, la curva de potencia es inmediata.

GRAFICO 8: Curva de potencia



FUENTE: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>

Como se puede observar de la anterior figura, la potencia que puede ofrecer un motor de combustión interna tipo aumenta conforme sube de régimen de giro, hasta un máximo (representado por  $P_3$ ) que se alcanza cuando gira a  $n_3$  (r.p.m.).

En estas condiciones, aunque se acelere más la velocidad del motor, éste no es capaz de entregar más potencia dado que la curva entra en su tramo descendente. El límite máximo de revoluciones a la que puede girar el motor lo marca  $n_4$ , establecido por las propias limitaciones de los elementos mecánicos que lo constituyen.

Lo primero que se puede comprobar es que la máxima potencia no corresponde con el régimen del máximo par motor (punto de revoluciones  $n_1$ ). En la mayoría de los casos, el punto de par máximo se encuentra en torno al 70% del régimen nominal, es decir, de aquel al que se produce la máxima potencia.

Esto es así porque según se vio en el apartado 2.1 anterior, la potencia es el producto del par motor por el número de vueltas, y aunque se alcance el punto donde se comienza ligeramente a disminuir el par que ofrece el motor, este efecto se compensa por el aumento, que proporcionalmente es mayor, del régimen de giro del motor, y por ello su producto, que proporciona la potencia, sigue aumentando.

En otro orden de cosas, el rango de velocidades que produce un funcionamiento estable del motor, según la gráfica de la figura 3 anterior, sería el comprendido entre el régimen de velocidades  $n_1$  y  $n_2$ , valores que por otro lado no se corresponde con el punto de máxima potencia.

En efecto, si el motor se encuentra funcionando a un régimen de velocidades entre  $n_1$  y  $n_2$ , cualquier situación cambiante que se produzca durante la conducción y que suponga un aumento del par resistente, por ejemplo al subir una carretera en pendiente, el motor se adapta automáticamente disminuyendo su régimen de giro porque esto supone que aumentará el par motor. Y análogamente, si de nuevo baja el momento resistente, por ejemplo al volver a un tramo sin pendiente en la carretera, las necesidades del par motor son menores que se consigue automáticamente aumentando la velocidad del motor.

## **CONSUMO**

El Consumo específico indica la eficiencia que tiene un motor para transformar carburante en energía mecánica, y se expresa como la cantidad de carburante que hay que consumir (en gramos), para obtener una determinada potencia en kilovatios (kW), durante una hora (g/kWh).

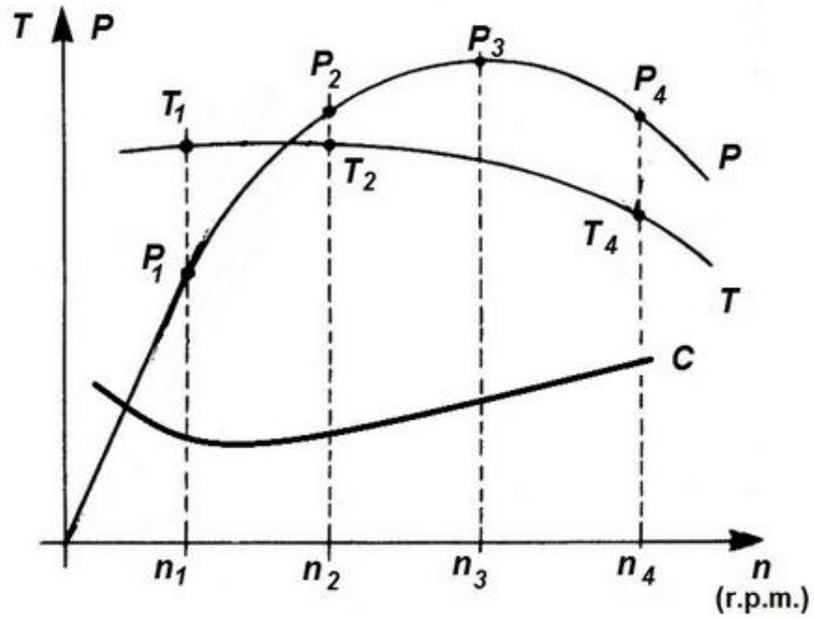
El consumo específico proporciona información sobre el rendimiento del motor. Cuanto menor sea su consumo específico, mejor es su rendimiento.

El rendimiento de un motor indica la proporción de energía útil empleada en mover el vehículo de la total obtenida con la combustión en el motor. En los mejores motores diésel, este rendimiento apenas supera el 40%, mientras que en los motores de gasolina se queda por debajo de esa cifra (<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>).

## **CURVA DE CONSUMO ESPECIFICO**

En general, la curva de consumo específico suele seguir un comportamiento inverso a la curva del par, es decir, en las condiciones de par máximo se consigue un consumo específico mínimo.

**GRAFICO 9:** Curva de consumo



**FUENTE:** <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>

## **2.2.6. PREPARACIÓN DEL MOTOR**

La misión principal de un motor de combustión interna, es el de transformar la energía química/calorífica que produce un combustible, en energía mecánica.

Resumiendo diremos que para producir potencia el motor necesita mezclar con el combustible una cierta cantidad de oxígeno para que la combustión pueda llevarse a cabo dentro de la cámara del motor.

Podemos decir entonces que el único camino para el aumento de potencia del motor es aumentando el consumo del aire debidamente proporcionado con el líquido combustible, lo único que varía es el método para conseguir este aumento de entrada de aire.

Teniendo en cuenta todo esto, podemos ver que los únicos caminos que tenemos para aumentar la potencia del motor son tres y son los siguientes:

- Por aumento de la cilindrada.
- Por aumento de la presión media efectiva
- Por aumento del régimen de giro.

## **2.2.7. POR AUMENTO DE CILINDRADA**

### **¿Qué es la cilindrada de un motor?**

Denominación que se da a la suma del volumen útil de todos los cilindros de un motor alternativo. Es muy usual que se mida en centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>).

Es decir es la capacidad que tiene un motor o los cilindros de un motor para recibir mezcla de aire y combustible en su interior, entonces, mientras mayor mezcla pueda entrar en un cilindro mayor será la fuerza y potencia que este produzca.

La cilindrada podemos medirla en centímetros cúbicos (cc), o en litros (L), que son las más conocidas y la podemos calcular de la forma siguiente:

$$\text{Cilindrada Total} = [(\pi \times d^2)/4] \times (L \times \text{número de cilindros})$$

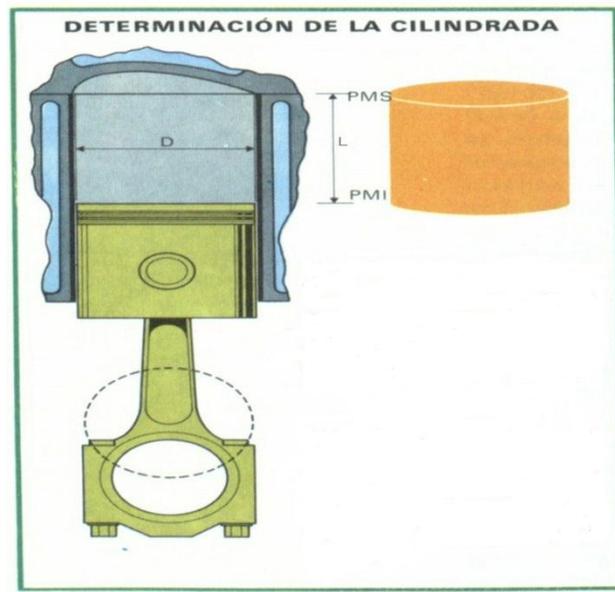
$$\text{Cilindrada Unitaria} = [(\pi \times d^2)/4] \times L$$

DONDE:

d= diámetro del cilindro

L= carrera del pistón

**GRAFICO 10:** Cilindrada



**FUENTE:** <http://diccionario.motorgiga.com/>

### **2.2.8. PROCESOS PARA EL AUMENTO DE LA CILINDRADA**

Como ya sabemos que la cilindrada es la cantidad máxima de mezcla que un motor puede recibir en el interior de cada cilindro y que depende de esto la potencia del motor, entonces, es evidente que mientras mayor sea el volumen del cilindro mucho mayor será la entrada de aire y combustible, teniendo como resultado un aumento considerable en la potencia del motor.

A continuación estudiaremos entonces algunos procesos con los que lograremos este aumento de volumen en los cilindros.

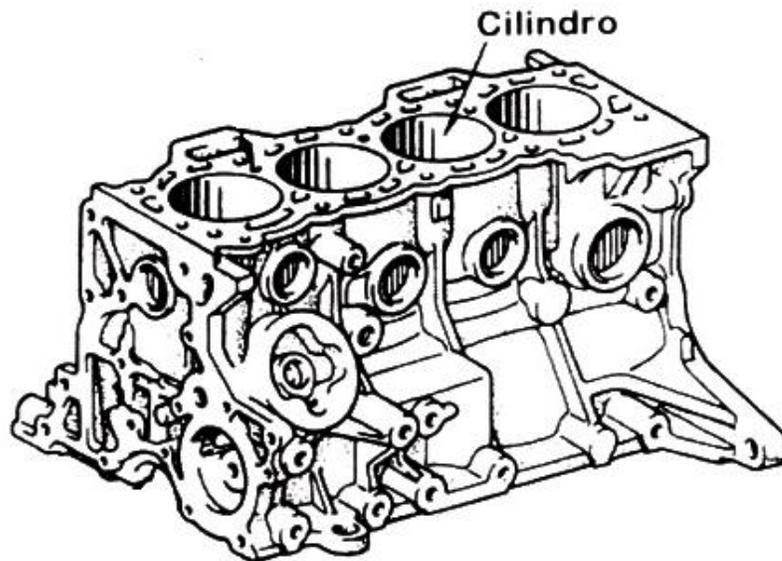
Teniendo en cuenta las especificaciones del motor y sus tolerancias podemos decir que los procesos más factibles a realizar son los siguientes:

- Aumentar el diámetro del cilindro.
- Aumentar la carrera del pistón.

En cualquiera de los casos, tendremos como resultado una mayor potencia a un régimen de giro igual que antes de ser modificado.

## 2.2.9. AUMENTO DEL DIÁMETRO DEL CILINDRO

GRAFICO 11: BLOQUE DE CILINDROS



**FUENTE:** <http://www.automotriz.net/cms/tecnica/conocimientos-basicos-parte->

2/

Uno de los sistemas más efectivos o tal vez el más efectivo y menos complejo para llevar a cabo es el aumento del diámetro del cilindro. Bastarán muy pocos milímetros para obtener resultados notorios de aumento de potencia de su vehículo.

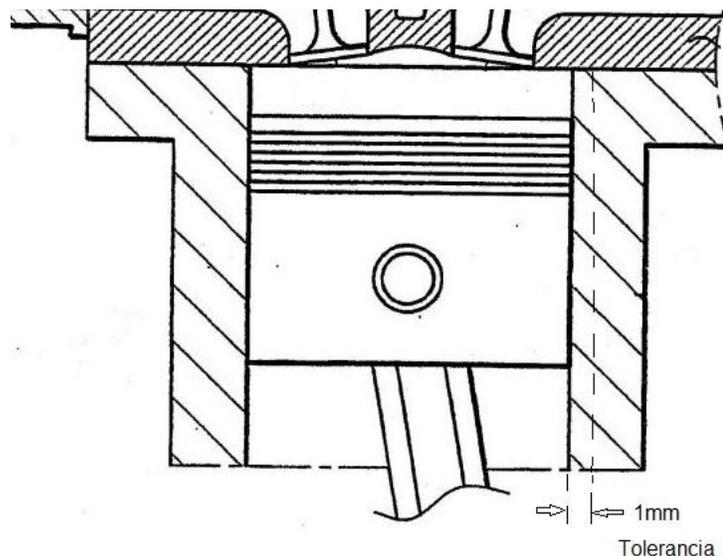
Sabemos que todo motor tiene en el grosor de sus camisas o cilindros unos milímetros de tolerancia que el fabricante ha dispuesto para futuras rectificaciones que el motor pueda necesitar, pues con el tiempo debido a la fricción existente entre el embolo y la camisa, estos dos elementos se irán

desgastando, dejando un desajuste cada vez más evidente, es aquí donde se utilizan estas sobredimensiones o tolerancias para compensar este desgaste.

Son estas tolerancias o sobredimensiones las que aprovecharemos tanto como nos sea posible y las normas del fabricante nos lo permitan, pues ganaremos estas tolerancias con el único objetivo de aumentar unos cuantos centímetros cúbicos de cilindrada, y aumentar así la potencia que el motor proporciona.

El sistema consiste, sencillamente, en rebajar las paredes del cilindro con el objetivo de ganar mayor diámetro, y por ende mayor volumen.

**GRAFICO 12:** Aumento del diámetro del cilindro de motor



**FUENTE:** <http://m.patentados.com/invento/procedimiento-de-comando-de-funcionamiento-de-un-cilindro-de-motor-de.html>

Este proceso será igual o similar al de una rectificación, es decir, llevaremos al block del motor a una rectificadora, y rebajaremos los milímetros o fracciones de milímetros que nos sean posibles.

Es decir, como ejemplo, si nosotros encontramos que el diámetro del pistón antes de ser modificado es de 80 mm, y calculamos que lo máximo que podemos rectificar es de 1 mm por lado, es decir, ganamos 2 mm en el diámetro total, tendríamos que el nuevo diámetro sería de 82 mm.

Pues bien, no se crea que este aumento sea insignificante en la práctica, pues este aumento sumado a todas las modificaciones tiene una gran repercusión en el aumento de potencia.

Es así que, si calculamos la cilindrada antes y después de esta modificación tendríamos que:

#### **ANTES DE MODIFICAR:**

##### **Datos:**

$$\mathbf{D = 80 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{L = 80 \text{ mm}}$$

$$\text{Cilindrada Total} = [(\pi \times d^2)/4] \times (L \times \text{número de cilindros})$$

$$\text{CILINDRADA TOTAL} = (3,14 \times 80^2) / 4 \times (80 \times 4)$$

$$\begin{aligned}
&= 5024 \times 320 \\
&= 1607680 \text{ mm}^3 \\
&= 1607 \text{ cm}^3 \\
&= 1.6 \text{ L}
\end{aligned}$$

### **DESPUÉS DE MODIFICAR**

**Datos:**

$$\mathbf{D= 82}$$

$$\mathbf{L= 80}$$

$$\text{Cilindrada Total} = [(\pi \times d^2)/4] \times (L \times \text{número de cilindros})$$

$$\text{CILINDRADA TOTAL} = (3,14 \times 82^2) / 4 \times (80 \times 4)$$

$$= 5278 \times 320$$

$$= 1689069 \text{ mm}^3$$

$$= 1689 \text{ cm}^3$$

$$= 1.69 \text{ L}$$

Estamos hablando entonces de un aumento de  $82 \text{ cm}^3$ , que representan también un aumento de potencia significativo en el motor.

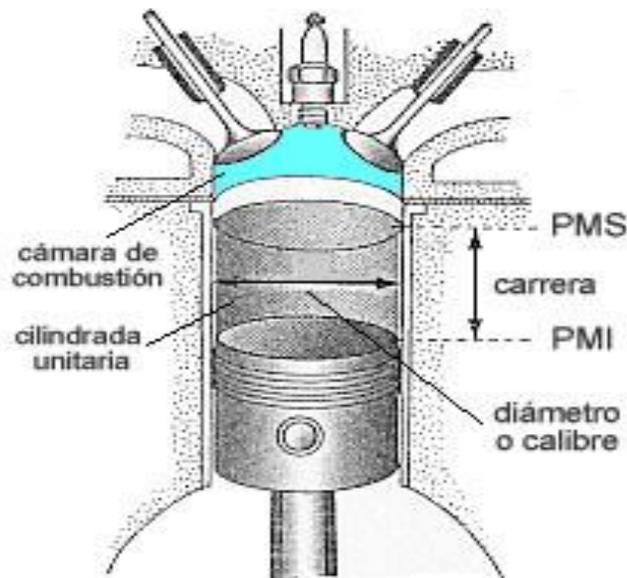
### 2.2.10. AUMENTAR LA CARRERA DEL PISTÓN

El aumento de la carrera del pistón al igual que el aumento del diámetro del cilindro es otro método que nos dará el mismo resultado que buscamos obtener es decir aumentar la cilindrada del motor, y conseguir por medio de esto el aumento de la potencia.

#### ¿Qué es la carrera del pistón?

Entendemos por carrera o carrera de pistón a la distancia recorrida por el pistón dentro del cilindro, es decir, a la distancia existente entre el PMS (punto muerto superior) y el PMI (punto muerto inferior).

**GRAFICO 13:** Carrera del pistón



**FUENTE:** [http://www.aficionadosalamecanica.net/cur\\_mec\\_cilindrada.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/cur_mec_cilindrada.htm)

Otro método o forma de lograr una mayor cilindrada es el aumentar la carrera del pistón, es decir, aumentar la distancia de recorrido del pistón.

Al pensar en aumentar la carrera del pistón, se nos viene la mente casi inmediatamente el aumentar el tamaño de la biela del pistón, pero esta es una idea totalmente equivocada, si solo alargamos la biela lo único que lograremos es desplazar el recorrido del pistón mas no aumentarlo.

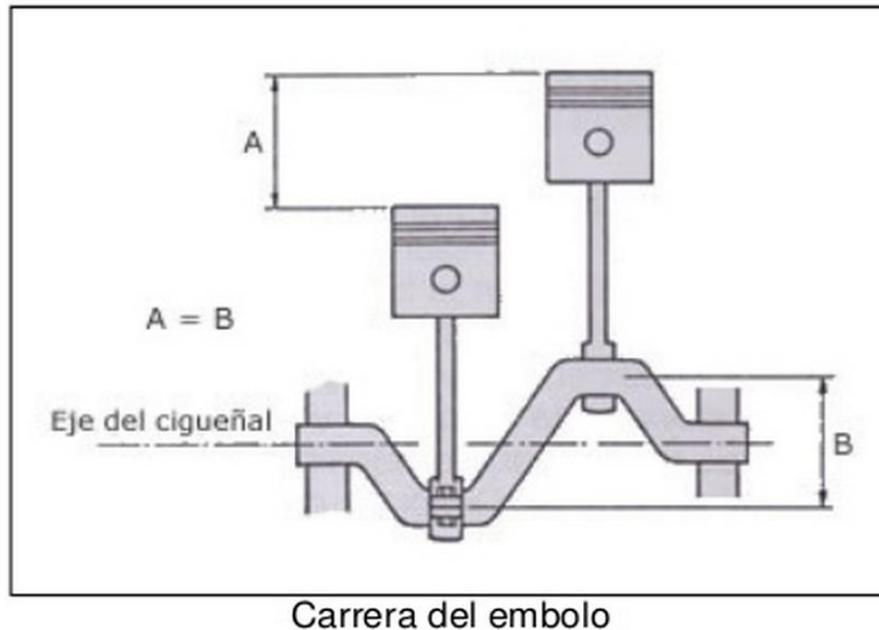
Es decir, que si aumentamos el tamaño de la biela lograremos que al subir esta empuje el pistón más hacia arriba es decir desplazo el PMS unos milímetros, pero al momento de bajar notaremos que el PMI también se desplazó hacia arriba debido a que la biela es más grande.

Es decir que el tamaño de la biela no tiene ninguna influencia en la distancia de recorrido del pistón o carrera de pistón dentro del cilindro.

Entonces, ¿Cómo aumentamos la carrera del pistón?

Bien pues la respuesta se encuentra en las muñequillas o codos de biela, porque, la carrera del pistón está directamente relacionada con la distancia existente entre ejes de las muñequillas o codos de biela, como se indica en la siguiente imagen.

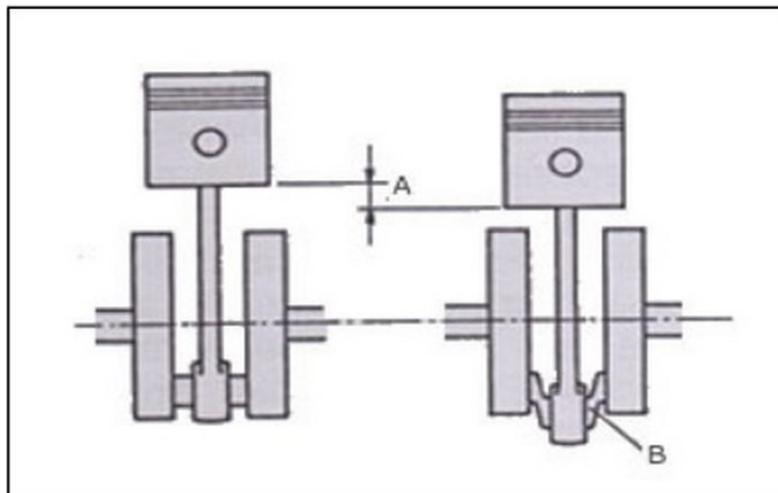
**GRAFICO 14:** Carrera de pistón proporcional a desplazamiento de muñequillas del cigüeñal



**FUENTE:** William

Entonces, la mejor solución para aumentar la carrera del pistón está en las muñequillas del cigüeñal, lo que hay que hacer es modificar estas muñequillas aumentando su distancia de empuje, y se puede lograr construyendo piezas especiales que se acoplen al cigüeñal, como por ejemplo adaptando un gorrón postizo excéntrico en el cigüeñal como vamos a apreciar a continuación en la siguiente imagen.

**GRAFICO 15:** Muñequillas de cigüeñal modificadas



**FUENTE:** William

Hay que recalcar también que este proceso es más teórico que práctico, pues al conseguir aumentar la carrera, la velocidad del pistón también se verá afectada con un aumento significativo, y al haber mayor velocidad existirá un aumento también considerable de temperatura dentro del cilindro lo que podría traer como consecuencia un desgaste prematuro de los componentes del motor.

### **2.2.11. POR AUMENTO DE LA PRESIÓN MEDIA EFECTIVA**

**¿Qué es la presión media efectiva del motor?**

La presión media efectiva puede definirse como el valor promedio de las presiones que se establecen en el interior de la cámara de combustión mientras esta se está produciendo.

Dadas las características básicas que determinan el funcionamiento de un motor de explosión, la cantidad de energía calorífica liberada en el momento de la explosión, es tanto mayor cuanto mayor es la temperatura absoluta alcanzada en el momento de encendido de la mezcla (<http://fiat125.foros.ws/t606/los-caminos-para-el-aumento-de-potencia/>).

Si se obtiene una elevación importante de los valores de presión en el interior de la cámara de combustión, se consigue un aumento considerable de la potencia del motor.

Comparando dos motores iguales, aquél que es capaz de quemar apropiadamente mayor cantidad de combustible, dispone de mayor presión de expansión para impulsar los pistones.

#### **2.2.12. PROCEDIMIENTOS PARA AUMENTAR LA COMPRESIÓN DE UN MOTOR**

Pues bien, la única forma para aumentar la presión del motor es reduciendo el volumen de la cámara (obviando claro está, el procedimiento de aumento del diámetro del cilindro, que al aumentar la entrada de mezcla, también se aumentara la compresión debido a que se mantiene el volumen de la cámara), para esto estudiaremos entonces algunos de los métodos que podemos utilizar para aumentar la compresión del motor.

Pero antes de entrar en el estudio de estos métodos, es importante que conozcamos como se debe medir el volumen de la cámara de combustión de un motor, con fines de poder comprobar el resultado de los procedimientos de modificación que se vayan a realizar.

##### **¿Cómo medir el volumen de la cámara de combustión?**

Bien, si la forma de la cámara de combustión fuese una figura geométrica regular, el cálculo del volumen de la misma sería muy fácil, pues lo único que tendríamos que hacer es aplicar la fórmula para calcular el volumen de dicha figura, por ejemplo, si la

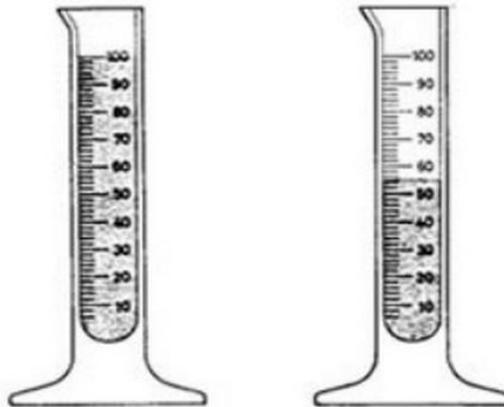
forma de la cámara de combustión fuese de una semiesfera, lo único que tendríamos que hacer es aplicar la formula  $V = (2 * \pi * r^2) / 3$ , y ya tendríamos el volumen requerido.

Pues bien esto no ocurre de esta manera, ya que por el contrario la cámara de combustión adopta muchas y diferentes formas irregulares que serían difíciles por no decir imposibles de calcular con una sola formula.

Bien, esto no quiere decir que no podamos medir el volumen de la cámara, pues existen maneras, formas para hacerlo, y la más común y más utilizada sigue el siguiente proceso:

Primero necesitamos un instrumento graduado de precisión de medición de volumen, una probeta por ejemplo, preferiblemente que sea de vidrio debido a su mayor precisión, la escala de la probeta no necesita ser mayor a los 100 cm<sup>3</sup> como se muestra en la imagen.

**GRAFICO 16:** Probeta

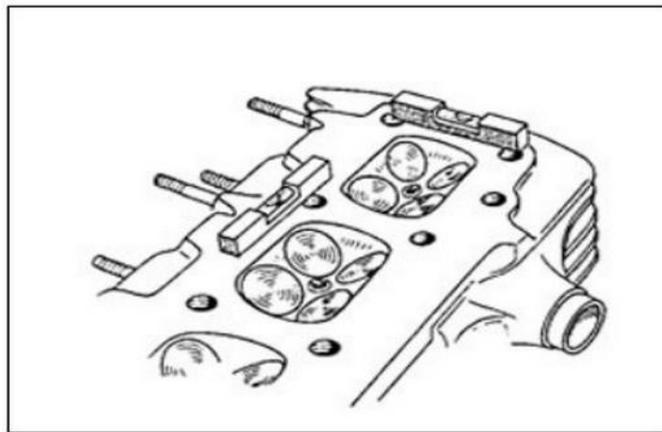


**FUENTE:** <http://es.slideshare.net/WilliamGonzales3/trucaje-demotores>

Cuando ya contemos con la probeta, procederemos a llenarla hasta los 100 cm<sup>3</sup> con el mismo tipo de aceite que utiliza el motor, o también se lo puede realizar con líquido hidráulico.

El siguiente paso a seguir consiste en desmontar la culata del motor, buscaremos una superficie totalmente plana y la ubicaremos boca arriba, no olvidemos que para poder lograr esta medición las válvulas no deben ser desmontadas de la culata y deben estar en posición de compresión, es decir, deben estar totalmente cerradas y la bujía colocada en su lugar. Luego nos cercioramos que la superficie de la culata este horizontal totalmente, si es necesario nos valdremos de un nivel para comprobarlo.

**GRAFICO 17:** Superficie de culata totalmente horizontal

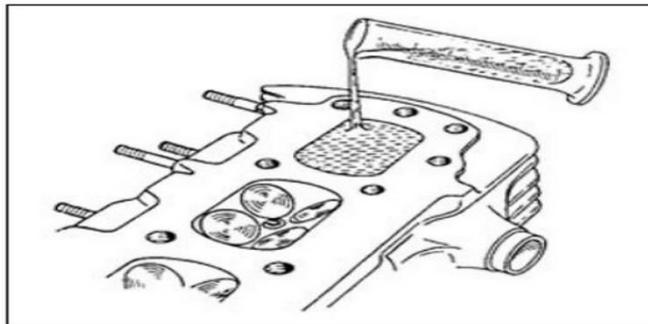


**FUENTE:** <http://es.slideshare.net/WilliamGonzales3/trucaje-demotores>

Cuando ya tengamos estos dos pasos listos, entonces procederemos a verter cuidadosamente el líquido que se encuentra en la probeta sobre la cámara de combustión, lo haremos hasta que el líquido quede al ras de la superficie de la culata, en

ese instante dejaremos de verter el líquido y pasaremos a comprobar el volumen de la cámara.

**GRAFICO 18:** Llenado de la cámara



**FUENTE:** <http://es.slideshare.net/WilliamGonzales3/trucaje-demotores>

Ahora pasaremos a la ver cuál es el volumen de la cámara de combustión, como en principio ya sabíamos que en la probeta se encontraba  $100 \text{ cm}^3$ , para saber cuál es el volumen de la cámara, solo veremos cuanto de líquido nos quedó en la probeta y le restaremos el total que es los  $100 \text{ cm}^3$ , el resultado será el volumen que entro la cámara de combustión, siendo el volumen de la misma.

Ejemplo:

Tenemos una probeta que contiene  $100 \text{ cm}^3$  de aceite. Luego de haber vertido el aceite en la cámara y de haber dejado reposar un tiempo la probeta para que se acumule el aceite que queda en las paredes de la misma, la probeta consta con  $60 \text{ cm}^3$ , entonces, el volumen de la cámara de combustión vendría a ser la diferencia entre estas dos cantidades

Es decir:

$$100 \text{ cm}^3 - 60 \text{ cm}^3 = 40 \text{ cm}^3$$

El volumen de la cámara sería  $40 \text{ cm}^3$ .

Este procedimiento hay que decirlo, no es aplicable a todo tipo de cámaras, solo se aplicara en motores en los que sus pistones tengan su cabeza totalmente plana, este método no funcionara en cámaras en los que sus pistones cuenten con una protuberancia en sus cabezas que se introducen dentro de la cámara, ya que esta protuberancia disminuye el volumen de la misma y esta disminución no está tomada en cuenta en el método anterior.

Para este tipo de cámaras en los que su volumen se ve afectado a que una parte de la cabeza del pistón se introduce en la misma, o a su vez existen pistones en los que la cámara o parte de la cámara de combustión se encuentran en la cabeza del pistón mediante una hendidura, para estos tipos especiales buscaremos otro tipo de procedimientos.

Uno de los procedimientos más utilizados es el siguiente:

Para este proceso ya no tenemos la necesidad de desmontar la culata del motor, pero al igual que en el proceso anterior necesitaremos de la probeta y el aceite.

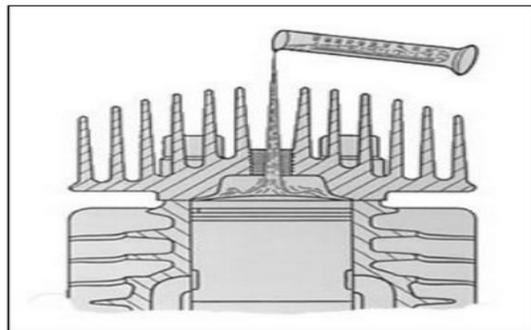
Para esto procederemos de la siguiente manera:

- Retiramos la bujía de la culata.
- Verificamos que el pistón se encuentre en el punto muerto superior (PMS).
- Verificamos que las válvulas estén en la posición que corresponde al ciclo de compresión, es decir, totalmente cerradas (lo podemos hacer mediante la posición del árbol de levas).
- Empezamos a verter el aceite o liquido hidráulico de la probeta dentro de la cámara por medio del agujero donde va posicionada la bujía.

- Luego de esto aplicaremos el mismo proceso de verificación del volumen de cámara que en el método anterior.

Para llevar a cabo este proceso es recomendable realizarlo con el motor algo caliente, para así tener los segmentos (rines) dilatados y herméticos con respecto a las paredes del cilindro, y evitar cualquier fuga del aceite.

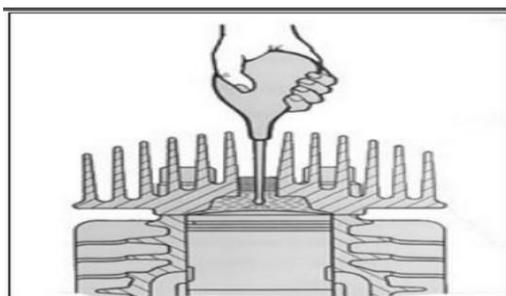
**GRAFICO 19:** Medición del volumen de la cámara



**FUENTE:** [www.mecanicavirtual.org](http://www.mecanicavirtual.org)

Una vez que sepamos el volumen de la cámara, procedemos a retirar el aceite utilizando una goma aspirante. (Aunque no sea posible sacar totalmente todo el aceite, el resto que quede en el cilindro será expulsado igual con los gases de escape), aunque es imprescindible tratar de sacar la mayor cantidad de aceite posible.

**GRAFICO 20:** Vaciado de la cámara



**FUENTE:** [www.mecanicavirtual.org](http://www.mecanicavirtual.org)

### **2.2.13. MÉTODOS PARA AUMENTAR LA COMPRESIÓN**

Estudiaremos entonces los tres métodos que podemos encontrar en nuestro medio para lograr este aumento de presión.

Los procedimientos son:

- Cepillado o rebaje de la culata.
- Rebajar el bloque.
- Poner émbolos con cabeza más alta.
- Sustituir junta.

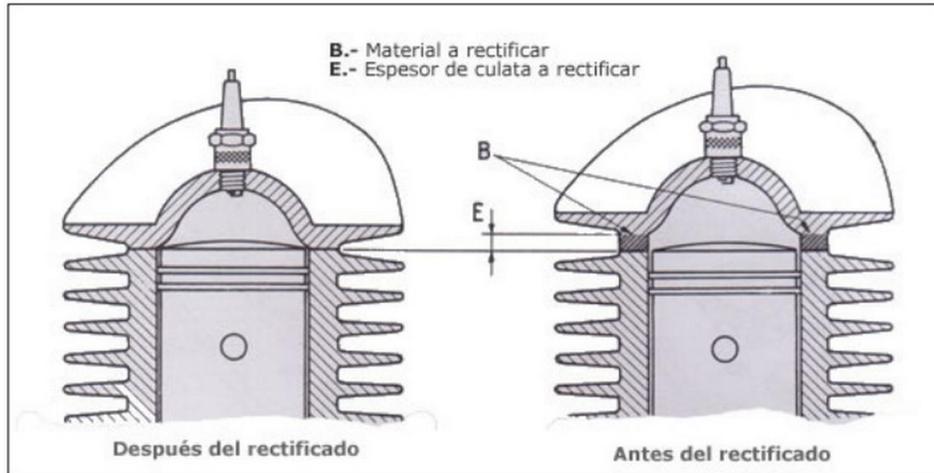
Estos tres procedimientos son los más factibles a la hora de aumentar la compresión, por ser métodos fáciles de realizar.

### **2.2.14. CEPILLADO O REBAJE DE LA CULATA.**

De los tres procedimientos antes mencionados el cepillado o el rebaje de la culata es el más fácil, más efectivo y por supuesto más barato de realizar.

El rebaje o cepillado de la culata no es otra cosa más que rebajar o quitar material de la superficie de la culata que está en contacto con el bloque de motor, logrando así que la culata se hunda o baje su posición con respecto al bloque del motor, reduciendo de esta forma el volumen que ocupa la mezcla aire-gasolina dentro de la cámara de combustión, y de esa manera poder elevar la compresión del motor y con ello la potencia.

**GRAFICO 21:** Cepillado de la culata



**FUENTE:** [www.mecanicavirtual.org](http://www.mecanicavirtual.org)

El cepillado de la culata es un procedimiento relativamente económico para aumentar la potencia pero no el ideal pues se debe tener cuidado que las válvulas al momento de abrirse no choquen con la cabeza del pistón, tengamos en cuenta que después de rebajar estarán más cercanas.

Si solo le bajas o cepillas la(s) culatas, puedes tener problemas de sincronización entre el cigüeñal y levas, lo mejor es usar poleas regulables en las levas.

Este tipo de trabajos deben ser realizados en talleres especializados, con rectificadoras y otras máquinas especiales, y con personal que esté debidamente capacitado, a ellos debemos acudir.

Ahora bien, al momento de recurrir al rectificador necesitamos saber en qué proporción va a ser rebajada la culata, y esta medida debemos calcularla de antemano mediante la relación de compresión.

$$Rc = \frac{V + Vc}{Vc}$$

En la cual:

**Rc** = Relación de Compresión

**V** = Volumen del cilindro unitario

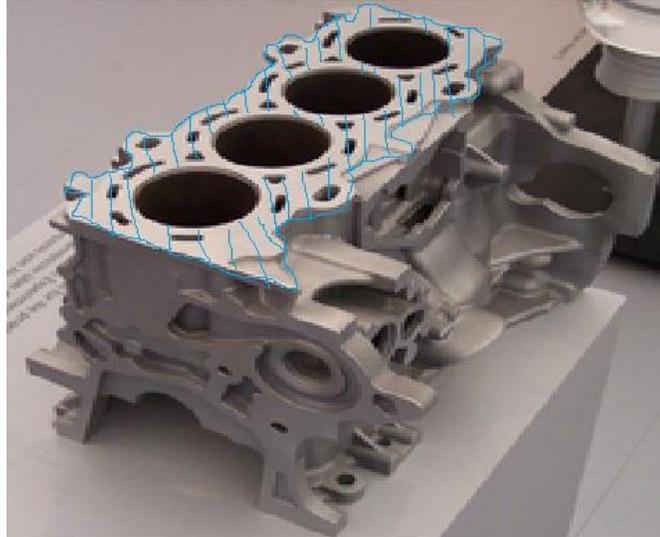
**Vc** = Volumen de la cámara de combustión

Si sabemos cuál es la relación de compresión normal y cuál es la relación de compresión que se quiere obtener, y haciendo los cálculos adecuados podremos saber cuál es la cantidad que necesitamos rebajar en la culata.

### **2.2.15. CEPILLADO DEL BLOQUE DE CILINDROS**

Este procedimiento consiste únicamente en rebajar la superficie del bloque del motor que está en contacto con la culata, este proceso debe ser realizado en talleres especializados, que cuenten con máquinas precisas para realizar este trabajo.

**GRAFICO 22:** Cepillado de bloque de cilindros



**FUENTE:** [https://es.wikipedia.org/wiki/Bloque\\_del\\_motor](https://es.wikipedia.org/wiki/Bloque_del_motor)

El proceso a llevar a cabo para este método, es exactamente el mismo que el que se llevó a cabo con la culata del motor.

Este procedimiento al igual que el anterior lo único que busca es disminuir el volumen de la cámara, para que la compresión dentro de la misma sea mucho mayor.

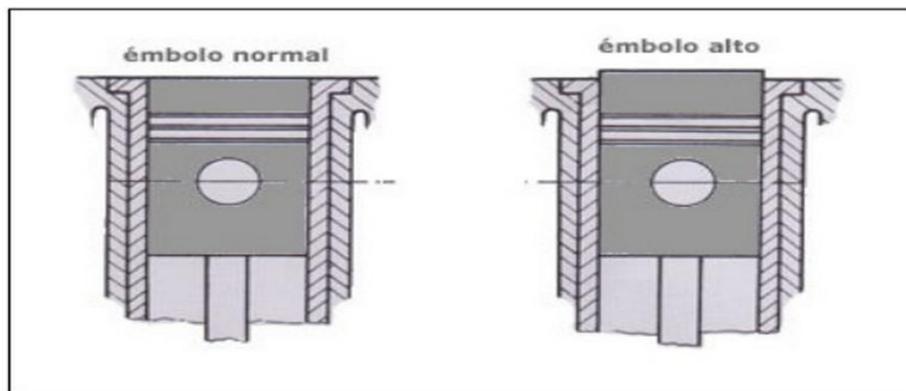
### **2.2.16. SUSTITUCIÓN DE ÉMBOLOS**

El proceso anterior en el que mencionábamos el hecho de cepillar el bloque del motor, con ese procedimiento lográbamos que al rebajar la superficie del bloque, el pistón sobresalga de la superficie del mismo y penetre un poco en la cámara y logramos disminuir el volumen, y aumentar la compresión.

Pues bien, con el cambio de pistones tendremos el mismo efecto y se mantiene el principio es decir haremos que el pistón penetre más en la cámara de combustión.

La diferencia está en que la modificación no se realizara en el bloque, sino que buscaremos hacer que el pistón sobresalga de la superficie del bloque y penetre en la cámara, con un cambio de los pistones normales por unos pistones que tengan una cabeza más alta.

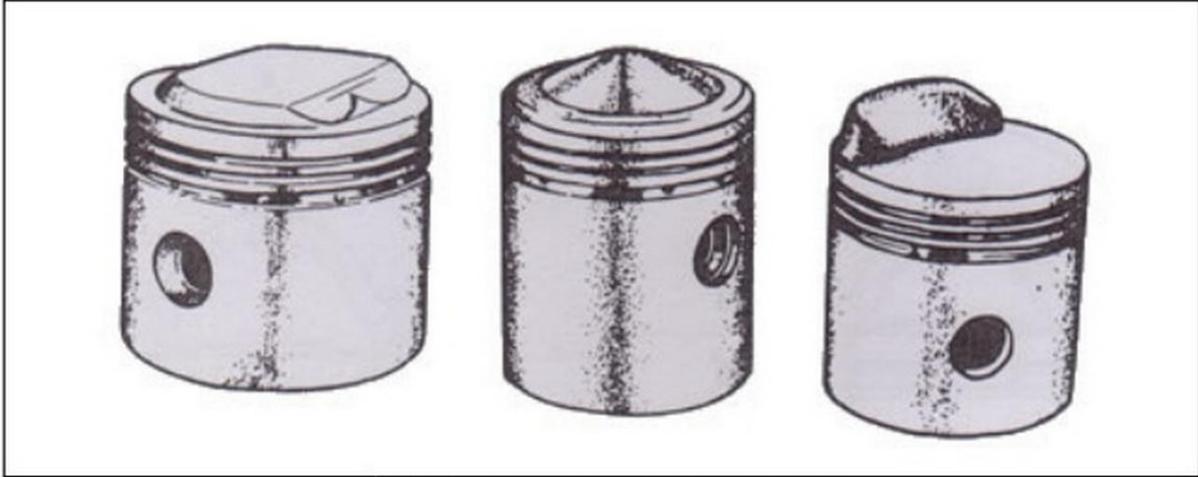
**GRAFICO 23:** Sustitución de embolos



**FUENTE:** Preparación de motores de serie para competición-Stefano Guillieri

Otra opción en pistones a parte de utilizar unos con cabeza mas alta, tenemos pistones con características especiales, es decir, dotados de un suplemento de material en sus cabezas perfectamente estudiadas para reducir el volumen de la cámara.

**GRAFICO 24:** Embolos para trucaje de motores



**FUENTE:** Preparación de motores de serie para competición-Stefano Guillieri

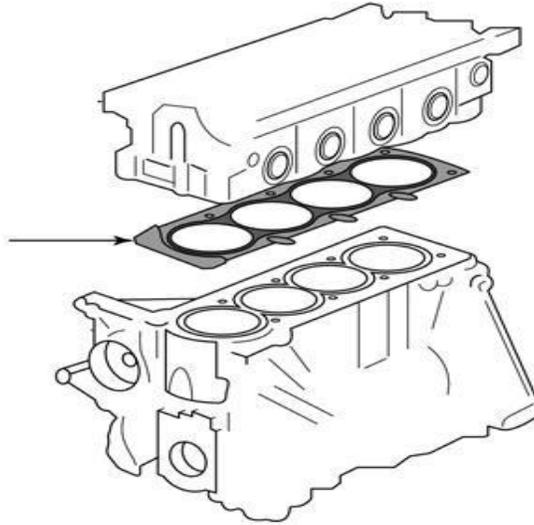
Como dijimos este tipo de pistones o embolos estan perfectamente estudiados y construidos para que sus cabezas no choquen ni presenten ningun inconveniente con las valvulas.

Cabe recalcar que este tipo de pistones no se encuentran disponibles para todo tipo de motores, y a la vez que si los hay tendran un alto precio.

### **2.2.17. SUSTITUCIÓN DE LA JUNTA**

En algunos motores, otra de las opciones a considerar puede ser la sustitución de la junta que se encuentra entre el bloque del motor y la culata.

**GRAFICO 25:** Junta



**FUENTE:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-estructura.htm>

La junta no es más que el empaque encargado de sellar por completo la unión existente entre el bloque de motor y la culata evitando cualquier tipo de fuga de la mezcla que se encuentra en la cámara.

Esta junta al interponerse entre estos dos elementos genera un espacio, va a separar un volumen determinado, que aumenta o se suma al volumen total de la cámara de compresión.

Pues bien, este es otro de los elementos del motor al que le podemos meter mano para aumentar la compresión dentro de la cámara de combustión, obviamente, no será en un alto porcentaje pero si muy considerable y útil.

Este procedimiento es el más fácil, pues el único paso a seguir es la sustitución de la junta de culata. Por lo general, la mayoría de motores vienen con una junta de espesor entre 1.4mm a 1.5 mm

**GRAFICO 26:** Espesores de juntas

		<p><b>Junta, culata</b>            Espesor instalación: 1,4 mm, Número de entalladuras y agujeros: 2, Ø: 82 mm, de saliente pistón: 0,67 mm hasta saliente pistón: 0,71 mm, sólo con: ZKS: 152.550</p>
		<p><b>Junta, culata</b>            Espesor instalación: 1,45 mm, Número de entalladuras y agujeros: 3, de saliente pistón: 0,71 mm hasta saliente pistón: 0,75 mm, Ø: 82 mm, sólo con: ZKS: 152.550</p>
		<p><b>Junta, culata</b>            Espesor instalación: 1,5 mm, Número de entalladuras y agujeros: 4, de saliente pistón: 0,75 mm hasta saliente pistón: 0,79 mm, Ø: 82 mm, sólo con: ZKS: 152,550</p>
		<p><b>Junta, culata</b>            Espesor instalación: 1,55 mm, Número de entalladuras y agujeros: 5, de saliente pistón: 0,79 mm hasta saliente pistón: 0,83 mm, Ø: 82 mm, sólo con: ZKS: 152.550</p>

**FUENTE:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-estructura.htm>

Pues bien en nuestro medio podemos encontrar juntas que pueden llegar a tener un espesor de 0,5 mm, es decir 1mm menos.

Y si hacemos los cálculos correspondientes este milímetro menos de espesor en la junta nos estaría ayudando a disminuir el volumen en unos 0,5 cm<sup>3</sup>, que en nuestro medio es de gran ayuda.

La principal ventaja de este proceso sobre los otros es que no necesita ningún mecanizado y no se expone a ningún riesgo que no pueda ser remediado, es decir que si al hacer este proceso algo sale mal, tendremos la oportunidad de volver a poner la junta original para remediarlo, cosa que no sucede con los procesos anteriores que ya son definitivos.

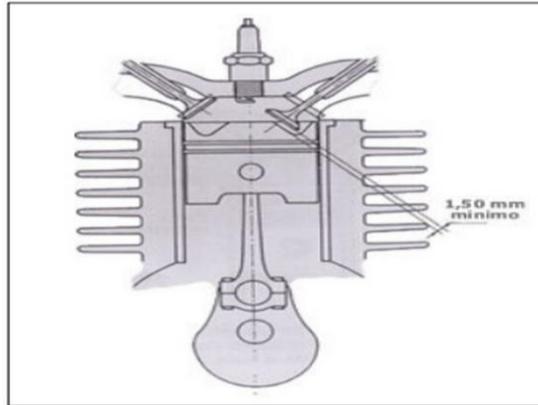
## **RIESGOS:**

Como cualquier proceso de modificación que se lleve a cabo en el motor, estos están expuestos a correr riesgos que deben ser debidamente calculados antes de ser llevados a cabo, a continuación trataremos de explicar algunos de esos riesgos.

Debemos tomar en cuenta entonces que el aumento de relación compresión mediante la rebaja de la culata o rebaje del bloque, presenta un principal riesgo, que después de realizado el mecanizado o proceso no hay vuelta atrás, pues es un mecanizado definitivo y para realizarlo debe estar bien hecho los cálculos para no tener daños irremediables.

Otro de los riesgos a los que estamos expuestos y con el que debemos tener un minucioso cuidado son los procesos de rebaje de culata y rebaje de bloque de motor es que por un mal cálculo se dé un excesivo rebaje y como dijimos si se da ya no hay vuelta atrás el proceso será irremediable. Esta limitación está también directamente relacionada con las válvulas y los pistones, ya que por un excesivo rebaje puede existir un choque entre las dos, específicamente cuando las válvulas se encuentren en su máximo de abertura y el pistón se encuentre en el P.M.S (Punto Muerto Superior), entre ambos debe quedar un espacio como mínimo de 1.50 mm en las posiciones antes mencionadas.

**GRAFICO 27:** Tolerancia máxima pistón-válvula



**FUENTE:** <http://es.slideshare.net/WilliamGonzales3/trucaje-demotores>

### **2.2.18. POR AUMENTO DEL RÉGIMEN DE GIRO**

Otra de las posibilidades que tenemos de modificación de motor para conseguir una mayor potencia es el aumento del régimen de giro o aumento del número de revoluciones del motor.

Para que un motor pueda elevar el número de revoluciones que da por minuto se necesita aligerar las masas que están en movimiento. El cigüeñal y el embolo debería pesar menos, las bielas deberían ser más ligeras, al igual que el volante, con el objetivo de eliminar en parte la inercia que estas partes presentan, con esto podremos conseguir que exista mayor número de revoluciones.

## 2.2.19. ALIGERAMIENTO DE LAS BIELAS

**FIGURA 28:** Bielas



**FUENTE:** <http://www.directindustry.es/prod/motorenfabrik-hatz-gmbh-co-kg/product-5387-27593.html>

La biela es la parte dentro del motor que se encuentra entre el pistón y el cigüeñal, y es quien está encargada de transformar el movimiento rectilíneo del pistón en el movimiento circular del cigüeñal, y todos quienes estamos dentro de la mecánica del automóvil, conocemos a los grandes esfuerzos de tracción, compresión, flexión y torsión a que esta está sometida, especialmente a la que ejerce el pistón tras la combustión y la resistencia que ejercen las ruedas mediante la transmisión.

De ahí la importancia del material con la que están construidas las bielas, ya que necesitan de características especiales para poder soportar todo este tipo de esfuerzos, y son entonces las aleaciones de metales con las que se construyen las que le dan estas características especiales.

Uno de los trabajos más corrientes que se lleva a cabo en las bielas a la hora de su preparación para motores de competición es sin duda el rebajar su peso, teniendo mucho

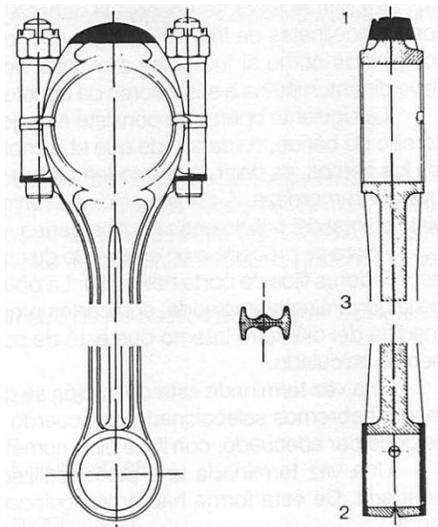
cuidado de que no pierda resistencia o si la pierde que sea en el menor grado posible, pues deberá soportar las presiones y esfuerzos a que está encomendada.

El objetivo del rebaje de peso en cualquier elemento, como la biela en este caso, es el poder reducir en ellas la fuerza de inercia que impiden que el motor pueda alcanzar regímenes de giro elevados.

En su mayoría, los motores relativamente lentos son motores que tienden más a ser modificados, debido a sus características y por ser motores que están más relacionados con la resistencia y fuerza que con la velocidad, cuentan con bielas que se hallan sobredimensionadas, ya que en estos motores conviene que tengan peso, y es por esta característica, que la biela es una de las partes que puede ser sometida al aligeramiento.

En este caso, los puntos en la biela en los que podemos llevar a cabo este proceso sin comprometer las características de la biela son los siguientes.

**GRAFICO 29:** Lugares en los que es posible aligerar peso de la biela



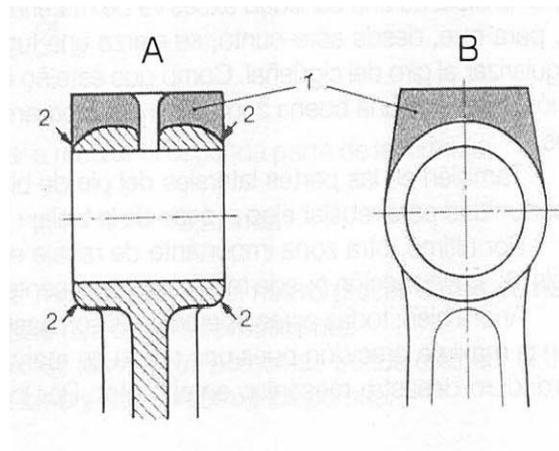
**FUENTE:** Trucaje de motores de 4 tiempos-Miguel de castro

Una de las partes de la biela en la que se suele tener una excesiva cantidad de masa que es utilizada como contrapeso es en el sombrerete en la cabeza de biela (parte 1 del graf. 29), también el pie de biela es una de las partes que nos permiten eliminar excesos de material (parte 2 del graf. 29), y por último el cuerpo de la biela es una de las partes que nos permite este proceso (parte 3 del graf. 29).

### **Pie de biela**

Como ya dijimos el pie de biela es una de las partes que nos puede facilitar con el aligeramiento, a continuación detallaremos este proceso.

**GRAFICO 30:** Partes del pie de biela que se pueden rebajar



**FUENTE:** Trucaje de motores de 4 tiempos-Miguel de castro

Aquí podemos observar que tanto A como B son las vistas tanto frontal como lateral de un mismo pie de biela.

Las partes tramadas u obscurecidas son aquellas partes del pie de la biela que serán eliminadas o de las que se sacará el material para conseguir su aligeramiento.

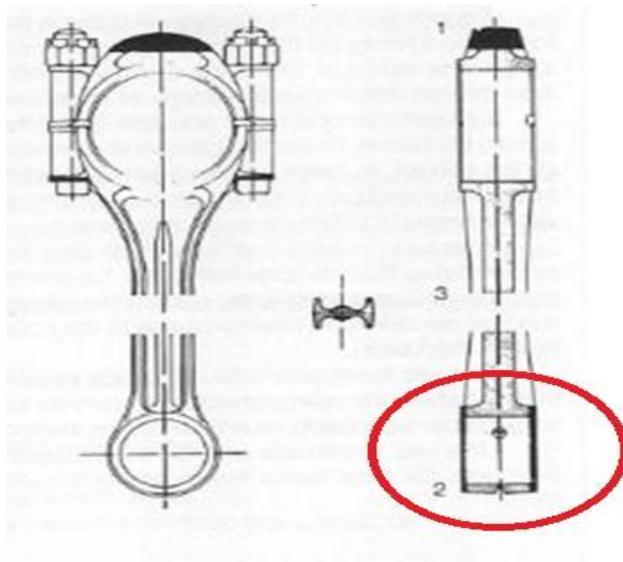
Las partes marcadas de la parte superior es decir los contrapesos (1) pueden ser eliminados por completo, dejando así que el refuerzo que forma parte del pie de la biela quede totalmente redondeado.

La zona alta del pie de biela (2), también puede ser redondeada tal como se aprecia en la figura A, para hacer desaparecer los cantos vivos de la parte exterior del pie de biela en caso de que existan.

En esta zona la profundidad máxima de rebajado será de 1.5 milímetros en la parte exterior del alojamiento del bulón, y el rebaje es aconsejable o será conveniente hacerlo en forma ovalada es decir que proporcione una sección mayor al centro del apoyo del bulón y que vaya disminuyendo hacia los costados, tal como se muestra en la parte superior de la figura A.

En cuanto al rebaje de las caras laterales del pie de biela, se efectuará con una profundidad máxima de 2 mm por cada flanco, como en la siguiente imagen.

**GRAFICO 31:** Rebaje de las caras laterales del pie de biela



**FUENTE:** Trucaje de motores de 4 tiempos-Miguel de castro

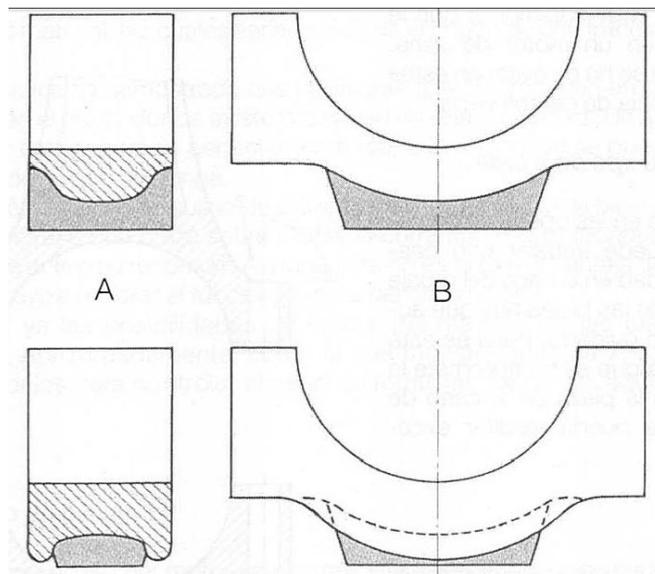
## Cabeza de biela

La zona donde más aprovecharemos para eliminar el exceso de material, es sin duda en la cabeza de biela, ya que es en este lugar donde los constructores ubican los mayores contrapesos.

“Tomemos en cuenta que la eliminación de los contrapesos no comprometerá en nada la robustez de la biela, de modo que, si lo que necesitamos es aumentar el número de revoluciones deberemos llevar a cabo este procedimiento de aligeramiento” (<http://www.tucocheytu.com/foro/showthread.php/2691-Las-bielas-en-los-motores-de-competicion-C3%B3n-%28Parte-1%29>).

Para llevar a cabo este procedimiento a continuación daremos a conocer algunas formas de lograrlo.

**GRAFICO 32:** Partes de la cabeza de biela que se pueden rebajar



**FUENTE:** Preparación de motores de serie para competición – Stefano Guillieri

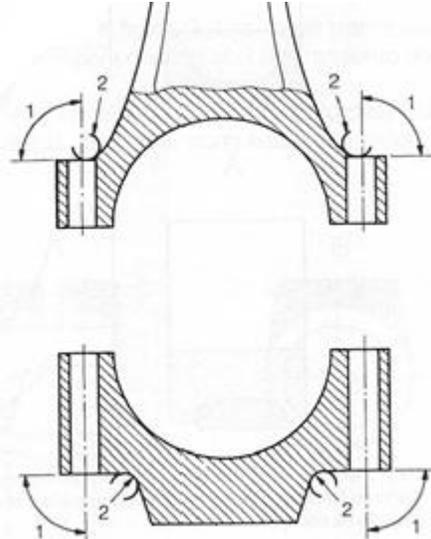
Como podemos observar, en el gráfico 32, las partes tramadas son los espacios o el material que podremos remover, la cantidad o el espesor que puede ser removido ya dependerá del diseño y el tamaño de la biela, pero, en general se puede sacar varios milímetros sin comprometer la robustez y fiabilidad de la biela.

Es importante dejar redondeada la parte de la que se ha quitado el material pues la forma de puente es la que ofrece la garantía necesaria para conseguir la mayor resistencia del sombrerete.

Otro punto importante a tener en cuenta en la zona de la cabeza de biela es el material que queda en los alrededores del alojamiento de cada uno de los pernos, ya que, es importante que el orificio se mantenga perfectamente perpendicular al esfuerzo de tracción que ejercerá, durante la marcha, el bulón. Por lo tanto, hay que asegurarse del perfecto escuadrado de esta parte.

También es importante redondear las zonas de apoyo de la cabeza de los pernos o de su tuerca de sujeción en las partes indicadas (2) en el gráfico 33, para evitar los cantos vivos a través de los cuales podría ser el inicio de una fisura que acabara con la rotura de la biela.

**GRAFICO 33:** Redondeado de los cantos vivos

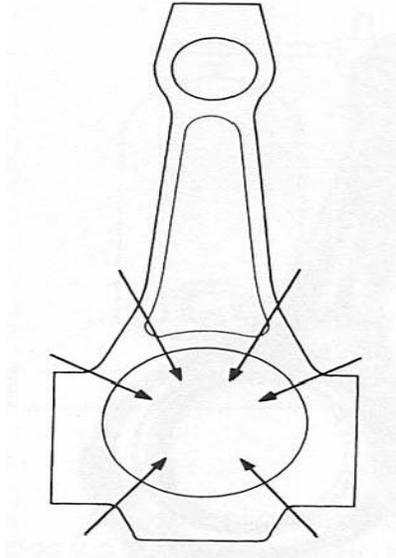


**FUENTE:** <http://es.slideshare.net/WilliamGonzales3/trucaje-demotores>

Los puntos más conflictivos en los que se detecta la mayor cantidad de las roturas de las bielas son los señalados con flechas en el gráfico 34.

Estas son zonas en donde se debilita el material cuando una biela es sometida a un esfuerzo muy superior al que le corresponde en un motor de serie. Por esta razón se ha de evitar en estas zonas la presencia de cantos vivos.

**GRAFICO 34:** Lugares en los que se pueden originar grietas



**FUENTE:** <http://es.slideshare.net/WilliamGonzales3/trucaje-demotores>

### **Cuerpo de biela**

Al igual que en las zonas anteriores, el cuerpo de la biela es una de las zonas en las que se puede realizar el rebaje de material, más en este caso tendremos que proceder con sumo cuidado ya que es una zona en la que si se compromete la resistencia de la pieza en caso de realizar un excesivo rebaje.

Es por esto que antes de realizar un rebaje en esta zona es aconsejable someter a la biela a un control de resistencia, con máquinas especiales, y mediante cálculos determinar el material sobrante que puede ser removido, tomando en cuenta siempre que habrá ocasiones que el motor estará sometido a un mayor esfuerzo.

En la mayoría de casos si no queremos comprometer la resistencia de la biela, lo que se puede hacer es pulir el cuerpo de la biela, con el único objetivo de eliminar cualquier

rugosidad en ella, para así disminuir la probabilidad que se produzca a través de estas rugosidades o puntos donde sea fácil iniciar una fisura, y pueda llegar a una fractura de la biela.

Muchos expertos en el tema opinan que los puntos más factibles para que aparezca una fisura en las bielas, son las cavidades de las rugosidades, es por esto que es importante dejar la superficie totalmente lisa como observaremos a continuación.

**GRAFICO 35:** Resultado de biela aligerada



**FUENTE:** Tesis de grado: Preparación de un Suzuki forza 1.0 - Córdor Pinto César Daniel - Ordóñez Delgado Kléber Eduardo -Reyes Campaña Gorky Guillermo

### **Equilibrado y/ o balanceado de las bielas**

Balancear un conjunto de bielas es un proceso de modificación para que todas tengan el mismo peso.

Para evitar las vibraciones que muchas veces se producen en el tren alternativo del motor y en sí para lograr que el giro que sale del motor sea lo más redondo posible, es

necesario que todas las piezas en movimiento pesen lo mismo, esto con respecto a los pistones, bulones, contrapesos y por supuesto a las bielas.

La biela es una de las piezas que es considerablemente responsable de las vibraciones que se producen en un motor a altos regímenes de giro, es por esto que después de haber sido aligeradas o rebajadas estas deben ser comprobadas en su peso, ya que por el mismo procedimiento de rebaje puede ser su peso difiera unas con otras.

Aunque es muy considerable el hecho que exista una tolerancia entre la biela más pesada y la menos pesada que es de 2 gramos, es preferible que todas tengan exactamente el mismo peso.

Además debemos tomar en cuenta que el peso debe ser verificado tanto en la zona de la cabeza de la biela como en el pie de biela, y establecer diferencias entre estas zonas de cada biela, para lograr un buen equilibrado, tal como se muestra en la siguiente imagen.

### GRAFICO 36: Balanzas para pesado de las bielas



**FUENTE:** <http://s13soc.com/viewtopic.php?f=13&t=1003&start=20>

Entonces se anotará en un papel el peso exacto de cada una de las cabezas de las bielas, luego de realizada esta operación, tomaremos la biela con el menor peso como

referencias, y trabajaremos con las demás bielas para igualar su peso, para esto procederemos a rebajar en la parte baja del sombrerete de la biela hasta lograr igualar a la biela con el menor peso que se tiene como referencia.

Luego de esto se procede a realizar lo mismo con los pies de biela.

### **SUGERENCIA:**

Si de darse el caso, en el que durante el aligeramiento para el equilibrado de las bielas, en una de estas se nos pasó la mano, es decir, que despendimos demasiado material y el peso con referencia a las otras es notablemente menor, podemos utilizar el siguiente truco: como en este caso lo importante es que tengan el mismo peso el conjunto del tren alternativo que lo conforman el pistón y la biela, entonces si una biela tiene un peso relativamente menor, se puede compensar esta deficiencia de peso, al montar en esta biela el pistón más pesado después de haber realizado el aligeramiento, lo importante en este caso es que el conjunto PISTÓN-BIELA pesen lo mismo en todos los cilindros.

Muchas veces si ponemos esta técnica en práctica, es decir, si jugamos con el peso cambiando entre pistones y bielas, podemos lograr conseguir igualar los pesos sin la necesidad de seguir mecanizando las piezas.

## 2.2.20. LOS PISTONES O ÉMBOLOS

**GRAFICO 37: Pistón**



**FUENTE:** <http://mecanicademotosmx.blogspot.com/2015/02/las-3-funciones-basicas-de-los-aros-de.html>

Un pistón es una pieza que forma parte del mecanismo de funcionamiento de un motor. También conocido como émbolo, se trata de un elemento que transforma la fuerza expansiva de los gases de la explosión en movimiento lineal alternativo y lo transmite a la biela. En su ajuste con el cilindro determina la cámara de explosión (<http://definicion.de/piston/>).

## 2.2.21. ALIGERAMIENTO DEL PISTÓN

Como ya venimos mencionando para el aumento del régimen de giro, es necesario el aligeramiento de las masas que están en constante movimiento, uno de estos elementos es el pistón o embolo.

“El pistón es uno de los elementos con mayor importancia dentro del motor, y podemos nombrar tres aspectos importantes que realiza el pistón, en primera hace de pared móvil del cilindro, soportando toda la presión que se ejerce dentro de la cámara debido a la combustión de los gases, por otra parte debe cumplir con la transmisión de la fuerza generada por la combustión hacia la biela, y por último debe ser capaz de impedir que tanto la mezcla de gases, y los mismos gases quemados pasen al interior del motor” (Preparación De Motores De Serie Para Competición-Ceac, pag.99).

El pistón es por consiguiente un elemento muy complejo, ya que debe cumplir con características muy especiales que incluso se contradicen entre sí, por ejemplo, su velocidad dentro del cilindro presenta ciertas limitaciones, que son comprendidas dentro de las leyes de física, es decir, que su propio peso produce inercias que se oponen al mismo movimiento del pistón, es por esto que su aligeramiento es muy importante a la hora de preparar un motor, pues al realizar este proceso lograremos minimizar las inercias antes mencionadas aumentando así su velocidad dentro del cilindro y por ende aumentando el régimen de giro del cigüeñal, que es a lo que queremos llegar.

Para lograr rebajar el peso de los pistones, que sin embargo, no debe ser en gran cantidad pues está sometido a presiones y temperaturas muy altas que pueden debilitarlo, podremos seguir los siguientes procesos:

- Utilización de pistones forjados.
- Recortes de la falda de los pistones.
- Recortes internos de la cabeza.

### **2.2.22. UTILIZACIÓN DE PISTONES FORJADOS**

En este proceso para conseguir un menor peso de los pistones, más que mecanizado de los pistones originales que son de fundición, realizaremos la sustitución de los mismos por unos pistones forjados.

Este tipo de pistones tienen una mayor resistencia que los pistones de fundición, por lo que nos permitirá realizar un aligeramiento en mayor escala.

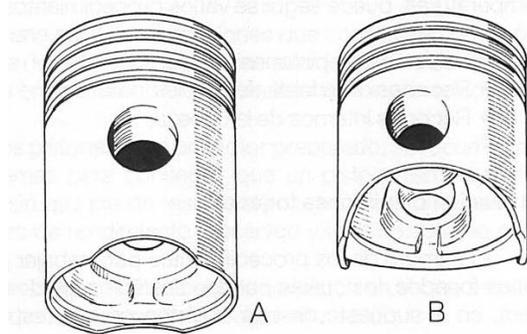
### **2.2.23. RECORTE DE LA FALDA DE LOS PISTONES**

Otro de los procesos para lograr aligerar el pistón, consiste en la reducción de material en la zona de su falda, con esto conseguiremos no solo rebajar el peso sino que también se logra rebajar o disminuir la superficie de fricción con la pared del cilindro.

Antes de iniciar este procedimiento debemos conocer el por qué o para qué sirve la falda en los pistones, el principal objetivo es el de evitar que el pistón durante los movimientos más oblicuos de la biela, este tienda a “cabecear” o a “campanear”, lo que podría provocar daños severos como la deformación de las paredes del cilindro, es decir que la falda nos sirve como guía para que el pistón mantenga un movimiento lineal sin cabeceos dentro del cilindro.

Así que, si recortamos la falda del pistón en su totalidad, en todo su diámetro, como se muestra en el gráfico 38, entonces habremos perdido totalmente esa guía y los beneficios que nos proporciona.

**GRAFICO 38:** Forma incorrecta de recortar la falda del pistón

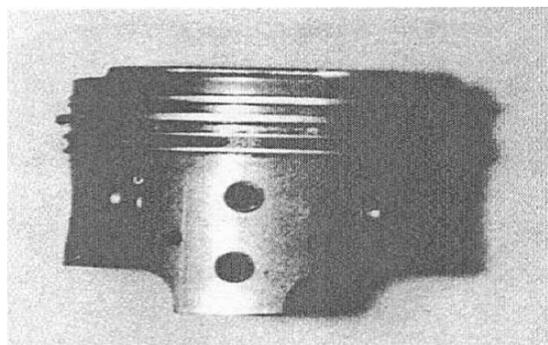


**FUENTE:** Preparación de motores de serie para competición – Stefano Guillieri

En la figura A, un pistón de serie normal que aún no ha sido aligerado, mientras que en la B observamos el mismo pistón después de ser aligerado incorrectamente, es decir que fue rebajado en todo su diámetro, trabajo que puede ser realizado en un torno.

Entonces, qué se debe hacer o cuál es la forma correcta de recortar la falda del pistón para aligerarlo, pues bien, la forma más conveniente para sacarle el mayor provecho a este aligeramiento, es que debajo de las zonas de ataque, es decir debajo de los puntos de apoyo del bulón, le dejemos la guía suficiente para que el pistón pueda deslizarse sin cabecear, y rebajemos lateralmente.

**GRAFICO 39:** Pistón recortado la falda correctamente



**FUENTE:** Preparación de motores de serie para competición – Stefano Guillieri

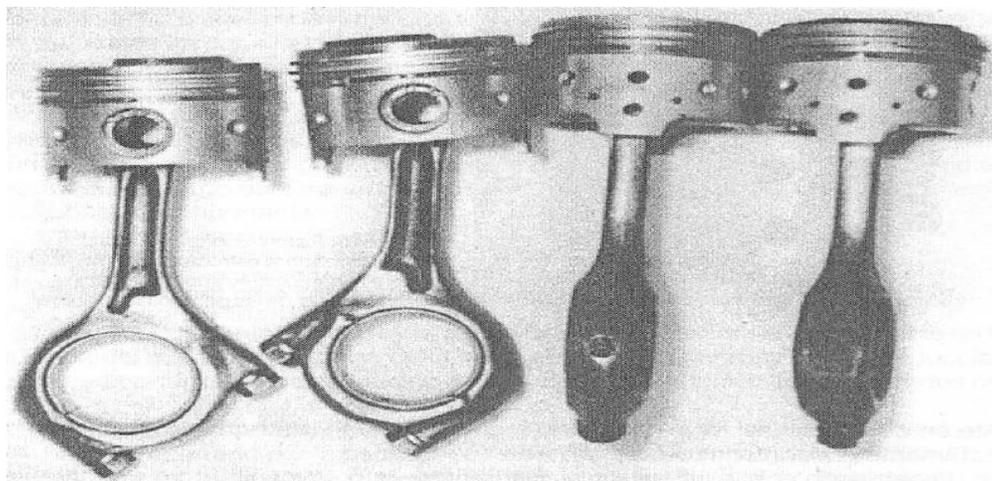
De acuerdo con algunas tablas, la longitud de la falda debe ser, como mínimo 1,1 veces el diámetro del pistón, es decir vamos a mantener esta cota en las zonas de ataque, y rebajemos el faldón por las partes laterales que no están sometidas a empuje.

Para empezar este proceso, es recomendable e indispensable que elaboremos una plantilla con la forma y la cantidad de material que vamos a cortar en el pistón, esto con el objetivo que se rebaje la misma cantidad y en la misma forma en todos los pistones o al menos no haya mucha diferencia.

Durante el recortado de las faldas del pistón, al igual que se hace con las bielas debemos tener sumo cuidado con el peso de los pistones, es decir debemos ir pesando según va el proceso en cada pistón, sobre todo cuando nos acercamos a la forma final, para esto necesitaremos una balanza de precisión capaz de detectar diferencias como mínimo de medio gramo.

Cuando tengamos ya todos los pistones rebajados, trataremos que todos tengan el mismo peso, con una tolerancia máxima entre el más pesado y el más liviano, de 2 gramos.

**GRAFICO 40:** Bielas y pistones aligerados



**FUENTE:** Preparación de motores de serie para competición – Stefano Guillieri

Todo proceso de preparación para aumentar la potencia en el motor, conlleva un muy significativo incremento del número de revoluciones durante su funcionamiento, esto incluye en ralentí, es por esto que el motor exige un mejor engrasado por el mismo hecho que existe mayor fricción en el mismo tiempo, es así que, pensando en esto y con el objetivo de conseguir un mejor engrasado se puede realizar un sencillo y fácil trabajo en el pistón.

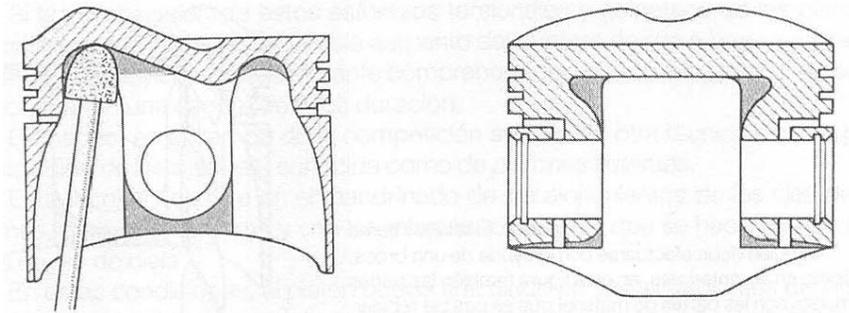
Este proceso consiste en realizar unos orificios con una broca en las partes laterales del pistón, orificios que pueden ir desde 2mm hasta 4 mm de diámetro (como se observa en el gráfico 40), con el fin de que en estos agujeros quede aprisionado el aceite que se encuentra en la parte baja del cilindro de esta forma se creará un engrasado adicional, y facilitara además la lubricación en el arranque en frío, durante la marcha en ralentí que después de preparado el motor fácilmente podría superar los 2000 rpm.

Al igual que en el rebaje de las faldas del pistón, es aconsejable que estos orificios sean hechos con una plantilla, para evitarnos diferencias de pesos en los pistones.

#### 2.2.24. RECORTES INTERNOS DE LA CABEZA DE PISTÓN

Este proceso de aligeramiento del pistón, es haciendo recortes o quitando el exceso de material fundido que queda al interior de la cabeza del pistón que los fabricantes no mecanizan.

**GRAFICO 41:** Recortes internos del pistón



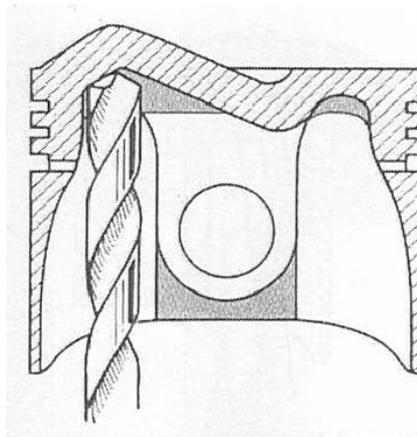
**FUENTE:** <http://es.slideshare.net/WilliamGonzales3/trucaje-demotores>

En la imagen, las partes tramadas son las que podemos mecanizar o remover, teniendo en cuenta que las líneas resultantes de nuestro mecanizado siempre deberán tener la forma de bóveda  esto con el fin de dejar al pistón con la mayor resistencia posible.

Para realizar este trabajo se recomienda utilizar una fresadora de mano sujeta sobre una máquina fija, un taladro de pedestal por ejemplo, esto con el objetivo de poder ir midiendo la cantidad de material que se va desprendiendo según la penetración que se le dé, y así poder dar la misma penetración en los demás pistones, ya que, recordemos que debemos quitar la misma cantidad de material para que no haya diferencia en el peso, además que durante el proceso también debemos estar constantemente pesando los pistones para no excedernos.

Si no se cuenta con una fresa, también es posible realizar este trabajo con una broca, de la misma forma que con la fresa dando el mismo avance en la taladradora a todos los pistones, pero este proceso puede no ser tan preciso, ya que la broca tiene filos vivos a lo largo de todo su cuerpo y esto podría afectar otros puntos del pistón y no se tendrá las mismas facilidades para acceder a puntos más difíciles.

**GRAFICO 42:** Rebaje interno del pistón con una broca



**FUENTE:** <http://es.slideshare.net/WilliamGonzales3/trucaje-demotores>

### 2.2.25. CIGÜEÑAL

**GRAFICO 43:** Cigüeñal



**FUENTE:** <http://pablomodi.blogspot.com/>

“Pieza del motor del automóvil que consiste en un eje con varios codos, en cada uno de los cuales se ajusta una biela, y está destinada a transformar el movimiento rectilíneo de los pistones en rotativo, o viceversa.

El cigüeñal transmite el movimiento del motor a las ruedas".

(<http://es.thefreedictionary.com/cig%C3%BCe%C3%B1al>)

### 2.2.26. ALIGERAMIENTO DEL CIGÜEÑAL

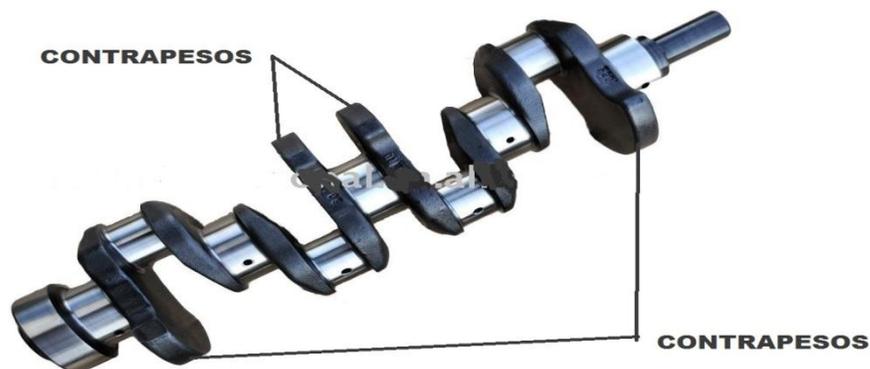
Una de las funciones del cigüeñal a parte del de transformar el movimiento rectilíneo en movimiento circular, es la de estabilizar o regularizar la forma como recibe la energía desde los pistones, es decir cumple también la función de contrarrestar los problemas de inercia que se generan ahí, mediante sus contrapesos, disminuyendo así las vibraciones que se provocarían.

Estos contrapesos también presentan una gran pérdida de energía para el motor, pues a la hora de acelerar gran parte de esta fuerza es utilizada para vencer las inercias de estos órganos (tren alternativo), energía que podría ser muy importante a la hora de obtener un mayor régimen de giro.

Antes de realizar este proceso debemos tomar en cuenta algunos detalles para saber cuánto de material de los contrapesos vamos a retirar o mecanizar, es así que, primero definiremos el uso exclusivo que tendrá el vehículo, es decir, si se le dará un uso mixto (uso diario y competencia), en este caso no será necesario rebajar en gran cantidad, talvez sea suficiente con una pulida, o será exclusivamente para competencia, en este caso se puede proceder a un rebaje bastante considerable, todo esto deberá ser considerado ya que este proceso de aligeramiento tiene un inconveniente en el motor y es que producirá mayor nivel de vibraciones en el motor a bajos regímenes de giro o a bajas revoluciones.

La parte del cigüeñal en la que nos vamos a concentrar para su aligeramiento va a ser exclusivamente en los contrapesos:

**GRAFICO 44:** Contrapesos del cigüeñal



**FUENTE:** <http://spanish.alibaba.com/product-gs/sinotruk-crankshaft-az1246020014-711968296.html>

Este proceso se puede llevar a cabo de diferentes maneras, ya dependerá de la forma del acabado que queramos dar a los contrapesos, la cantidad de material que queramos retirar, es así que podemos realizar este trabajo mediante un torno, una fresa o una sierra.

**GRAFICO 45:** Cigüeñal aligerado



**FUENTE:** <http://www.mercadoracing.org/6/460070/ciguenyal-aligerado-y-contrapesado-pasa-psa-13.html>

Por ejemplo, si queremos rebajar las caras laterales de los contrapesos como observamos en la imagen, podremos realizar este proceso mediante un torno o una fresadora.

#### **GRAFICO 46:** Forma del contrapeso antes y después de rebajar



**FUENTE:** <http://foro850.mforos.com/631371/6211565-aligerar-ciguenal/>

Podemos también utilizar una sierra, con eso lograremos recortar el perfil del contrapeso en forma perpendicular al eje del cigüeñal, eliminado así totalmente ese material, como se observa en el gráfico 46.

Otra forma de quitar peso más sencilla, es realizando agujeros con una broca en los contrapesos.

Para cualquier proceso que se vaya a llevar a cabo, es necesario recordar que para mantener una forma igual y eliminar más o menos la misma cantidad de material en cada contrapeso, debemos tener una plantilla en la que nos podamos guiar. No hay que olvidar también que los contrapesos tienen orificios de lubricación los cuales deben ser tomados en cuenta antes de realizar cualquier trabajo.

#### **EQUILIBRADO DEL CIGÜEÑAL**

El equilibrado estático del cigüeñal exige que el centro de gravedad del mismo se encuentre situado en el eje de rotación. Esto implica que la fuerza resultante de todas las fuerzas centrífugas de las masas con movimiento giratorio sea concéntrico.

Por otra parte, el equilibrado dinámico de un cigüeñal se consigue cuando, además de cumplirse la condición anterior, la suma de los momentos de las fuerzas centrífugas de las masas con movimiento giratorio con respecto a cualquier punto del eje del cigüeñal tenga coaxialidad con una tolerancia de 0,005 a 0,02 mm.

## TOLERANCIAS DE MECANIZADO PARA EL CIGÜEÑAL

Al momento de mecanizar el cigüeñal existen tolerancias que deben ser respetadas para lograr un funcionamiento óptimo de este elemento y no provocar cambios que serían perjudiciales para el motor, como provocar vibraciones o golpeteos he incluso que los cojinetes donde se asientan los puntos de apoyo del cigüeñal en la bancada se ovalen.

### TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

#### TOLERANCIAS DE COAXIALIDAD

COAXIABILIDAD / CONCENTRICIDAD	
SÍMBOLO	
TOLERANCIA AMPLIA	0.02
TOLERANCIA REDUCIDA	0.005

#### TOLERANCIA DE CILINDRIDAD

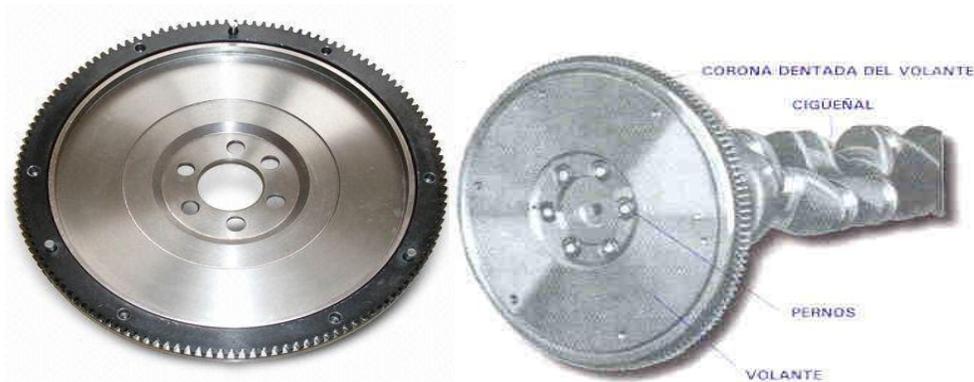
CILINDRIDAD	
SÍMBOLO	
TOLERANCIA AMPLIA	0.04 mm
TOLERANCIA REDUCIDA	0.02 mm

#### TOLERANCIA DE PLANICIDAD

PLANICIDAD	
SÍMBOLO	
TOLERANCIA AMPLIA	0.1 mm
TOLERANCIA REDUCIDA	0.04 mm

### 2.2.27. VOLANTE DE INERCIA

**GRAFICO 47:** Volante de inercia



**FUENTE:** <http://www.geocities.ws/mecanicainacap/carter.html>

“En mecánica, un volante de inercia o volante motor es un elemento totalmente pasivo, que únicamente aporta al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética. Este volante continúa su movimiento por inercia cuando cesa el par motor que lo propulsa”. ([https://es.wikipedia.org/wiki/Volante\\_de\\_inercia](https://es.wikipedia.org/wiki/Volante_de_inercia))

### 2.2.28. ALIGERAMIENTO DEL VOLANTE

Este es el elemento en el que mayor facilidad y mayor cantidad de material podemos eliminar, tanto así que si no es una preparación de motor exclusivo para competición podemos obviar el aligeramiento en el cigüeñal y solo realizar en el volante, por el

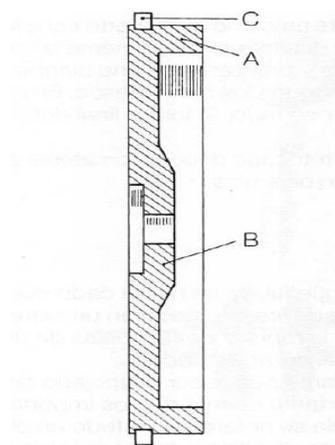
contrario esto no significa que no conlleve riesgos, como ya sabemos el cigüeñal cumple una función bastante delicada en el motor y si nos excedemos podríamos provocar un efecto dañino en el motor y no conseguiremos lo que estamos buscando.

De la misma forma que en el cigüeñal podemos aligerar el volante pero en proporciones un poco más altas, pero debemos tener en cuenta que esto debe ser proporcional, es decir, cuanto mayor aligeramiento en el cigüeñal menor será en el volante y viceversa.

Para la realizar este trabajo haremos referencia a la distribución de las masas del volante, ya que esto representa una gran repercusión en su funcionamiento, por ejemplo, tenemos volantes con la acumulación de peso en la parte externa, y volantes que acumulan su peso en la parte central.

Si se trata del primer caso, veremos entonces que este volante acumula casi en su totalidad su inercia en los bordes, este tipo de volantes el más adecuado para motores lentos, y de aceleraciones bajas como se muestra en el gráfico 48:

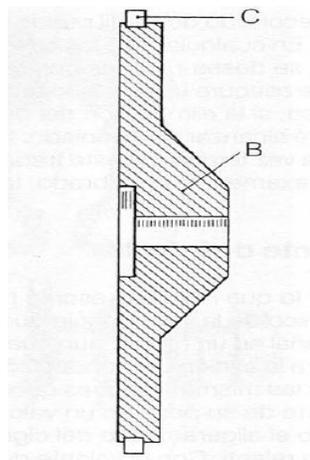
**GRAFICO 48:** Volante con acumulación de masa en los bordes



**FUENTE:** Preparación de motores de serie para competición – Stefano Guillieri

En el segundo caso tenemos un volante similar en peso al volante anterior, sin embargo la diferencia es que este acumula o concentra la mayoría de su peso en la parte central, minimizando así su inercia, sin dejar de cumplir su función de regulador del cigüeñal, permitiendo de esta forma aceleraciones excelentes, siendo el adecuado para motores rápidos, como se muestra en el gráfico 49:

**GRAFICO 49:** Volante con la mayor concentración de su masa en el centro



**FUENTE:** Preparación de motores de serie para competición – Stefano Guillieri

Así, si lo que queremos es un motor rápido, tomaremos en cuenta que el aligeramiento de peso será mucho más efectivo cuanto mayor material removamos de la zona de los bordes del volante, recordando no debilitar la zona de anclaje a la corona.

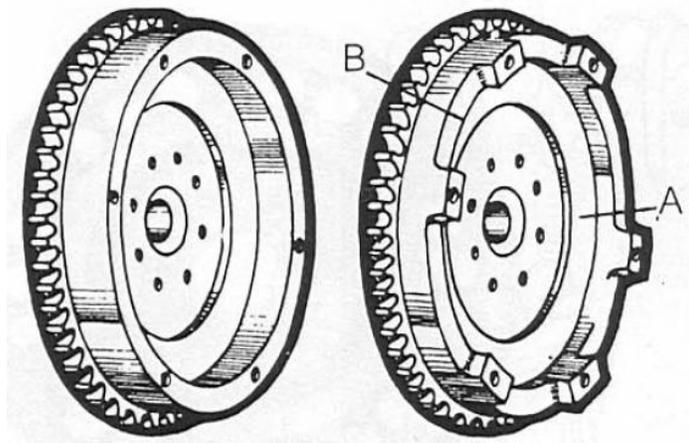
Recordando todo esto y por la forma del volante de inercia, podemos decir que su aligeramiento es un proceso bastante sencillo, que se puede realizar directamente en un torno.

Entonces, si lo que tenemos es un volante como en el primer caso, sin duda el rebaje de material se concentrara en la parte externa del volante, recortando o rebajando en la medida que consideremos necesario, dado que se va a trabajar por la parte exterior del

volante el rebaje aquí puede ser bastante considerable y muy efectivo, como mostraremos en el gráfico 50:

**GRAFICO 50:** A la izquierda: volante normal

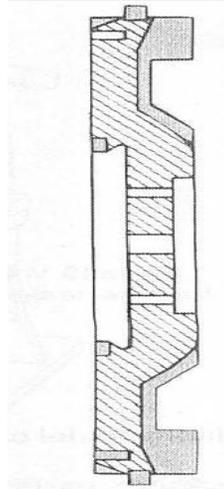
A la derecha volante rebajado en las zonas A y B



**FUENTE:** Preparación de motores de serie para competición – Stefano Guillieri

En la siguiente imagen se muestra el mismo volante pero visto en corte, en el que indicaremos las partes que más no son posibles rebajar, como podemos darnos cuenta la idea es conservar lo más posible la parte central y aligerar las partes externas (las zonas tramadas son las partes que se rebajaran):

**GRAFICO 51:** Volante en corte, con las zonas de rebaje

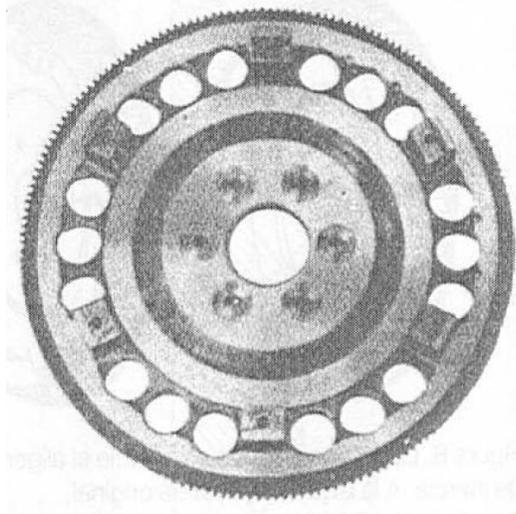


**FUENTE:** Preparación de motores de serie para competición – Stefano Guillieri

Si lo que tenemos es un volante que acumula su peso en el centro, lo aconsejable es no quitar peso de esto, sino llevar el mismo proceso anterior es decir centrarnos en las partes externas del volante en lo que más no sea posible.

Pero en caso de querer perder mayor cantidad de peso en este tipo de volantes, se puede acudir a la realización de agujeros con un taladro en la parte exterior del volante en el plato, considerando que estos agujeros no pueden hacerse en la zona de asentamiento del embrague, y que deben estar igualmente repartidos en todo el plato para mantener su equilibrio, a continuación mostramos un ejemplo en el gráfico 52:

**GRAFICO 52:** Volante de alta velocidad, aligerado mediante taladros



**FUENTE:** <http://8000vueltas.com/2008/07/31/el-embrague-de-friccion-en-la-competicion-parte-3>

No debemos pasar por alto también que el volante aparte de ser un acumulador de energía también es el soporte del embrague, así que trataremos de debilitarlo en lo mínimo sobre todo en las zonas de apoyo.

### **Equilibrado**

“Tanto el cigüeñal como el volante después de haber sido sometidos a un aligeramiento deben necesariamente ser sometidos a un equilibrado tanto estático como dinámico, esto con el objetivo de reducir al mínimo las fuerzas y las vibraciones que podrían perturbar el buen funcionamiento del motor, el desgaste prematuro e incluso provocar la rotura de alguno de los elementos del tren alternativo”. (PREPARACIÓN DE MOTORES DE SERIE PARA COMPETICIÓN- STEFANO GUILLIERI)

Es por esto que después de ser mecanizados deben ser llevados a donde especialistas para su equilibrado, cada uno por separado y luego en conjunto para evitar cualquier problema en el motor a futuro.

## 2.2.29. APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES

### **Aprendizaje**

“Se denomina aprendizaje al proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y actitudes, posibilitado mediante el estudio, la enseñanza o la experiencia. Dicho proceso puede ser entendido a partir de diversas posturas, lo que implica que existen diferentes teorías vinculadas al hecho de aprender”, (<http://definicion.de/aprendizaje/>).

El Diccionario de la “Real Academia Española de la Lengua” (<http://www.rae.es/>), propone tres definiciones:

### **Aprendizaje** ("De aprendiz")

1. Acción y efecto de aprender algún arte, oficio u otra cosa.
2. Psicol. Adquisición por la práctica de una conducta duradera.

Todas las personas, todos los días estamos obligadamente en constante contacto con el medio en el que nos desenvolvemos, esto hace que todos los días vayamos adquiriendo experiencias directa o indirectamente, este constante contacto y el desarrollo diario que sufre nuestro medio hace que las personas cada día aprendamos teorías experiencias y cosas que nos faciliten la adaptación a nuestro entorno para formar parte de la misma.

JEAN PIAGET enfatiza que “El desarrollo de la inteligencia es una adaptación de la persona al mundo o ambiente que le rodea, se desarrolla a través del proceso de maduración, proceso que también incluye directamente el aprendizaje”, (<http://es.scribd.com/doc/84974828/TEORIA-DEL-APRENDIZAJE-DE-JEAN-PIAGET#scribd>).

Por otro lado para VYGOTSKY considera que: “El desarrollo y aprendizaje, interactúan entre sí considerando el aprendizaje como un factor del desarrollo. Además, la adquisición de aprendizajes se explica cómo formas de socialización. Concibe al hombre como una construcción más social que biológica, en donde las funciones superiores son fruto del desarrollo cultural e implican el uso de mediadores.”([http://ww2.educarchile.cl/web\\_wizzard/visualiza.asp?id\\_proyecto=3&id\\_pagina=305&posx=4&posy=2](http://ww2.educarchile.cl/web_wizzard/visualiza.asp?id_proyecto=3&id_pagina=305&posx=4&posy=2)).

Cualquiera sea la forma en la que concibamos al aprendizaje, sabemos que este es necesario para un desarrollo integral de los estudiantes, ya sea mediante estímulos o por convivencia social el aprendizaje debe ser objeto de estudio de todos los maestros para así facilitar el proceso que se lleva en las aulas.

### **2.2.30. TIPOS DE APRENDIZAJE**

Son algunos los tipos de aprendizaje que podríamos mencionar y diferentes las concepciones que se podrían dar, sin embargo, retomaremos el trabajo de investigación que propone introducir dos procesos: “El primero se refiere a la forma: ¿Cómo se adquieren los conceptos con la estructura cognoscitiva del alumno, esto es aprendizaje memorístico o repetitivo vs aprendizaje significativo? El segundo es el enfoque instruccional empleado para adquirir conceptos, esto es aprendizaje receptivo vs aprendizaje por descubrimiento” (Ausubel 1963, 1968).

#### **Aprendizaje memorístico o repetitivo**

Es la internalización arbitraria y al pie de la letra de los conceptos nuevos porque el alumno carece de conceptos previos que hagan potencialmente significativo el proceso. ([http://www.aves.edu.co/cursos/liberados/7\\_aprendizaje\\_autonomo/xml/transformacion.php?xml=../xml/u212.xml&xsl=../xml/leccion.xsl](http://www.aves.edu.co/cursos/liberados/7_aprendizaje_autonomo/xml/transformacion.php?xml=../xml/u212.xml&xsl=../xml/leccion.xsl))

### **Aprendizaje significativo**

Se distingue por dos características, la primera es que su contenido puede relacionarse de un modo sustantivo, no arbitrario o al pie de la letra, con los conocimientos previos del alumno, y la segunda es que éste ha de adoptar una actitud favorable para tal tarea, dotando de significado propio a los contenidos que asimila.  
([http://www.aves.edu.co/cursos/liberados/7\\_aprendizaje\\_autonomo/xml/transformacion.php?xml=../xml/u212.xml&xsl=../xml/leccion.xsl](http://www.aves.edu.co/cursos/liberados/7_aprendizaje_autonomo/xml/transformacion.php?xml=../xml/u212.xml&xsl=../xml/leccion.xsl))

### **Aprendizaje receptivo**

Al alumno se le da o se le presentan los conceptos en forma acabada, en cambio el aprendizaje por descubrimiento el alumno descubre por sí mismo lo que va a aprender. El alumno recibe los contenidos que debe aprender en su forma final, acabada; no necesita realizar ningún descubrimiento más allá de la comprensión y asimilación de los mismos de manera que sea capaz de reproducirlos cuando le sea requerido.  
([http://www.aves.edu.co/cursos/liberados/7\\_aprendizaje\\_autonomo/xml/transformacion.php?xml=../xml/u212.xml&xsl=../xml/leccion.xsl](http://www.aves.edu.co/cursos/liberados/7_aprendizaje_autonomo/xml/transformacion.php?xml=../xml/u212.xml&xsl=../xml/leccion.xsl))

### **Aprendizaje por descubrimiento**

Implica una tarea distinta para el alumno; en este caso el contenido no se da en su forma acabada, sino que debe ser descubierto por él. Este descubrimiento o reorganización del material debe realizarse antes de poder asimilarlo; el alumno no reordena el material adaptándolo a su estructura cognoscitiva previa hasta descubrir las relaciones, leyes o conceptos que posteriormente asimila.  
([http://www.aves.edu.co/cursos/liberados/7\\_aprendizaje\\_autonomo/xml/transformacion.php?xml=../xml/u212.xml&xsl=../xml/leccion.xsl](http://www.aves.edu.co/cursos/liberados/7_aprendizaje_autonomo/xml/transformacion.php?xml=../xml/u212.xml&xsl=../xml/leccion.xsl))

### **2.2.31. APRENDIZAJE EN LAS AULAS**

Todos los docentes necesitan dentro del aula estrategias y técnicas que puedan facilitar el aprendizaje de su cátedra, la efectividad de estas técnicas o estrategias se verán directamente reflejadas en el éxito de la adquisición y desarrollo de conocimientos, actitudes y procedimientos de los estudiantes.

El aprendizaje es una de las funciones mentales más importantes en el ser humano ya que está relacionado con su educación y desarrollo personal. Es un proceso a través del cual se adquieren o modifican habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación. “El aprendizaje como un proceso que implica un cambio o capacidad para comportarse de una determinada manera, que se produce como resultado del hacer en la práctica y de otras formas de experiencia” (Beltrán y Shuell).

En el aula, el docente antes de implementar cualquier método de enseñanza debe tomar muy en cuenta que el nivel aprendizaje de los estudiantes no es el mismo en todos, pues cada uno aprende de diferente manera y en diferentes tiempos.

He aquí, la importancia de que el docente conozca los tipos de aprendizaje y sobre todo logre descubrir la mejor forma de llegar a cada estudiante con sus conocimientos de tal forma que exista una interacción entre estos dos.

El docente entonces es el responsable de estudiar a sus alumnos durante la clase para ir descubriéndolos estilos de aprendizaje de ellos, conociendo sus formas de procesar la información y la manera que cada uno de ellos se enfrenta al proceso de aprendizaje, y utilizar esta información para centrarnos en la segunda parte que es la enseñanza y las diferentes técnicas o métodos que se pueden utilizar he ir mejorando el estilo de enseñanza, utilizando todos los materiales al alcance como textos, internet, computadoras, etc.

### **2.2.32. IMPORTANCIA DE LOS TEXTOS PARA EL APRENDIZAJE**

Pese a todas las nuevas tecnologías que cada vez son más utilizadas para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del aula, los textos son aún parte fundamental de este proceso como instrumento pedagógico.

Los libros, manuales son en sí los contenedores impresos de los conocimientos científicos, los conceptos, las definiciones, las formulas y en si son documentos o respaldos de descubrimientos de todas las ciencias, materias o asignaturas,

Documentos que en el proceso de enseñanza-aprendizaje llegan a ser imprescindibles tanto para el docente como para el estudiante, pues tendremos la información a nuestro alcance para cualquier duda o consulta.

Como sabemos la mente del ser humano es frágil, y a la vez contiene demasiada información, por lo que en la mayoría de casos es muy difícil por no decir imposible memorizar y sostener esa información en el cerebro permanentemente, pues por lo general nos olvidamos o desechamos información que no utilizamos muy seguido, es así que los textos, documentos, manuales llegan a ser una herramienta esencial en el aula para acudir a ellas por información que necesitemos.

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

### **MOTOR**

Máquina que convierte la energía química en energía mecánica.

### **BLOCK (bloque de cilindros)**

El bloque del motor, bloque motor, bloque de cilindros o monoblock es una pieza fundida en hierro o aluminio que aloja los cilindros de un motor de combustión interna así como los soportes de apoyo del cigüeñal.

### **CULATA**

La culata, tapa de cilindros, cabeza del motor o tapa del bloque de cilindros es la parte superior de un motor de combustión interna que permite el cierre de las cámaras de combustión.

### **VÁLVULAS**

La válvula de asiento es una válvula que consiste en un agujero, generalmente redondo u oval, y un tapón cónico, por lo general en forma de disco, colocado en el extremo de una varilla, también llamado "vástago de la válvula". El vástago guía a la válvula a través de una guía de la válvula. Sirve tanto para regular el paso de un elemento como para la función de todo o nada.

### **MÚLTIPLE DE ESCAPE**

Es la tubería que cumple la función de expulsar hacia el caño de escape los gases que provienen de la combustión de los cilindros del motor, para enviarlos hacia la parte posterior del vehículo.

## **PISTÓN (embolo)**

Pieza cilíndrica de un cilindro o una bomba que se mueve de forma alternativa y rectilínea de arriba abajo impulsando un fluido o recibiendo su impulso.

## **BIELA**

Se denomina biela a un elemento mecánico que sometido a esfuerzos de tracción o compresión, transmite el movimiento articulando a otras partes de la máquina. En un motor de combustión interna conectan el pistón al cigüeñal.

## **CILINDRO**

El cilindro de un motor es el recinto por donde se desplaza un pistón. Su nombre proviene de su forma, aproximadamente un cilindro geométrico.

## **CÁMARA DE COMBUSTIÓN**

En un motor alternativo a ciclo Otto (gasolina), la cámara de combustión es el espacio remanente entre la parte superior del pistón cuando éste se encuentra en el punto muerto superior (PMS; en inglés "Top Dead Center" o TDC) y la culata o tapa de cilindros.

## **COMBUSTIBLE**

Es cualquier material capaz de liberar energía cuando se cambia o transforma su estructura química. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable (por ser una reacción química, se conoce como energía química). En general se trata de sustancias susceptibles de quemarse.

## **BUJÍA**

La bujía es el elemento que produce el encendido de la mezcla de combustible y aire en los cilindros, mediante una chispa, en un motor de combustión interna de encendido provocado (MEP)

## **VOLANTE DE INERCIA**

En mecánica, un volante de inercia o volante motor es un elemento totalmente pasivo, que únicamente aporta al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética.

## **TRUCAJE**

Realizar cambios en el motor de un vehículo para darle mayor potencia.

## **IRREVERSIBLE**

Que no puede volver a un estado o situación anterior.

**RPM:** Revoluciones por minuto

**PMS:** Punto Muerto Superior

**PMI:** Punto Muerto Inferior

## **CONDUCTA**

Manera de comportarse una persona en una situación determinada o en general.

## **TEORÍA**

Conjunto de reglas, principios y conocimientos acerca de una ciencia, una doctrina o una actividad, prescindiendo de sus posibles aplicaciones prácticas.

## **POSTURA**

Actitud o manera de pensar de una persona sobre alguien o algo.

## **2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS**

Si se aplica el manual técnico para la preparación del motor Suzuki de competición en el aula, mejorará el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, de la Escuela de Educación Técnica.

## **2.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Elaboración de un manual técnico para la preparación del motor Suzuki de competición.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Para el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, de la Escuela de Educación Técnica.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTO
<b>Elaboración de un manual técnico para la preparación del motor Suzuki de competición.</b>	Elaborar un manual con los procesos y técnicas principales sobre trucaje, para lograr elevar la potencia del motor.	Trucaje del motor  Aumento de potencia  Modificaciones internas del motor	Aumento de potencia:  Por aumento de la cilindrada.  Por aumento de la presión media efectiva  Por aumento del régimen de giro.	Observación  Encuestas  Análisis
<b>Aprendizaje de los estudiantes</b>	Proceso a través del cual se adquieren o modifican habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación.	Conocimientos, antes y después de aplicar el manual.	Respuestas correctas  Respuestas incorrectas	Encuesta.

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1.MÉTODO CIENTÍFICO

El método que se utilizó para la realización de esta investigación es el MÉTODO CIENTÍFICO, ya que el tema elegido se adapta fácilmente al proceso que este método exige, es decir se procedió a la recolección de información, luego a la organización de la misma y por último al análisis e interpretación. Por medio de la encuesta se pudo lograr comprobar los conocimientos adquiridos.

#### 3.2.TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a que el tema escogido carece o tiene muy pocos antecedentes y no ha sido explorado, y ya que este tipo de investigación nos facilitó una mayor penetración y comprensión del tema, el tipo de investigación utilizado fue la investigación EXPLORATORIA.

#### 3.3.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En el proceso de investigación se utilizó como estrategia la investigación documental y de campo:

**Documental:** Nos permitió la recolección de datos mediante documentos impresos y virtuales: libros, revistas, foros páginas de internet, esto con el propósito de recolectar la mayor cantidad información sobre el tema para tener más opciones y tener más claro el tema.

**De campo:** Se procedió a obtener información de forma directa mediante preguntas a personas que están dentro del campo de preparación de motores.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1. POBLACIÓN**

Para objeto de estudio, la investigación se va a realizar con los docentes y estudiantes de la carrera de Educación Técnica, licenciatura Industrial Automotriz, en este caso son 18 estudiantes y 5 profesores de la carrera. Se va a trabajar con la totalidad de la población.

#### **3.4.2. MUESTRA**

Se trabajara únicamente con los 18 estudiantes a quienes se les aplicara la encuesta.

### **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Las técnicas que se aplicaron para la recolección de datos que aporten y ayuden en la investigación para la tabulación de resultados y efectividad del manual son:

#### **La encuesta**

Se procedió a la aplicación de una encuesta antes de la aplicación del manual y después de la aplicación del mismo para medir los conocimientos adquiridos.

#### **La observación**

Se procedió a la recolección de información mediante la observación a los estudiantes, durante la encuesta antes de la aplicación del manual, durante la aplicación del manual, y la encuesta después de aplicado el manual.

Y también mediante la observación de que tan satisfactorio fue la aplicación del manual.

La información que se logró recolectar con estas dos técnicas serán las bases principales para la tabulación y ver la efectividad de la aplicación del manual.

### **3.6.TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS**

La técnica que se utilizó para la recopilación de datos fue la Estadística descriptiva que permitió obtener datos reales y numéricos del grado de conocimiento, aceptación de los estudiantes y profesores acerca del tema investigado.

- Análisis e interpretación de la información recolectada en las encuestas.
- Tabulación de la información recolectada.
- Interpretación de los resultados.
- Comprobación de la hipótesis.
- Conclusiones y recomendaciones.

## CAPITULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1.PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA ENCUESTA DIAGNOSTICA APLICADA A LOS ESTUDIANTES

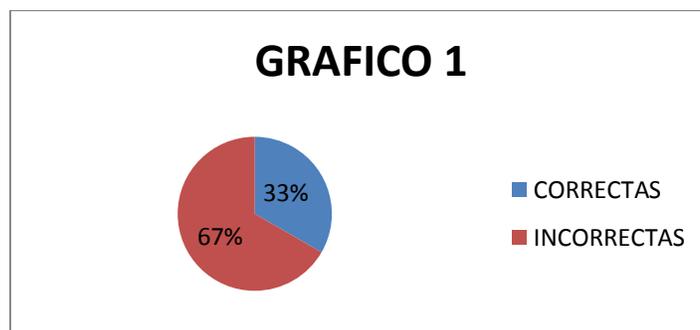
##### SELECCIÓN DE RESPUESTA CORRECTA

##### 1. ¿Qué es potencia?

**TABLA 1**

INDICADOR	RESPUESTAS	PORCENTAJE
CORRECTAS	6	33%
INCORRECTAS	12	67%
TOTAL	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



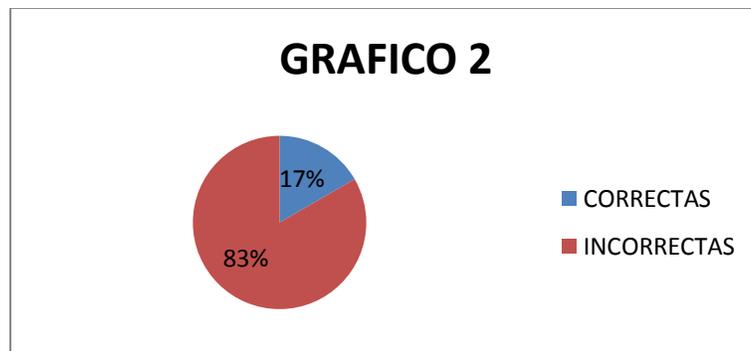
**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

2. ¿Qué es par motor?

**TABLA 2**

<b>INDICADOR</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CORRECTAS</b>	3	17%
<b>INCORRECTAS</b>	15	83%
<b>TOTAL</b>	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



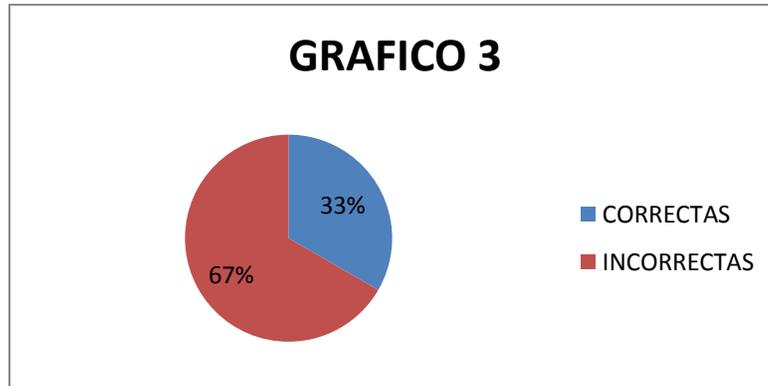
**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

3. ¿Cuál de las siguientes palabras asociaría con la palabra trucaje?

**TABLA 3**

<b>INDICADOR</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CORRECTAS</b>	6	33%
<b>INCORRECTAS</b>	12	67%
<b>TOTAL</b>	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



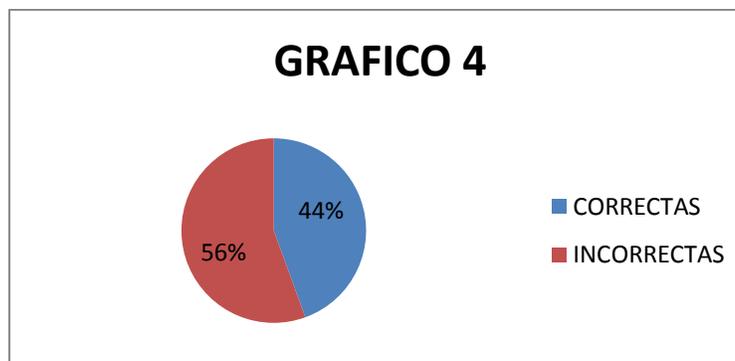
**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

**4. De las imágenes siguientes señale ¿cuál cree que representa a una curva específica del motor?**

**TABLA 4**

INDICADOR	RESPUESTAS	PORCENTAJE
CORRECTAS	8	44%
INCORRECTAS	10	56%
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

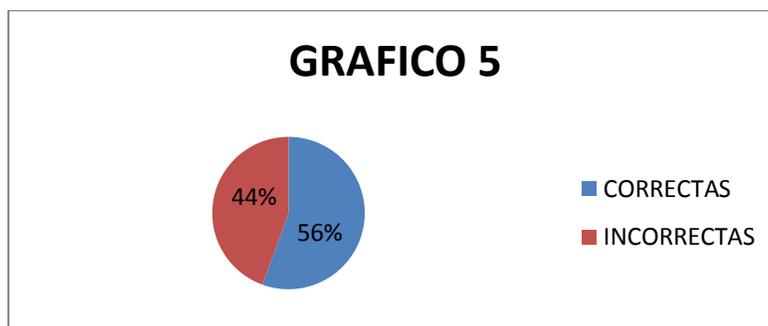
## SUBRAYE LA RESPUESTA CORRECTA

### 5. Los métodos para aumentar la potencia de un motor son:

**TABLA 5**

<b>INDICADOR</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CORRECTAS</b>	10	56%
<b>INCORRECTAS</b>	8	44%
<b>TOTAL</b>	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

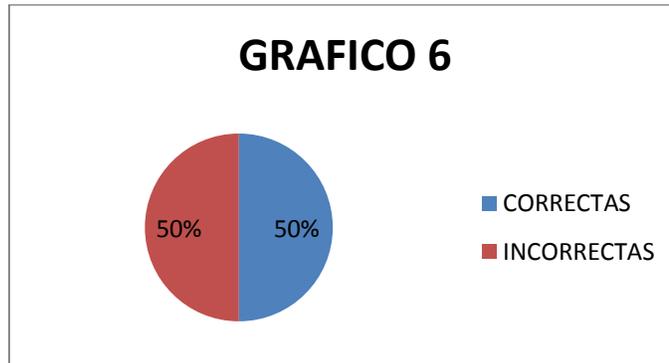
## VERDADERO O FALSO

### 6. Los procesos para aumentar la cilindrada son: Aumentar el diámetro del cilindro: Aumentar la carrera del pistón.

**TABLA 6**

<b>INDICADOR</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CORRECTAS</b>	9	50%
<b>INCORRECTAS</b>	9	50%
<b>TOTAL</b>	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



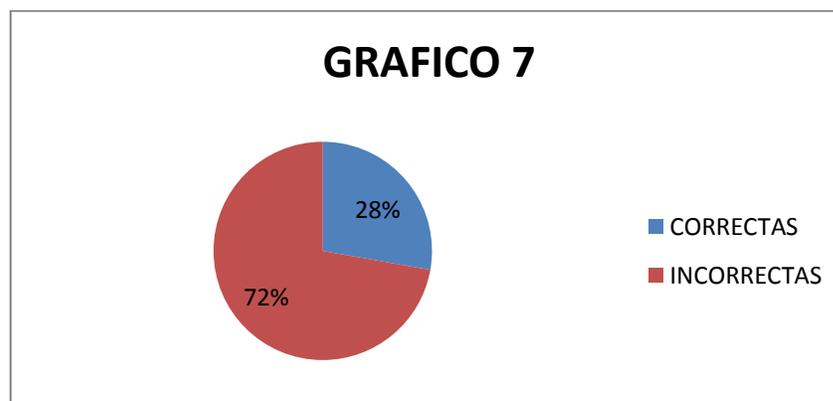
**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

- 7. Uno de los procesos para aumentar la presión media efectiva es el aligeramiento del cigüeñal.**

**TABLA 7**

INDICADOR	RESPUESTAS	PORCENTAJE
CORRECTAS	9	50%
INCORRECTAS	9	50%
TOTAL	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



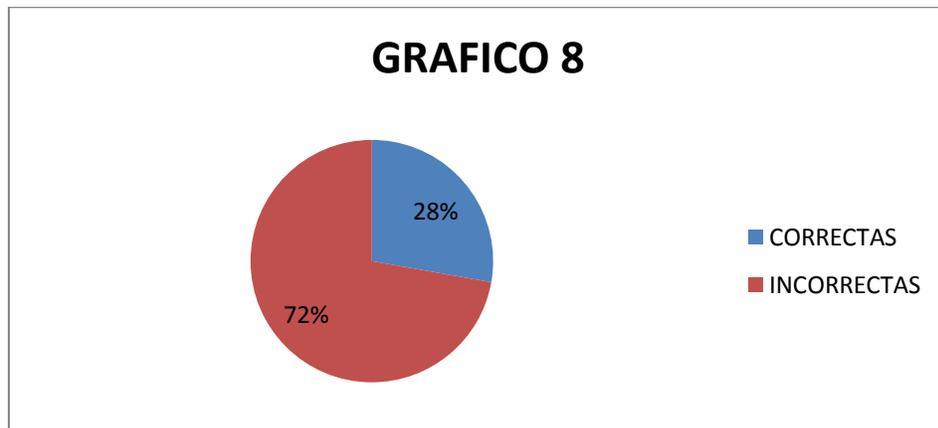
**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

**8. RPM significa Relación por Minuto.**

**TABLA 8**

<b>INDICADOR</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CORRECTAS</b>	5	28%
<b>INCORRECTAS</b>	13	72%
<b>TOTAL</b>	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

**TABLA 9: ANÁLISIS DE LA ENCUESTA DIAGNÓSTICA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DEL OCTAVO SEMESTRE DE LA CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ**

<b>PREGUNTAS</b>	<b>CORRECTAS</b>	<b>INCORRECTAS</b>
¿Qué es potencia?	6	12
¿Qué es par motor?	3	15
¿Cuál de las siguientes palabras asociaría con la palabra trucaje?	6	12
De las imágenes siguientes señale ¿Cuál cree que representa una curva específica del motor?	8	10
<p align="center"><b>SUBRAYE</b></p> <p>Los métodos para aumentar la potencia de un motor son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aumento de cilindrada</li> <li>➤ Rectificar la caja de cambios</li> <li>➤ Aumentar la presión media efectiva</li> <li>➤ Cambiar el cárter</li> <li>➤ Disminuir la entrada de aire</li> <li>➤ Aumentar el régimen de giro</li> </ul>	10	8
<p align="center"><b>VERDADERO O FALSO</b></p> <p>Los procesos para aumentar la cilindrada son: aumentar el diámetro del cilindro y aumentar la carrera del pistón.</p>	9	9
<p align="center"><b>VERDADERO O FALSO</b></p> <p>Uno de los procesos para aumentar la presión media efectiva es el aligeramiento del cigüeñal.</p>	5	13
<p align="center"><b>VERDADERO O FALSO</b></p> <p>RPM significa Relación por Minuto</p>	5	13

## **4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA ENCUESTA DIAGNOSTICA APLICADA**

Para la cuantificación de los datos y con el fin de facilitar la comprobación de la hipótesis se procedió a la tabulación de la encuesta utilizando los indicadores siguientes:

- RESPUESTAS CORRECTAS
- RESPUESTAS INCORRECTAS

Después de haber analizado todos los datos recolectados en la encuesta que se aplicó antes del estudio del manual, se determinaron los siguientes resultados generales.

De 144 preguntas totales realizadas a 18 estudiantes del octavo semestre de la carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, se obtuvieron 52 respuestas CORRECTAS, que corresponden al 36% y 92 respuestas INCORRECTAS que corresponden al 64% restante.

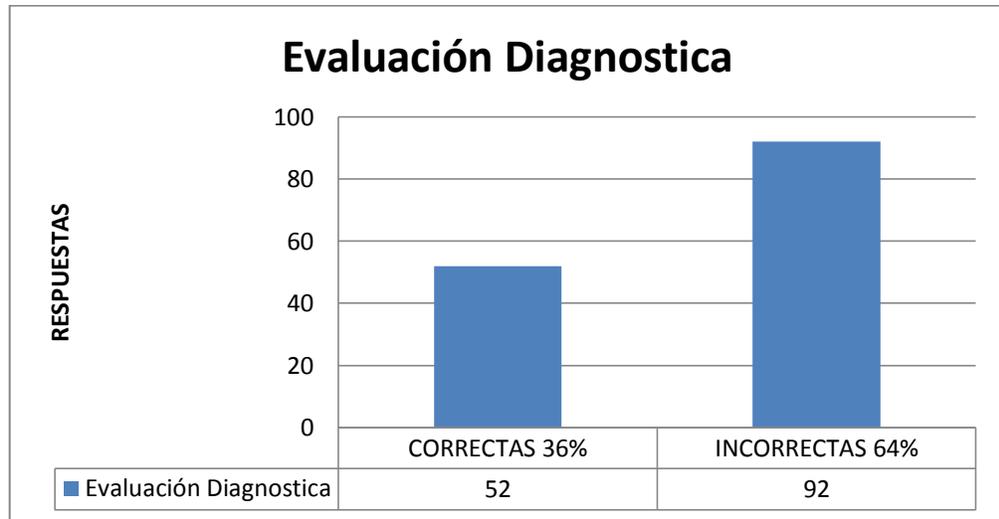
Datos que representaremos a continuación con una tabla y un gráfico.

**TABLA 10**

<b>INDICADOR</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CORRECTAS</b>	52	36%
<b>INCORRECTAS</b>	92	64%
<b>TOTAL</b>	144	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos

**GRAFICO 10**



**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

### 4.3.PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES (POST APLICACIÓN DEL MANUAL)

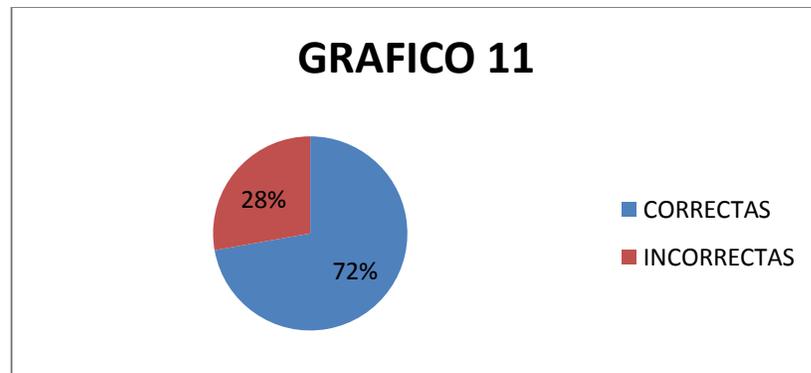
#### SELECCIÓN DE RESPUESTA CORRECTA

##### 1. ¿Qué es potencia?

**TABLA 11**

INDICADOR	RESPUESTAS	PORCENTAJE
CORRECTAS	13	72%
INCORRECTAS	5	28%
TOTAL	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



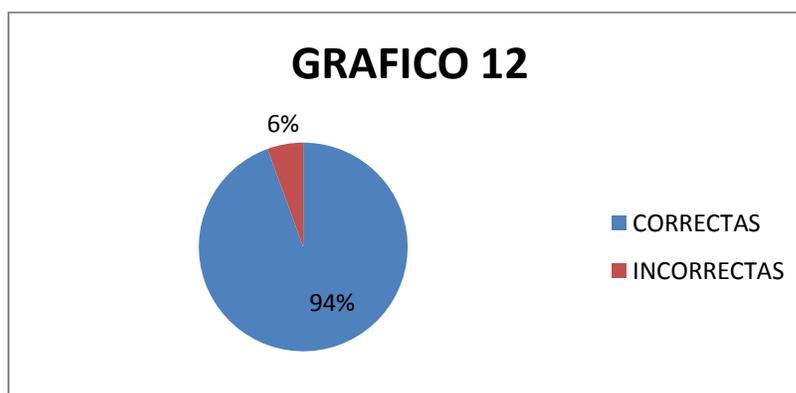
**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

2. ¿Qué es par motor?

**TABLA 12**

<b>INDICADOR</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CORRECTAS</b>	17	94%
<b>INCORRECTAS</b>	1	6%
<b>TOTAL</b>	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

3. ¿Cuál de las siguientes palabras asociaría con la palabra trucaje?

**TABLA 13**

<b>INDICADOR</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CORRECTAS</b>	17	94%
<b>INCORRECTAS</b>	1	6%
<b>TOTAL</b>	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



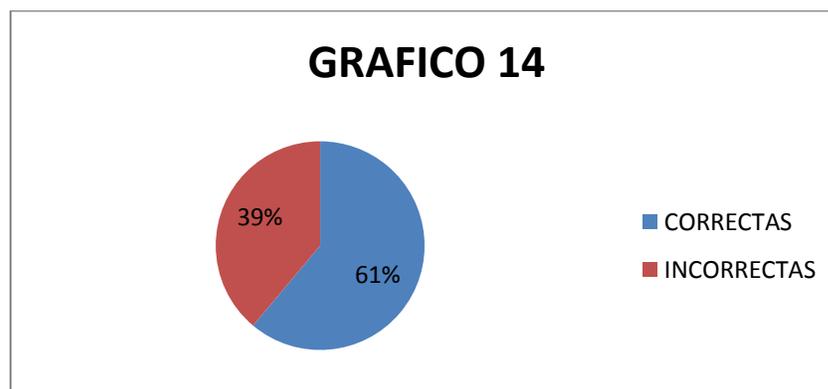
**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

**4. De las imágenes siguientes señale ¿cuál cree que representa a una curva específica del motor?**

**TABLA 14**

INDICADOR	RESPUESTAS	PORCENTAJE
CORRECTAS	11	61%
INCORRECTAS	7	39%
TOTAL	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

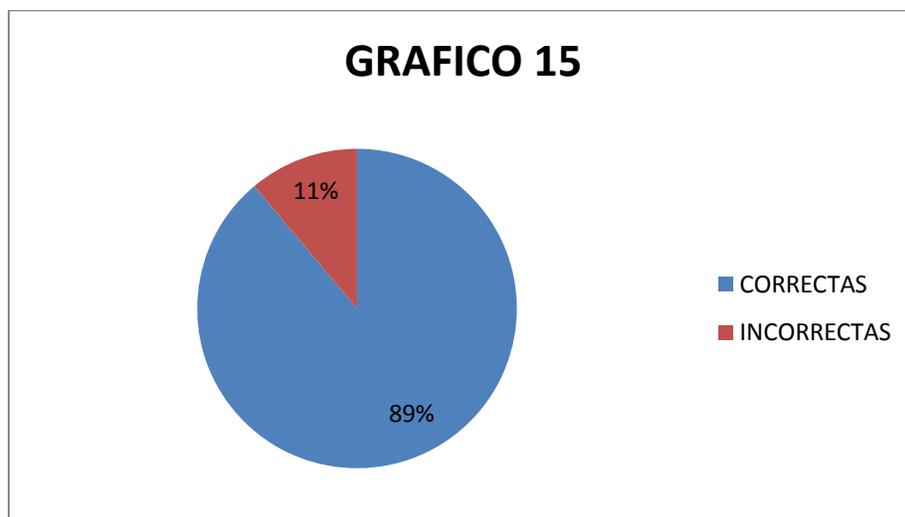
**SUBRAYE LA RESPUESTA CORRECTA**

**5. Los métodos para aumentar la potencia de un motor son:**

**TABLA 15**

<b>INDICADOR</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CORRECTAS</b>	16	89%
<b>INCORRECTAS</b>	2	11%
<b>TOTAL</b>	18	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

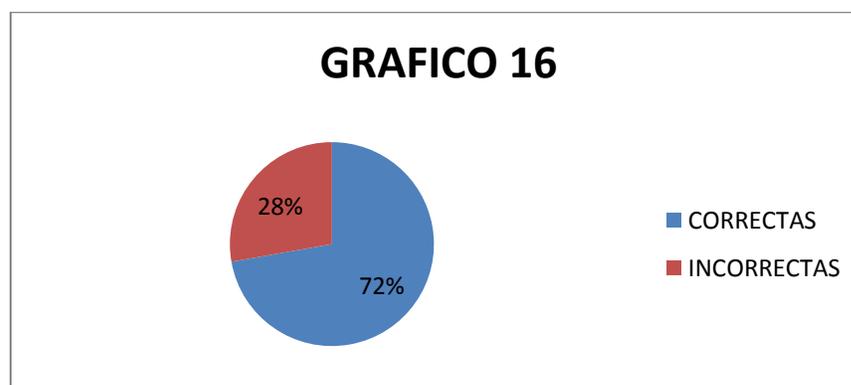
## VERDADERO O FALSO

6. Los procesos para aumentar la cilindrada son: Aumentar el diámetro del cilindro: Aumentar la carrera del pistón.

**TABLA 16**

INDICADOR	RESPUESTAS	PORCENTAJE
CORRECTAS	13	72%
INCORRECTAS	5	28%
TOTAL	18	100%

FUENTE: Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



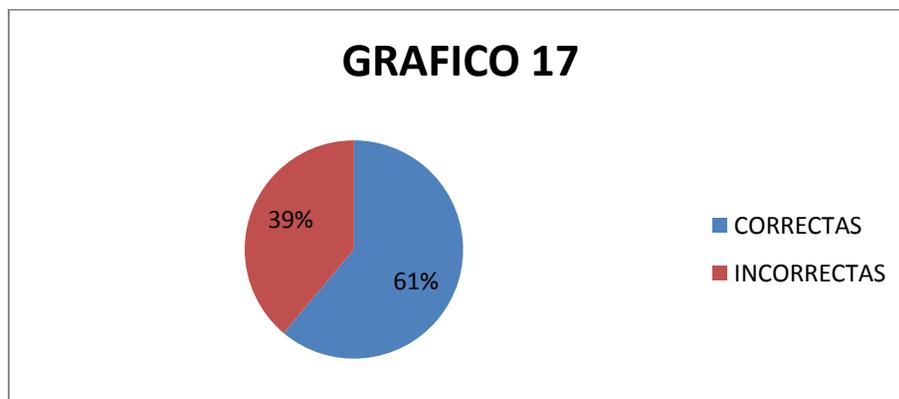
FUENTE: Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

7. Uno de los procesos para aumentar la presión media efectiva es el aligeramiento del cigüeñal.

**TABLA 17**

INDICADOR	RESPUESTAS	PORCENTAJE
CORRECTAS	11	61%
INCORRECTAS	7	39%
TOTAL	18	100%

FUENTE: Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



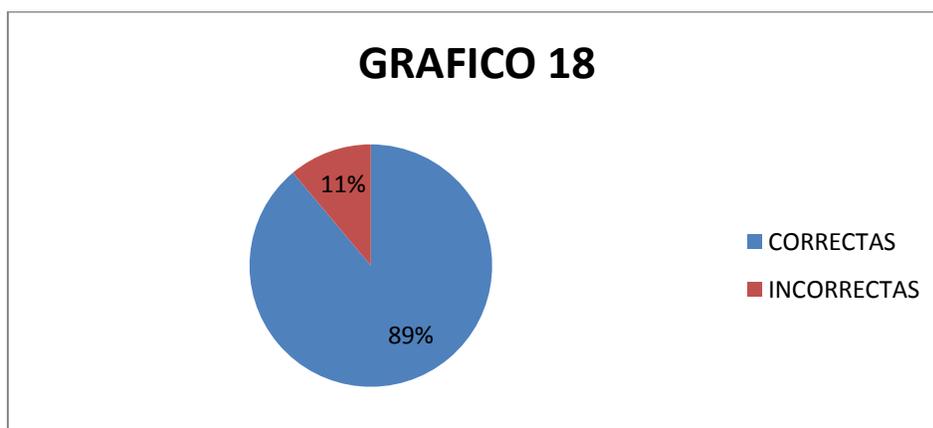
FUENTE: Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

**8. RPM significa Relación por Minuto.**

**TABLA 18**

INDICADOR	RESPUESTAS	PORCENTAJE
CORRECTAS	16	89%
INCORRECTAS	2	11%
TOTAL	18	100%

FUENTE: Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos



FUENTE: Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

**TABLA 19: ANÁLISIS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DEL OCTAVO SEMESTRE DESPUÉS DEL ESTUDIO DEL MANUAL**

<b>PREGUNTAS</b>	<b>CORRECTAS</b>	<b>INCORRECTAS</b>
¿Qué es potencia?	13	5
¿Qué es par motor?	17	1
¿Cuál de las siguientes palabras asociaría con la palabra trucaje?	17	1
De las imágenes siguientes señale ¿Cuál cree que representa una curva específica del motor?	11	7
<p align="center"><b>SUBRAYE</b></p> <p>Los métodos para aumentar la potencia de un motor son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aumento de cilindrada</li> <li>➤ Rectificar la caja de cambios</li> <li>➤ Aumentar la presión media efectiva</li> <li>➤ Cambiar el cárter</li> <li>➤ Disminuir la entrada de aire</li> <li>➤ Aumentar el régimen de giro</li> </ul>	16	2
<p align="center"><b>VERDADERO O FALSO</b></p> <p>Los procesos para aumentar la cilindrada son: aumentar el diámetro del cilindro y aumentar la carrera del pistón.</p>	13	5
<p align="center"><b>VERDADERO O FALSO</b></p> <p>Uno de los procesos para aumentar la presión media efectiva es el aligeramiento del cigüeñal.</p>	11	7
<p align="center"><b>VERDADERO O FALSO</b></p> <p>RPM significa Relación por Minuto</p>	16	2

#### **4.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES (POST APLICACIÓN DEL MANUAL)**

Los parámetros e indicadores utilizados para la cuantificación de los datos de esta encuesta son los mismos que se utilizaron en la EVALUACIÓN DIAGNOSTICA.

Después de haber estudiado y aplicado el manual en el aula del octavo semestre de la carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, se procedió a la realización de la encuesta, la cual contenía las mismas preguntas de la EVALUACIÓN DIAGNOSTICA.

Analizado todos los datos recolectados en esta encuesta, se determinaron los siguientes resultados generales.

De 144 preguntas totales realizadas a 18 estudiantes del octavo semestre de la carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, se obtuvieron 114 respuestas CORRECTAS, que corresponden al 79% y 30 respuestas INCORRECTAS que corresponden al 21% restante.

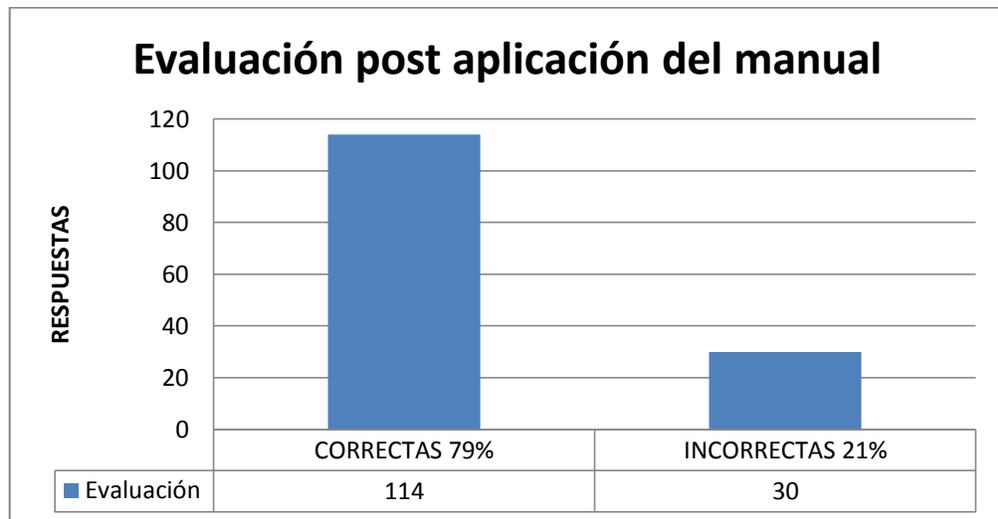
Datos que representaremos a continuación con una tabla y un gráfico.

**TABLA 20**

<b>INDICADOR</b>	<b>RESPUESTAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CORRECTAS</b>	114	79%
<b>INCORRECTAS</b>	30	21%
<b>TOTAL</b>	144	100%

**FUENTE:** Encuesta aplicada por Rommel Santander; Carlos Ramos

**GRAFICO 19**



**FUENTE:** Elaborado por Rommel Santander; Carlos Ramos

#### **4.5.COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

“Si se aplica el manual técnico para la preparación del motor Suzuki de competición en el aula, mejorará el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, de la Escuela de Educación Técnica”

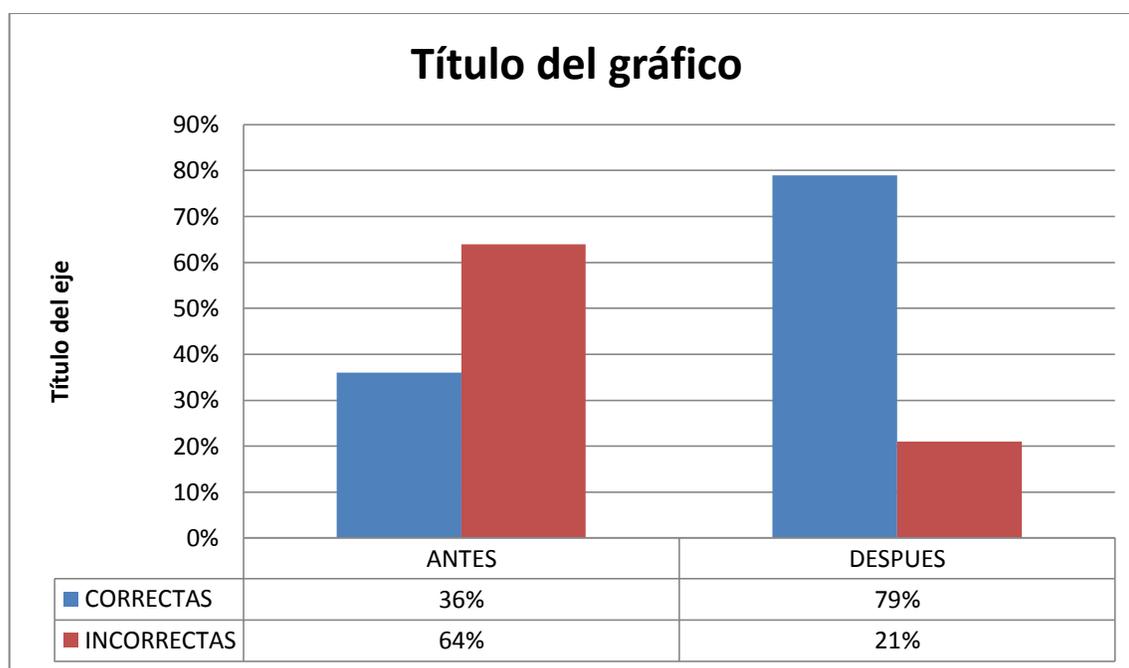
La investigación realizada, la elaboración del manual, la encuesta diagnóstica, la aplicación en el aula y la encuesta final con los estudiantes del octavo semestre de la carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, nos permitieron obtener los suficientes parámetros e indicadores para realizar la comparación del ANTES y el DESPUÉS de la aplicación del manual, obteniendo resultados totalmente satisfactorios y que demuestran que la HIPÓTESIS que fue planteada para nuestra investigación, fue comprobada.

Para verificación de que la hipótesis fue comprobada, a continuación se lo demostrará con una tabla y un gráfico de porcentajes que demuestran que el aprendizaje después del estudio del manual fue significativo.

**TABLA 21: COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL ANTES Y EL DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL MANUAL EN PORCENTAJES**

	<b>ANTES</b>	<b>DESPUÉS</b>
<b>INDICADOR</b>	<b>RESULTADOS EN %</b>	<b>RESULTADOS EN %</b>
CORRECTAS	<b>36%</b>	<b>79%</b>
INCORRECTAS	<b>64%</b>	<b>21%</b>
TOTAL	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**GRAFICO 20**



Como podemos observar en la tabla y el grafico, el aprendizaje de los estudiantes es notorio y a la vez muy satisfactorio, lo que demuestra que la hipótesis está comprobada, por lo tanto el manual es una herramienta que influirá de manera positiva en el aprendizaje de los estudiantes.

## **CAPITULO V**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- Se verificó que antes de la aplicación del manual, los conocimientos de los estudiantes sobre el tema eran deficientes.
- Durante el estudio del manual se evidenció el interés de los estudiantes, y maestros por el tema tratado.
- Se pudo comprobar que la utilización del manual en el aula favoreció al aprendizaje de los estudiantes, y su nivel de conocimientos sobre el tema se elevó significativamente.
- Por los resultados obtenidos, se comprobó que el manual es totalmente aplicable y comprensible en su contenido.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la utilización del manual técnico como una herramienta para el docente en el aprendizaje de los estudiantes.
- Se recomienda a los estudiantes tomar este manual como pauta para continuar con la investigación y ser objeto de un nuevo proyecto.
- Se recomienda a los docentes profundizar en el contenido del manual, mediante investigaciones que fortalezcan sus conocimientos sobre el tema.
- Se recomienda utilizar técnicas y estrategias que puedan facilitar el aprendizaje y hagan más didáctico el manual, para que se vean reflejados en el éxito de la adquisición de conocimientos.

## BIBLIOGRAFÍA

- TRUCAJE DE MOTORES DE 4 TIEMPOS – MIGUEL DE CASTRO
- PREPARACIÓN DE MOTORES DE SERIE PARA COMPETICIÓN – STEFANO GUILLIERI
- PREPARACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL MOTOR DE UN VEHÍCULO SUZUKI FORZA 993 CM3 PARA COMPETICIÓN/TESIS DE GRADO-ESPOCH/MARTÍNEZ TAYUPANDA FRANKLIN VINICIO-ROMERO ROMERO DANILO JONATHAN.
- ANÁLISIS PARA LA MODIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS QUE INTERVIENEN EN EL DESEMPEÑO DE UN VEHÍCULO DATSUN 1200 A PARTIR DE LA REPOTENCIACIÓN DEL MOTOR/ TESIS DE GRADO/ UPS/ JUAN PABLO FAJARDO MONTALEZA/ DIEGO LAUTARO LÓPEZ/ OSCAR ROBERTO MERCHÁN/ JAIRO FABIÁN ORTEGA.
- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMISIÓN INDEPENDIENTE PARA UN MOTOR SUZUKI G-10/ TESIS DE GRADO/ UPS/ ROBINSON FERNANDO PORTILLA.
- ESTUDIO DE LAS MODIFICACIONES DE UN MOTOR DI PARA SU UTILIZACIÓN EN COMPETICIÓN - *JUAN NORVERTO MORÍÑIGO* - INGENIERO DE I.C.A.I.
- CONSUMO DE COMBUSTIBLE, EN RELACIÓN A LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR Y A SU TRANSMISIÓN - RESSIA,J.M. - BOTTA,G.F. - DE SIMONE,M.E.

## WEB GRAFÍA

- <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>
- <http://mepuedeservir.es/wp2/wp-content/uploads/2012/03/2.-CURVAS-CARACTERISTICAS-DE-MOTORES-Y-VEHICULOS-Recomprimidos..pdf>
- <http://www.taringa.net/posts/autos-motos/4227958/Preparacion-de-un-motor-4T-avanzado-solo-entendidos.html>
- [http://encarreraweb.com.ar/datos\\_tecnicos/LOS%20CAMINOS%20PARA%20AUMENTAR%20LA%20POTENCIA%20DE%20UN%20MOTOR%20DE%20COMBUSTION%20INTERNA.pdf](http://encarreraweb.com.ar/datos_tecnicos/LOS%20CAMINOS%20PARA%20AUMENTAR%20LA%20POTENCIA%20DE%20UN%20MOTOR%20DE%20COMBUSTION%20INTERNA.pdf)
- <http://es.slideshare.net/WilliamGonzales3/trucaje-demotores>
- [http://ocw.uc3m.es/ingenieria-termica-y-de-fluidos/turboalimentacion-motores-termicos-2013/Turbo\\_2.pdf](http://ocw.uc3m.es/ingenieria-termica-y-de-fluidos/turboalimentacion-motores-termicos-2013/Turbo_2.pdf)
- [http://www.todomotores.cl/mecanica/fuerza\\_motor.htm](http://www.todomotores.cl/mecanica/fuerza_motor.htm)
- <http://www.todomotores.cl/competicion/cubicacion.htm>
- <http://www.tuningpedia.org/general/aumentar-la-potencia-del-motor>
- <http://www.tucocheytu.com/foro/archive/index.php/t-2692.html>
- [http://www.tucocheytu.com/foro/showthread.php/2691-Las-bielas-en-los-motores-de-competici%C3%B3n-\(Parte-1\)](http://www.tucocheytu.com/foro/showthread.php/2691-Las-bielas-en-los-motores-de-competici%C3%B3n-(Parte-1))
- [http://www.tucocheytu.com/foro/showthread.php/2692-Las-bielas-en-los-motores-de-competici%C3%B3n-\(Parte-2\)](http://www.tucocheytu.com/foro/showthread.php/2692-Las-bielas-en-los-motores-de-competici%C3%B3n-(Parte-2))
- <http://www.escapedirecto.com/rendimiento/aligeramiento-de-piezas-internas/>
- <http://www.taringa.net/posts/autos-motos/4227958/Preparacion-de-un-motor-4T-avanzado-solo-entendidos.html>
- <http://www.escapedirecto.com/rendimiento/aligeramiento-de-piezas-internas/>

A

N

E

X

O

S

**MODELO DE ENCUESTA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y**  
**TECNOLOGÍAS**  
**MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ**  
**ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES**  
**PREPARACIÓN DE MOTORES**

Fecha:.....

**OBJETIVO:** Conocer el estado actual de los conocimientos en preparación de motores para competición. Se solicita de la manera más comedida responder las siguientes preguntas.

**SELECCIONE LA RESPUESTA CORRECTA**

**1. ¿Qué es potencia?**

- Es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo.
- Acción, esfuerzo o influencia que puede alterar el estado de movimiento o reposo de cualquier cuerpo.
- Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo, por acción de la gravedad.

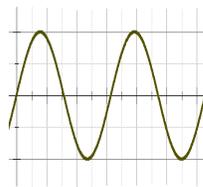
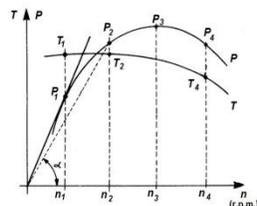
**2. ¿Qué es par motor?**

- Relación que se establece entre el espacio o la distancia que recorre un objeto y el tiempo que invierte en ello.
- Es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.
- Es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo.

3. ¿Cuál de las siguientes palabras asociaría con la palabra TRUCAJE?

- MODIFICACIÓN       ELIMINACIÓN       INSTALACIÓN

4. De las imágenes siguientes señale cuál cree que representa a una curva específica del motor.



**SUBRAYE LA RESPUESTA QUE UD CREA QUE ES LA CORRECTA**

5. Los métodos para aumentar la potencia de un motor son:

- a) Aumento de cilindrada
- b) Rectificar la caja de cambios
- c) Aumentar la presión media efectiva
- d) Cambiar el cárter
- e) Disminuir la entrada de aire
- f) Aumentar el régimen de giro

**VERDADERO O FALSO**

**Responda según su criterio cuales son verdaderas y cuales son falsas**

- 6. Los procesos para aumentar la cilindrada son: Aumentar el diámetro del cilindro y Aumentar la carrera del pistón.**

VERDADERO ( )

FALSO ( )

- 7. Uno de los procesos para aumentar la presión media efectiva es el aligeramiento del cigüeñal.**

VERDADERO ( )

FALSO ( )

- 8. RPM significa Relación Por Minuto**

VERDADERO ( )

FALSO ( )

## FOTOS DE LA ENCUESTA DIAGNÓSTICA



## FOTOS DE LA CLASE DICTADA EN BASE AL MANUAL



