

TRUCAJE DE UN MOTOR RENAULT 1022 cc REFERENCIA R850 DE SERIE

PRESENTADO POR

JUAN JOSE HERRERA MARTINEZ

ASESOR

ING. MANUEL EDUARDO CORRAL H.

UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

BOGOTA D.C

2016



**TÉCNICO PROFESIONAL EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

Se notifica que el estudiante **JUAN JOSE HERRERA MARTINEZ**, identificado(a) con código estudiantil No.2167,realizo como opción de grado el **PROYECTO DE GRADO**, titulado(a): **“TRUCAJE DE UN MOTOR RENAULT 1022 cc REFERENCIA R850 DE SERIE”**

Como asesor(es) le hicieron acompañamiento los docentes: **Ing. MANUEL EDUARDO CORRAL HIGUERA** y como Jurado(s):

Lo anterior se expide en Bogotá D.C. \_\_\_\_\_

**Jurado** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Director**

\_\_\_\_\_

**Coordinador**

**CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES DE AUTOR A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD ECCI Código: FR-GME-032 Versión:  
03 Proceso: Gestión de Medios Educativos Fecha de emisión: 24-Oct-2014 Fecha de versión: 12-Feb-2015**

Yo/Nosotros, **JUAN JOSE HERRERA MARTINEZ** identificado con **CC No. 80932273** de **BOGOTA** manifiesto(amos) de forma voluntaria, libre, consiente en este documento que dando cumplimiento al Reglamento de Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de la Universidad ECCI cedo (hemos) de manera total y sin limitación alguna a la Universidad ECCI los derechos patrimoniales que me/nos corresponden como autor(es) del proyecto de grado, trabajo final de grado, tesis monografía, trabajo individual de investigación y cualquier otra obra, elemento, creación, desarrollo o máquina que hubiese sido generada en el marco de mi/nuestra actividades académicas para finalizar los créditos universitarios de conformidad con la decisión 351 de 1993 y la Ley 23 de 1982, esto es, el derecho de reproducción, modificación, mejora, extinción, publicación, divulgación, citación, compra, venta, arrendamiento, exposición, y en general todas las acciones que se puedan llevar a cabo con el trabajo final de grado, tesis, monografía, trabajo individual de investigación u obra de creación artística, tecnológica, científica, verbal o escrita, en todas sus modalidades, imagen, fotografía, presentación, libro, conferencia, herramientas y creaciones cedo el derecho de transformación, copia, comunicación, o adaptación, comunicación pública, distribución, reproducción, edición, extinción, mejora, publicación, venta, arriendo en todas sus modalidades, incluso para la producción audiovisual, magnética, científica técnica y, en general, cualquier tipo de explotación que se pueda realizar sobre la creación por cualquier medio conocido o por conocer, del trabajo final de grado denominado: **TRUCAJE DE UN MOTOR RENAULT 1022 cc REFERENCIA R850 DE SERIE** y de sus productos y derechos conexos en Universidad ECCI, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los Derechos patrimoniales anteriormente mencionados cuyo uso ha sido autorizado, en su actividad ordinaria de investigación, docencia, innovación, exhibición de máquinas y publicación de obras. La autorización otorgada se ajusta a lo que establecen las decisiones 351 de 1993 y la ley 23 de 1982. Con todo, en mi/nuestra condición de Autor/es me/nos reservó/amos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo estos documentos en el momento mismo que hago/hacemos entrega del trabajo final a la Biblioteca de la Universidad.

Esta cesión se realiza a perpetuidad o por el tiempo máximo que permiten las leyes, sin perjuicio del respeto al derecho moral.

Manifiesto que es de mi interés contribuir a la política de la Universidad ECCI de promover la difusión, conocimiento, explotación, aprovechamiento y uso público de la producción intelectual y por esto la cesión se realiza a título gratuito. En consecuencia, no reservo en mi beneficio derecho ni acción legal que pudiese ejercitar por éste concepto en contra de la Institución ya que con la firma de este documento acredito mi pleno consentimiento y voluntad de ejercer la Cesión de Derechos de Autor. Garantizo que no hay ningún tipo de limitación sobre los Derechos Patrimoniales que se ceden en este documento, y si en el futuro se presentaren me comprometo a subsanarlos oportunamente siendo el único responsable por cualquier reclamo que en materia de derechos de autor se le pueda presentar a la Universidad ECCI sobre el producto, obra, máquina, elemento u objeto de esta cesión.

**PARÁGRAFO:** Esta autorización además de ser válida para las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, también lo es para formato digital, electrónico, virtual, para usos en: red, Internet, extranet, intranet, biblioteca digital y demás para cualquier formato conocido o por conocer.

Firma, huella y cédula

**Firma del Estudiante**

**Nombre: JUAN JOSE HERRERA MARTINEZ**

**C.C.: 80932273**

El presente documento se firma a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ en presencia de testigos.

**Nota: Todos los integrantes del grupo de trabajo deben firmar este documento sin excepción.**

## Tabla de Contenido

Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción .....	11
Definición del problema .....	12
Justificación .....	13
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos .....	15
Marco teórico .....	16
Metodología .....	18
Motor Renault 4 Plus 25 .....	20
Desarrollo.....	21
Capitulo 1: Cilindrada.....	27
1.1 Aumento De Cilindrada.....	27
Capitulo 2: Sistema de Distribución .....	30
2.1 Relación De Compresión .....	30
2.2 Medición Del Volumen De Las Cámaras De Combustión .....	35
2.3 Mayor superficie de las válvulas .....	37
2.4 Mayor Tiempo De Apertura De Las Válvulas .....	38
2.5 Conductos Más Grandes Y Pulidos.....	49
Capitulo 3: Sistema De Alimentación.....	52
Capitulo 4. Conjunto Móvil Del Motor .....	54
4.1 Pistones.....	54
4.2 Aligeramiento De Masas .....	55
4.2.1 Bielas .....	56
4.2.2 Cigüeñal Y Volante De Inercia.....	57
Capitulo 5. Sistema De Encendido .....	62
Capitulo 6. Reducción De Pérdidas .....	63
Capitulo 7. Sistema De Lubricación .....	64
Capitulo 8. Resultados Obtenidos.....	66
8.1 Cálculos Matemáticos.....	66

Conclusiones .....	69
Glosario .....	70
Bibliografía .....	76

## Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Aumento de potencia/ tomado de <a href="http://www.mecanicavirtual.org/">www.mecanicavirtual.org/</a> trucaje de motores ..	18
Ilustración 2 Tabla de ajuste de Praco didacol.....	25
Ilustración 3 Bloque de serie.....	28
Ilustración 4 Bloque maquinado para camisas de 1400 cc .....	29
Ilustración 5 Cámara de combustión de serie .....	32
Ilustración 6 Cámaras motor trucado .....	35
Ilustración 7 Medición volumen cámaras de combustión trucadas .....	35
Ilustración 8 Culata cepillada.....	36
Ilustración 9 Válvulas de serie .....	37
Ilustración 10 Medición eje de levas (transportador) .....	40
Ilustración 11 Medición eje de levas (comparador de caratula) .....	40
Ilustración 12 Progresión apertura de válvulas de admisión en eje de levas de serie.....	42
Ilustración 13 Progresión válvulas de escape en eje de levas de serie.....	43
Ilustración 14 Progresión válvulas de admisión en eje de levas trucado .....	45
Ilustración 15 Progresión válvulas de escape en eje de levas trucado .....	46
Ilustración 16 Progresión válvulas de admisión en ejes de levas de serie y trucado .....	47
Ilustración 17 Progresión válvulas de escape en ejes de levas de serie y trucado .....	47
Ilustración 18 Progresión válvulas de admisión y escape en ejes de levas de serie y trucado ...	48
Ilustración 19 Lumberas de admisión y escape porteadas.....	49
Ilustración 20 Culata de serie con múltiple de escape original.....	50
Ilustración 21 Header .....	51
Ilustración 22 carburador de serie solex 32 eisa/ manual de mantenimiento Renault 4tl.....	52
Ilustración 23 Carburadores dobles weber horizontales .....	53
Ilustración 24 Entradas de aire carburadores weber. ....	53
Ilustración 25 Pistones trucados.....	54
Ilustración 26 Pistones trucados.....	55
Ilustración 27 Bielas aligeradas, brilladas y con buje de bronce .....	56
Ilustración 28 Bujes de bronce en pie de biela .....	57
Ilustración 29 Contrapeso cigüeñal de serie .....	57
Ilustración 30 cigüeñal trucado aligerado y brillado.....	58
Ilustración 31 Volante aligerado .....	59
Ilustración 32 Distribuidor trucado .....	62
Ilustración 33 Bujes de bronce en soporte de eje de levas .....	63
Ilustración 34 Suplementos para conseguir mayor presión .....	64
Ilustración 35 Galería de lubricación trucada .....	65
Ilustración 36 Pintura interior del bloque .....	65

## **Tablas**

2.4.1 Tabla 1 Eje De Levas De Serie (Admisión).....	41
2.4.2 Tabla 2 Eje De Levas De Serie (Escape) .....	42
2.4.3 Tabla 3 Eje De Levas Trucado (Admisión) .....	44
2.4.4 Tabla 4 Eje De Levas Trucado (Escape).....	45



## **Resumen**

El propósito de este proyecto es explicar cómo trucar motores de cuatro tiempos partiendo de la comprensión de sus principios básicos y del análisis del posible desarrollo que se le pueda dar a estas maquinas para aumentar sus prestaciones. El trucaje de motores es posible porque todos los constructores los han sobre dimensionado para obtener márgenes de seguridad y confiabilidad, que aseguren su funcionamiento en condiciones adversas.

Es posible disminuir éstos márgenes de seguridad a mínimos aceptables para poder incrementar de manera considerable el rendimiento de los motores sin poner en riesgo su vida útil.

En este caso particular se trabajo sobre un motor Renault de referencia r850 de serie y paso a paso se mostrara los resultado obtenidos al realizar cada modificación, además se muestra la forma de calcular dichas modificaciones con el fin de realizar un trabajo técnico que permita llegar a los resultados deseados y poder tener control sobre el trucaje del motor.

## **Abstract**

The purpose of this project is to explain how to modify four-stroke engines based on the understanding of its basic principles and analysis of possible development that can be given to these machines to increase performance. The engine trick is possible because all manufacturers have them oversized margins for safety and reliability, to ensure operation under adverse conditions.

It is possible to reduce these to acceptable safety margins to significantly increase engine performance without risking its life minimum.

In this particular case I was working on a Renault engine r850 series reference and step by step the result obtained by performing each modification show also how to calculate such changes in order to make a technical job that allows reaching shown desired results and to have control over the engine trick.

## **Introducción**

La finalidad del trucaje es conseguir una mayor potencia del motor o un mejor aprovechamiento de la misma. Por lo general, el trucaje suele realizarse en motores de serie para aumentar las prestaciones de la máquina, cambiando o simplemente retocando alguno de sus elementos ya que no implica la compra de partes adicionales a las que el motor proporciona o kits de competencia.

Los medios para lograr que un motor proporcione una potencia mayor son varios y se fundamentan en:

- 1.**      aumentar la cilindrada
- 2.**      aumentar el régimen de giro
- 3.**      aumentar la relación de compresión
- 4.**      mejorar la carburación

Es necesario tener claro que estas modificaciones se realizaron después de un estudio adecuado del proceso y de la forma correcta de implementar estos cambios, ya que se hicieron en partes que son vitales para el funcionamiento del motor y que de no hacerse adecuadamente pueden repercutir en diversas fallas o en la pérdida del funcionamiento de una de estas piezas.

## **Definición del problema**

En base a la pregunta que se planteó en el ante proyecto:

¿Es posible mediante la variación de características básicas del motor de serie, lograr mejoras que permitan su uso en circuitos de competición?

Si es posible lograr esta variación en los mecanismos de un motor de serie y elevar sus prestaciones para que sea utilizado en un vehículo de competencia, a continuación se presenta el estudio que me permitió obtener las mejoras necesarias en el motor sin generar elevados costos.

## **Justificación**

Con el fin de poder obtener mi título como tecnólogo en mecánica automotriz, desarrolle este proyecto donde pude apoyar mis competencias en el hacer y saber con un conocimiento constructivista, en este proyecto se implementaron todos los conocimientos adquiridos en el ciclo académico, además de profundizar en aspectos que van más allá del fundamento teórico.

Esto lo logre por medio de la realización de pruebas y verificaciones en un taller de carros de competencia, permitiéndome de esta manera adquirir la experticia que demanda el actual mercado laboral.

## **Objetivo general**

Modifique las prestaciones de un motor RENAULT 1022 cc REFERENCIA R850 de serie mediante reformas como el aumento de la cilindrada, cepillada y porting de culata, modificación del eje de levas, aligeramiento de masas, reducción de pérdidas y otros cambios realizados en los diferentes mecanismos que conforman el motor consiguiendo así un mejor aprovechamiento de las capacidades del motor y haciéndolo más competente para poder ser utilizado en un circuito de competencias sin incurrir en elevados costos como se planteó desde un principio.

El motor original de 1022 cc genera una potencia de 34 CV. Con la modificación enunciada se aumentó la potencia en más del 40% lo cual es una mejora significativa.

## **Objetivos específicos**

- Aumentar la cilindrada del motor de 1022cc a 1400cc
- Aligerar elementos del conjunto móvil para aumentar el régimen de giro.
- Mejorar el sistema de alimentación pasando de un carburador solex 32 a dos weber 40.
- Modificar los elementos de la distribución para conseguir mejor flujo de la mezcla y los gases, mejor llenado de los cilindros, aumento de la relación de compresión.
- aumentar las prestaciones del sistema de lubricación conforme a las nuevas prestaciones del motor.
- Reducir pérdidas por fricción entre elementos, cambiando las piezas de acero por bronce para mejorar este coeficiente.
- Realizar los cálculos que evidencien las mejoras hechas a los sistemas del motor.

## Marco teórico

La preparación de motores de combustión interna de vehículos de serie, consiste en la modificación de sus componentes internos, así como la mejora de la entrada de la mezcla y salida de los gases de escape, para que el motor aumente su rendimiento. La finalidad de esta práctica es aumentar la potencia del motor.

La obtención del aumento de potencia de un motor atmosférico se consigue:

Puliendo el interior del colector de admisión, para agrandar el conducto y mejorar la entrada de la mezcla a las cámaras de combustión, en esta práctica también se rectifican las válvulas de admisión y sus asientos a 30 grados para que la entrada de gases sea mayor y opongan menor resistencia al paso de la mezcla aire-combustible hacia las cámaras de combustión.

Aumentando la relación de compresión, rectificando el plano de la culata del motor para rebajar su espesor, además de aumentar el tamaño de los pistones, de esta forma la mezcla de aire-combustible es comprimida en menos espacio, entonces hay un aumento de presión sobre los pistones y así mayor fuerza de empuje aumentando el par.

La salida de gases de escape, montando un múltiple de escape con la misma distancia entre las salidas de escape de cada pistón y su unión en el "embudo", que es donde se concentran las cuatro salidas en una sola (4/1), para enviar los gases al tubo de escape. Éste tiene que tener el diámetro apropiado y debe ser lo más recto y corto posible.

Aligerando todos los componentes del tren alternativo con el objetivo de reducir inercias y así alcanzar un mayor número de revoluciones por minuto en el cigüeñal, para ser enviadas a la transmisión por medio del conjunto del embrague. El aligerado se practica sobre las faldas de los



pistones, contrapesos del cigüeñal, bielas y demás componentes sujetos a diferentes fuerzas. Una vez aligerado el conjunto biela-pistón (la falda del pistón y la biela), se pesa cada conjunto por separado tratando que pese cada conjunto lo mismo para eliminar vibraciones y desbalances. El cigüeñal aligerado tiene que ser equilibrado en conjunto con su nuevo volante de inercia (obviamente más ligero).

Tomado de los libros:

Trucaje de motores de 4 tiempos/ Miguel de Castro Vicente

Preparación de motores de serie para competición/ Stefano Gillieri

## Metodología

Utilicé este gráfico de obtención de potencia como el fundamento para el desarrollo del trucaje del motor, ya que contiene con claridad cada una de las etapas que seguí para lograr las mejoras.

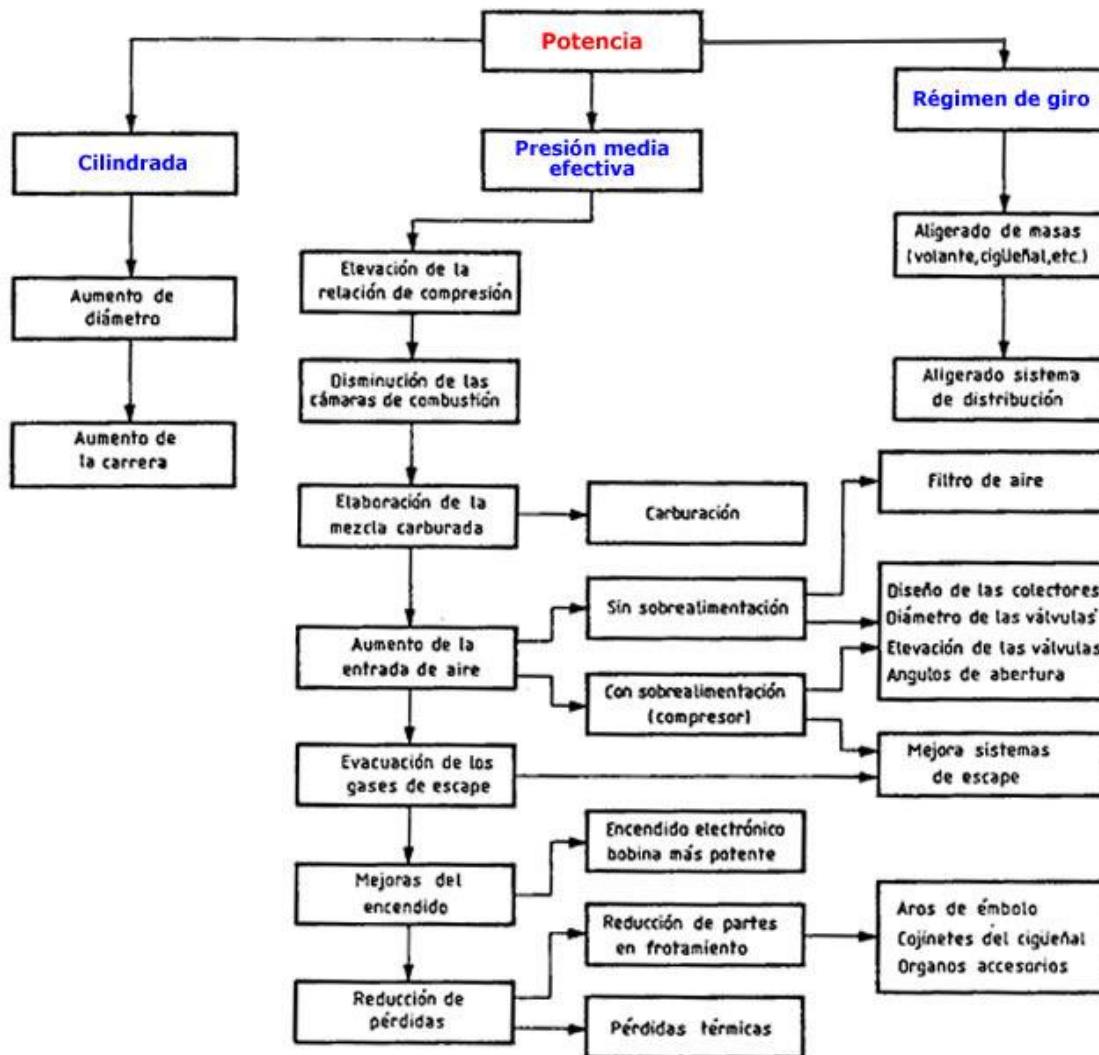


Ilustración 1 Aumento de potencia/ tomado de [www.mecanicavirtual.org/](http://www.mecanicavirtual.org/) trucaje de motores

Analizada la información obtenida en los libros ordene las etapas de taller así:

1. Evaluación, Medición, Diagnostico.
2. Desmontaje de sistemas, componentes y piezas.
3. Mecanización, reparación, reconstrucción de piezas, componentes y sistemas
4. Instalación de piezas, componentes y sistemas nuevos y/o reparados.
5. Montaje de sistemas, componentes y piezas.
6. Ajustes y calibraciones.
7. Terminado esto se probó su funcionamiento.

## **Motor Renault 4 Plus 25**

Este motor de referencia R850 fue implementado en el Renault 4 Plus 25 a partir del año 1976 en Colombia y fue llamado así porque era un 25 por ciento mejor que su antecesor.

Las especificaciones de fábrica de este motor son:

“RENAULT” R850

4 cilindros en línea con válvulas a la cabeza y camisas desmontables.

Diámetro y carrera: 65 x 77 mm

Cilindrada: 1.022 cc

Relación de compresión: 8,3: 1

Potencia: 34 CV a 5200 r.p.m.

Torque: 63 N/m

Luz de válvulas: admisión (0,15 mm); escape (0,20 mm)

Control de temperatura: por termostato (73°C – 84°C)

Marcha lenta: 700 r.p.m.

(RENAULT, 1986)

## **Desarrollo**

Siguiendo el orden de las etapas de taller:

**Evaluación:** El motor se revisó y cuenta con los siguientes componentes:

1. Carter
2. Bomba de aceite
3. Bloque
4. Cigüeñal
5. Bielas
6. Pistones y camisas
7. Eje de levas
8. Bomba de agua
9. Poleas (bomba de agua, eje de levas)
10. Piñón del cigüeñal
11. Medidor de aceite
12. Tapa de distribución
13. Cadena de distribución
14. Volante de inercia
15. Tensor de correa
16. correa
17. Alternador con soporte
18. Motor de arranque
19. Distribuidor
20. Instalación de alta

21. Bobina con soporte
22. Soporte de caja
23. Culata
24. Válvulas, resortes, cazuelas y cuñas.
25. Tapa válvulas
26. Tren de balancines
27. Impulsadores y taques
28. Múltiple de admisión y escape

No se hicieron pruebas de fugas, compresión ni de vacío en el múltiple ya que el motor no estaba instalado en el carro.

### **Medición:**

1. Se midió el cigüeñal y se encontró que era necesario pasar de 0.25 a 0.50 mm.
2. Sobre una superficie plana se comprobó que las bielas no estuvieran deformadas
3. Se midió el largo del vástago de las válvulas para modificar las nuevas de Renault

18

a la medida de la culata.

4. Se verifico la planitud del bloque con una regla de canto perfecto.
5. Se realizó la medición del diámetro interno de las camisas de 1400cc y así mismo el diámetro de los nuevos pistones para verificar que funcionaran correctamente, además de la luz entre anillos.

6. Por medio del plasticgaje se verifico el espesor de la película de lubricante.
7. Se verifico el juego axial en el cigüeñal y se sustituyeron las arandelas de juego axial.
8. Se verifico planitud y tolerancia entre las tapas y los engranajes de la bomba de aceite.
9. Se midió la altura de los resortes de la culata, se verificaron los asientos de válvulas y se rectificaron, se verifico la planitud de la culata, desgaste de las guías y se hizo prueba hidrostática para descartar fisuras.

Nota: Las medidas se confrontaron con las del manual para cumplir con los reglajes según el fabricante.

**Diagnóstico:** Según la información que obtuve del motor fue cambiado porque tenía poca fuerza y pérdidas de aceite.

**Desmontaje:** Se hizo el desarmado general de todas las piezas del motor para limpieza y verificación de funcionamiento.

**Mecanización:**

- Base de camisas en bloque.
- Círculo de bancada en bloque

- Aumento de diámetro en la galería de lubricación en el bloque
- Bancada y biela en cigüeñal
- Pie de biela y cabeza biela
- Árbol de levas
- Aligerar peso en cigüeñal
- Aligerar peso en bielas
- Aligerar peso en volante
- Cambio de guías en culata
- recorte del vástago y hechura de asiento para las cuñas de válvulas Renault 18
- Cepillada de culata
- Porting de culata

**Instalación componentes nuevos:**

- Casquetes biela y bancada a 0.50 mm
- Camisas 1400 cc
- Pistones 1400 cc
- Anillos 1400 cc



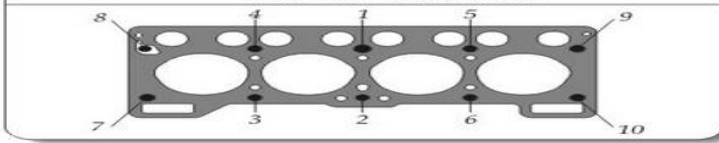
- Empaquetadura, sellos y retenes
- Sellos para bulones flotantes
- Se hicieron los soportes para el rompeolas en el Carter.

**Reparación de componentes:** Se reparó el automático del motor de arranque ya que las platinas no estaban haciendo buen contacto.

**Montaje:** Se realizó el montaje general de acuerdo al manual de Renault.

**Ajustes y calibraciones:** Esta es la tabla de torques y reglajes del motor de serie:

**Orden de apriete de la culata (cámara)**  
HG-6540030-SB



**Cilindros**

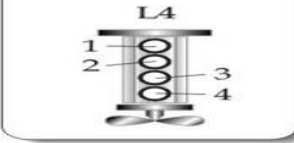


Tabla de torques	
<b>Culata (Cámara)</b>	
1er. Apriete	15 lb-pie
2do. Apriete	30 lb-pie
3er. Apriete	40-45 lb-pie
Reapriete	A los 20 min
<b>Bancada</b>	40-45 lb-pie
<b>Biela</b>	30 lb-pie
<b>Volante</b>	40 lb-pie
<b>Polea (damper)</b>	40-45 lb-pie
<b>Árbol de levas</b>	22 lb-pie
<b>Tapa de válvulas</b>	8-10 lb-pie
<b>Tapa de cárter</b>	5-8 lb-pie
Tolerancia general ±10 %	

Tabla de reglajes	
<b>Válvulas de admisión</b>	
En caliente	0.15 mm
En frío	0.20 mm
<b>Válvulas de escape</b>	
En caliente	0.18 mm
En frío	0.25 mm
<b>Platinos</b>	57° ± 3° Dwell
<b>Bujías</b>	0.6-0.7 mm
<b>Avance</b>	6° ± 1° apms
<b>Ralentí</b>	750 rpm
<b>Señales</b>	Volante
<b>Encendido</b>	1 3 4 2
Tolerancia general ±5 %	

**Ilustración 2** Tabla de ajuste de Praco didacol

Debido a las exigencias a las que se va a someter el motor se aumentó el par de apriete en aproximadamente un 10 % y 30% dependiendo la pieza.

10. Biela 35 o 40 libras pie.
11. Bancada 60 libras pie.
12. Culata 60 libras pie.
13. Tapa repartición 10 libras pie.
14. Eje de levas 35 libras pie.
15. Cárter 10 libras pie.
16. Dámper (polea cigüeñal) 50 libras pie.
17. Volante 50 libras pie.

A continuación se mostrara el proceso de los elementos del motor que fueron modificados siguiendo la guía del grafico de mecánica virtual (obtener potencia).

## Capítulo 1: Cilindrada

### 1.1 Aumento De Cilindrada

Por el diseño del motor RENAULT igual carrera en cilindradas de 1022 cc (65 mm diámetro x 77 mm carrera), 1300 cc (73 mm diámetro x 77 mm carrera) y 1400 cc (76 mm diámetro x 77 mm carrera), solo se cambiaron camisas y pistones modificando el bloque para las nuevas camisas que elevaron la cilindrada a 1400cc.

Mediante la siguiente formula se puede comprobar el cambio en la cilindrada en el motor de serie con las nuevas camisas de Renault 9.

$$\text{Desplazamiento} = \pi \cdot R^2 \cdot C \cdot N$$

Donde:

R= Radio del cilindro

C= Carrera

N= Numero de cilindros

**Motor de serie:**

$$\text{Desplazamiento} = \pi \times 32.5^2 \times 77 \times 4$$

$$\text{Desplazamiento} = 1022cc$$

### **Motor trucado:**

$$\text{Desplazamiento} = \pi \times 38^2 \times 77 \times 4$$

$$\text{Desplazamiento} = 1397\text{cc}$$

Lo cual representa un aumento de 375 cc en la cilindrada del motor.

Para poder hacer el cambio de camisas y pistones es necesario hacer un maquinado al bloque para garantizar el ángulo de 90 grados entre ellas, además el sistema del motor 1022cc utiliza unos calcos o empaques para evitar el paso de agua al cárter, las camisas del motor 1400cc utiliza juntas toricas.

La carrera de 77mm de los pistones no se modificó.



**Ilustración 3 Bloque de serie**



**Ilustración 4 Bloque maquinado para camisas de 1400 cc**

## Capítulo 2: Sistema de Distribución

### 2.1 Relación De Compresión

El aumento de la presión media efectiva (P.M.E). Constituye otro de los factores fundamentales del trucaje de un motor para lograr que proporcione más potencia. Ya que es la presión promedio que se ejerce al expandirse la mezcla y ejercer presión sobre la cabeza del pistón. (Castro, 1982)

La presión media efectiva inicial del motor se haya mediante la siguiente fórmula:

$$P.M.E = \frac{900.000 \times P}{C \times n}$$

P = Potencia del motor (cv)

C = cilindrada

n = RPM

$$P.M.E = \frac{900.000 \times 34}{1022 \times 5200}$$

$$P.M.E = 5,75 \text{ kg/cm}^2$$

Esto significa que cada centímetro cuadrado de la cabeza del pistón recibe 5,75 kg de presión

La potencia máxima se calcula nueve veces mayor a la potencia media. Y es al momento de la explosión.

$$P_{MAX} = 9 \times 5,75$$

$$P_{MAX} = 51,75 \text{ kg/cm}^2$$

Al hacer el cambio de culata del Renault 4 1022cc a la del Renault 9 1400cc cambia la relación de compresión. La relación de compresión en un motor de combustión interna es el número que permite medir la proporción en que se ha comprimido la mezcla de aire-combustible.

$$R_c = \frac{V_{cil} + V_{cam}}{V_{cam}}$$

Dónde:

$V_{cil}$  = Volumen del cilindro

$V_{cam}$  = Volumen de la cámara

Para obtener el volumen del cilindro se divide la cilindrada total en el número de cilindros.

**Motor de serie:**

Según las especificaciones del manual de mantenimiento el motor de serie el volumen de la cámara es de 35 cc.

$$V_{cil} = 1022 \text{ cc} / 4$$

$$V_{cil} = 255,5 \text{ cc}$$

$V_{cam} = 35 \text{ cc}$

$$R_c = \frac{255,5 \text{ cc} + 35 \text{ cc}}{35 \text{ cc}}$$

$$R_c = 8,3:1$$



**Ilustración 5 Cámara de combustión de serie**



**Motor 1400cc de serie:**

Al aumentar la cilindrada la P.M.E también cambia en el motor.

$$P.M.E = \frac{900.000 \times 60}{1397 \times 5200}$$

$$P.M.E = 7,36 \text{ kg/cm}^2$$

Esto significa que cada centímetro cuadrado de la cabeza del pistón recibe 7,36 kg de presión

La potencia máxima se calcula nueve veces mayor a la potencia media. Y es al momento de la explosión.

$$P_{MAX} = 9 \times 7,36$$

$$P_{MAX} = 66,24 \text{ kg/cm}^2$$

Si el área de la superficie del pistón es de 45,36 cm<sup>2</sup> multiplicada por la potencia máxima que es 66,24 kg/cm<sup>2</sup> sabemos que la presión sobre toda la superficie es de 3004 kg.

El nuevo valor de la relación de compresión al cambiar la culata es:

$$V_{cil} = 1400 \text{ cc} / 4$$

$$V_{cil} = 349,25$$

$$V_{cam} = 38,98 \text{ cc}$$

$$Rc = \frac{349,25cc + 38,98cc}{38,98cc}$$

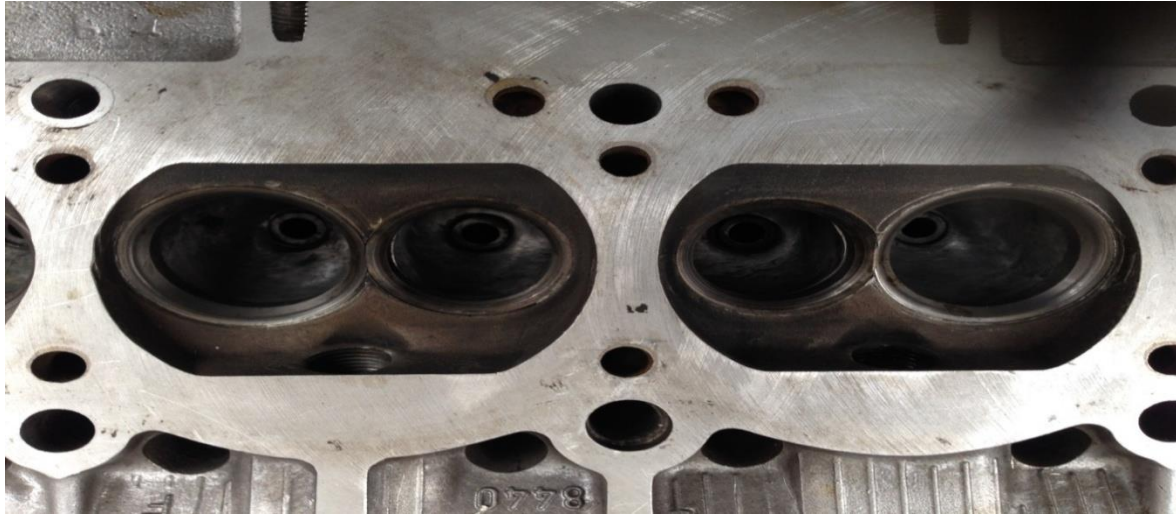
$$Rc = 9,9: 1$$

Como el propósito era una Rc de 10,8:1 se despeja la fórmula y se conoce que volumen deben tener las cámaras para ello.  $V_{cam} = V_{cil} / Rc - 1$

$$V_{cam} = \frac{349,25}{10,8 - 1}$$

El volumen de la cámara debe ser de 35,5 cc para lograr esa relación de compresión

## 2.2 Medición Del Volumen De Las Cámaras De Combustión



**Ilustración 6 Cámaras motor trucado**

Después de hecho el cálculo se cepillo la culata 1mm y se procedió a verificar el nuevo volumen de la cámara de combustión.



**Ilustración 7 Medición volumen cámaras de combustión trucadas**

Después de este proceso se obtuvo el nuevo volumen de la cámara el cual es de 35,5 cc. Así realizando el cálculo de la relación de compresión nuevamente obtenemos que:

$$Rc = \frac{349,25cc + 35,5cc}{35,5cc}$$

$$Rc = 10.8:1$$

Esta es la relación de compresión con la cual quedó el motor después de cepillar la culata de serie de Renault 9. Para evitar detonación el motor se procura utilizar gasolina de alto octanaje para un mejor quemado de la mezcla. Preferiblemente mayor a 98 octanos.



**Ilustración 8 Culata cepillada**

### 2.3 Mayor superficie de las válvulas

Otro sistema para aumentar la P.M.E. de un motor puede consistir en introducir mayor cantidad de mezcla en el interior del cilindro. Esto puede lograrse utilizando carburadores de un diámetro mayor al original, pero mucho más importante será lo que consigamos sin unimos a ello determinados trabajos en los órganos de la distribución que intervienen en el paso de los gases, por ejemplo, en las válvulas (que sean más grandes o se levanten más, o estén más tiempo abiertas) y en el mayor diámetro de los conductos que intervienen para dirigir el paso de los gases. (Ruigi, 1985)

Para mejorar la respiración del motor, es decir, su llenado del cilindro, debemos conseguir aumentar en lo posible el tamaño de las válvulas; debido a que no se utilizaron las válvulas de serie de la culata de Renault 9 sino unas de diámetro mayor de Renault 18 fue necesario rectificar asientos y cortar los vástagos a la medida de la culata del Renault 9.



**Ilustración 9 Válvulas de serie**

Se realizó un cambio por válvulas de un diámetro mayor pasando de 30,3mm a 31mm en la válvula de escape y de 33,5 a 36,5 mm en la de admisión dejando la mínima tolerancia antes de que se llegasen a tocar, además se cambiaron las guías de acero por unas de bronce para evitar pérdidas por rozamiento y los asientos se dejaron en 45 grados como vienen de serie.

## **2.4 Mayor Tiempo De Apertura De Las Válvulas**

El árbol de levas trucado incrementa la carrera de la válvula, el tiempo de apertura de la válvula, así como el cruce entre el Avance de la Apertura de la válvula de Admisión (AAA) y el Retraso del Cierre de la válvula de Escape (RCE). Estos cambios mejoran el comportamiento dinámico de la mezcla y de los gases de escape cuando el motor gira a altas vueltas, y por lo tanto mejora el rendimiento del motor y aumenta su potencia. Sin embargo, el funcionamiento del motor en ralentí es errático debido al cruce valvular y pérdida en el llenado del cilindro. (Castro, 1982)

El objetivo es lograr una apertura de válvulas que cumpla los siguientes requisitos:

1. Que la válvula de admisión se abra más rápido y se cierre después que en el sistema original, con lo que mantendremos la válvula más tiempo abierta y en su posición más elevada, lo que, consiguientemente, mejorará el llenado del cilindro.
2. Aumentar también el tiempo en que la válvula permanezca abierta con respecto al giro del eje del cigüeñal, provocándose un cruce de válvulas más largo, y

aprovechando hasta el máximo los efectos de la inercia de los gases para mejorar sus posibilidades de entrada en el cilindro.

Según el manual de Renault el motor r850 tiene de fábrica los siguientes valores:

Motor r850:

3. AAA (14 GRADOS)
4. RCA (38 GRADOS)
5. AAE (53 GRADOS)
6. RCE (15 GRADOS)

Mediante el uso de dos soportes para el eje de levas, un transportador y un comparador de caratula, se pudo medir la variación progresiva de las levas del eje original y el eje trucado para poder entender la diferencia en su comportamiento sobre las válvulas y así en el comportamiento del motor.

Esta modificación en las levas permitió aumentar los valores en los ángulos de serie en 10 grados promedio en el diagrama de distribución.





**Ilustración 10** Medición eje de levas (transportador)



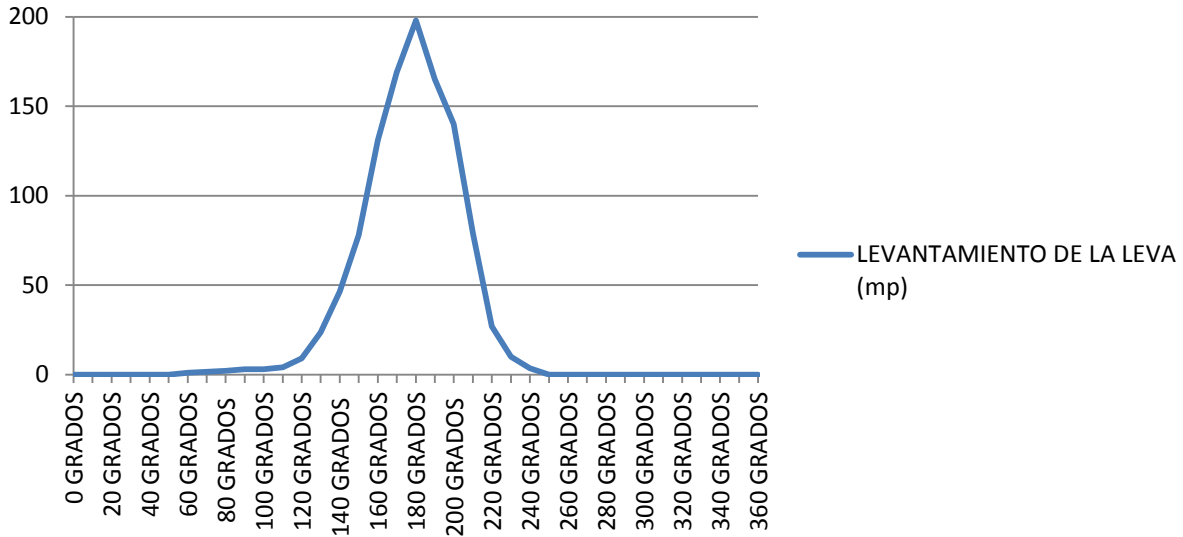
**Ilustración 11** Medición eje de levas (comparador de caratula)



### 2.4.1 Tabla 1 Eje De Levas De Serie (Admisión)

<b>ANGULO DE LA LEVA</b>	<b>LEVANTAMIENTO DE LA LEVA</b>	<b>ANGULO DE LA LEVA</b>	<b>LEVANTAMIENTO DE LA LEVA</b>
0 GRADOS	0,000 in	190 GRADOS	0,165 in
10 GRADOS	0,000 in	200 GRADOS	0,140 in
20 GRADOS	0,000 in	210 GRADOS	0,079 in
30 GRADOS	0,000 in	220 GRADOS	0,027 in
40 GRADOS	0,000 in	230 GRADOS	0,010 in
50 GRADOS	0,000 in	240 GRADOS	0,003,5 in
60 GRADOS	0,001 in	250 GRADOS	0,000 in
70 GRADOS	0,01,5 in	260 GRADOS	0,000 in
80 GRADOS	0,002 in	270 GRADOS	0,000 in
90 GRADOS	0,003 in	280 GRADOS	0,000 in
100 GRADOS	0,003 in	290 GRADOS	0,000 in
110 GRADOS	0,004 in	300 GRADOS	0,000 in
120 GRADOS	0,009 in	310 GRADOS	0,000 in
130 GRADOS	0,023,5 in	320 GRADOS	0,000 in
140 GRADOS	0,046,5 in	330 GRADOS	0,000 in
150 GRADOS	0,078 in	340 GRADOS	0,000 in
160 GRADOS	0,135 in	350 GRADOS	0,000 in
170 GRADOS	0,169 in	360 GRADOS	0,000 in
180 GRADOS	0,198 in		

## EJE DE LEVAS DE SERIE (ADMISION)



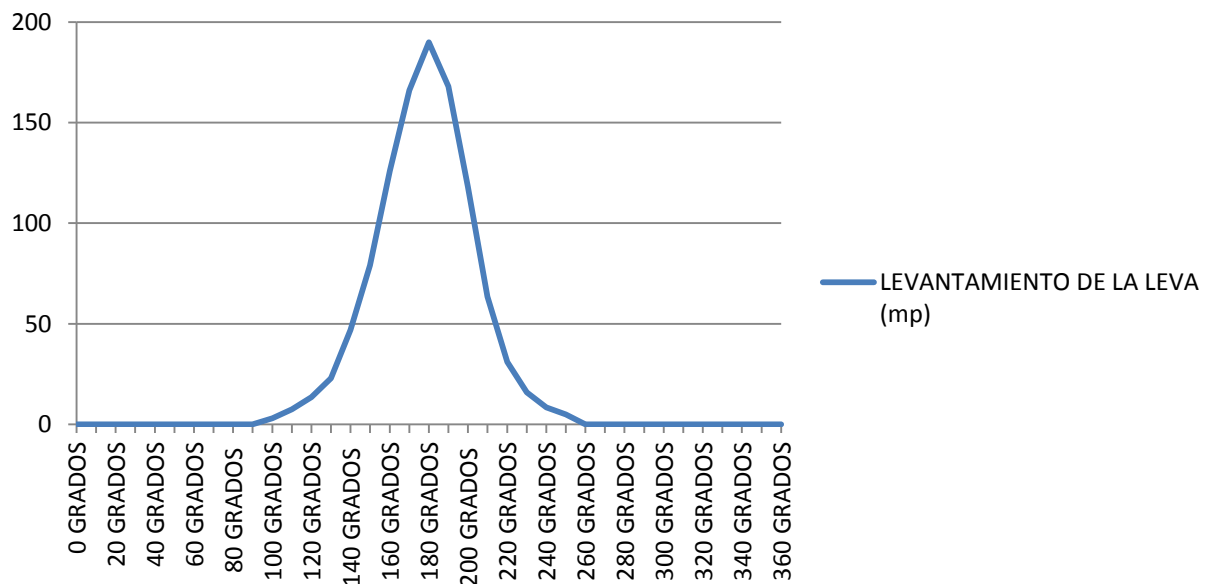
**Ilustración 12** Progresión apertura de válvulas de admisión en eje de levas de serie

### 2.4.2 Tabla 2 Eje De Levas De Serie (Escape)

ANGULO DE LA LEVA	LEVANTAMIENTO DE LA LEVA	ANGULO DE LA LEVA	LEVANTAMIENTO DE LA LEVA
0 GRADOS	0,000 in	190 GRADOS	0,168 in
10 GRADOS	0,000 in	200 GRADOS	0,118 in
20 GRADOS	0,000 in	210 GRADOS	0,071 in
30 GRADOS	0,000 in	220 GRADOS	0,031 in
40 GRADOS	0,000 in	230 GRADOS	0,016 in
50 GRADOS	0,000 in	240 GRADOS	0,005 in
60 GRADOS	0,000 in	250 GRADOS	0,000 in
70 GRADOS	0,000 in	260 GRADOS	0,000 in

80 GRADOS	0,000 in	270 GRADOS	0,000 in
90 GRADOS	0,000 in	280 GRADOS	0,000 in
100 GRADOS	0,003 in	290 GRADOS	0,000 in
110 GRADOS	0,07,5 in	300 GRADOS	0,000 in
120 GRADOS	0,13,5 in	310 GRADOS	0,000 in
130 GRADOS	0,023 in	320 GRADOS	0,000 in
140 GRADOS	0,047 in	330 GRADOS	0,000 in
150 GRADOS	0,079 in	340 GRADOS	0,000 in
160 GRADOS	0,126 in	350 GRADOS	0,000 in
170 GRADOS	0,166 in	360 GRADOS	0,000 in
180 GRADOS	0,190 in		

### EJE DE LEVAS DE SERIE (ESCAPE)

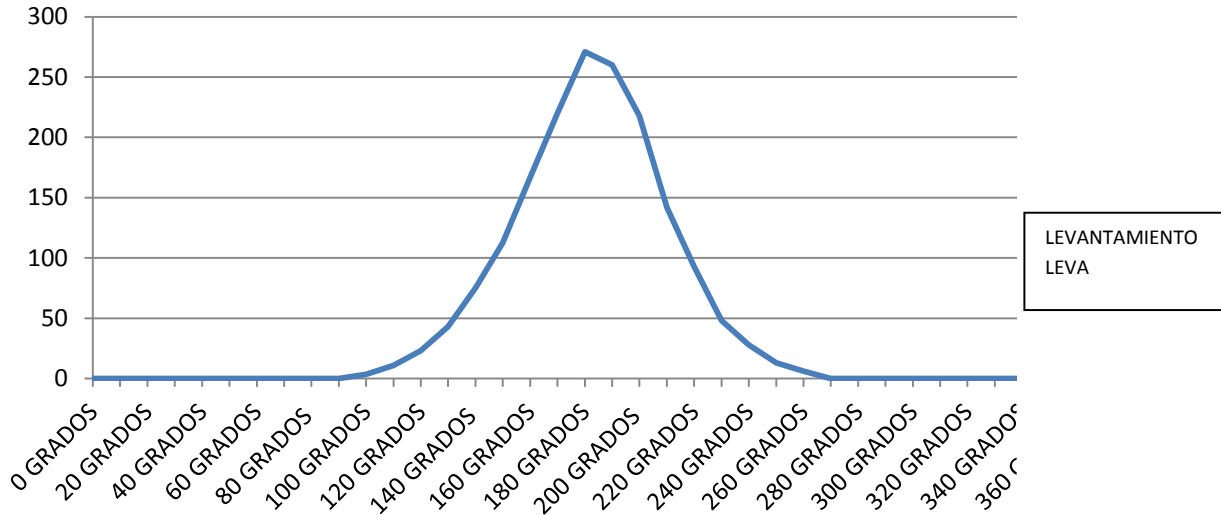


**Ilustración 13** Progresión válvulas de escape en eje de levas de serie

### 2.4.3 Tabla 3 Eje De Levas Trucado (Admisión)

<b>ANGULO DE LA LEVA</b>	<b>LEVANTAMIENTO DE LA LEVA</b>	<b>ANGULO DE LA LEVA</b>	<b>LEVANTAMIENTO DE LA LEVA</b>
0 GRADOS	0,000 in	190 GRADOS	0,260 in
10 GRADOS	0,000 in	200 GRADOS	0,208 in
20 GRADOS	0,000 in	210 GRADOS	0,142 in
30GRADOS	0,000 in	220 GRADOS	0,093 in
40 GRADOS	0,000 in	230 GRADOS	0,048 in
50 GRADOS	0,000 in	240 GRADOS	0,028 in
60 GRADOS	0,000 in	250 GRADOS	0,013 in
70 GRADOS	0,000 in	260 GRADOS	0,006 in
80 GRADOS	0,000 in	270 GRADOS	0,000 in
90 GRADOS	0,000 in	280 GRADOS	0,000 in
100 GRADOS	0,03,5 in	290 GRADOS	0,000 in
110 GRADOS	0,011 in	300 GRADOS	0,000 in
120 GRADOS	0,023 in	310 GRADOS	0,000 in
130 GRADOS	0,043 in	320 GRADOS	0,000 in
140 GRADOS	0,075 in	330 GRADOS	0,000 in
150 GRADOS	0,112,5 in	340 GRADOS	0,000 in
160 GRADOS	0,167 in	350 GRADOS	0,000 in
170 GRADOS	0,220 in	360 GRADOS	0,000 in
180 GRADOS	0,271 in		

## EJE DE LEVAS TRUCADO (ADMISION)



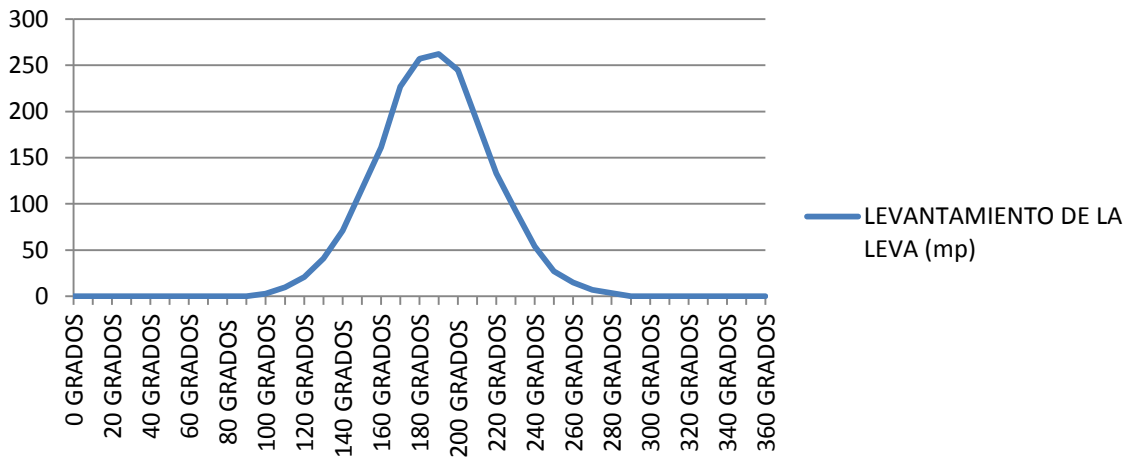
**Ilustración 14** Progresión válvulas de admisión en eje de levas trucado

### 2.4.4 Tabla 4 Eje De Levas Trucado (Escape)

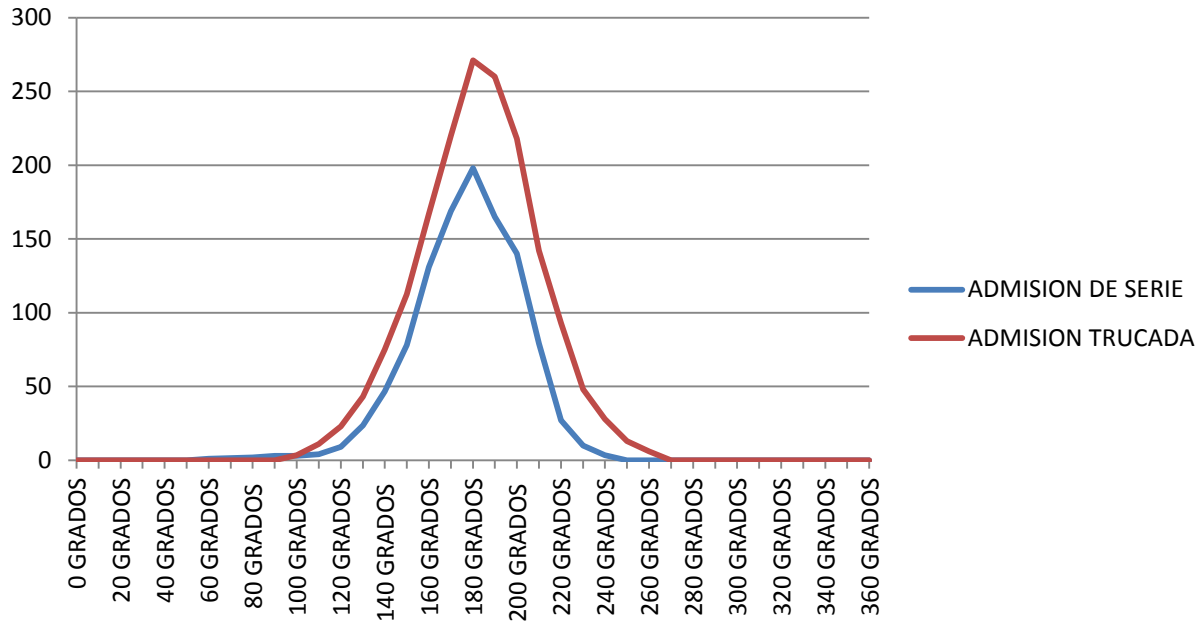
ANGULO DE LA LEVA	LEVANTAMIENTO DE LA LEVA	ANGULO DE LA LEVA	LEVANTAMIENTO DE LA LEVA
0 GRADOS	0,000 in	190 GRADOS	0,262 in
10 GRADOS	0,000 in	200 GRADOS	0,245 in
20 GRADOS	0,000 in	210 GRADOS	0,189 in
30 GRADOS	0,000 in	220 GRADOS	0,133 in
40 GRADOS	0,000 in	230 GRADOS	0,093 in
50 GRADOS	0,000 in	240 GRADOS	0,054 in
60 GRADOS	0,000 in	250 GRADOS	0,027 in
70 GRADOS	0,000 in	260 GRADOS	0,015 in

80 GRADOS	0,000 in	270 GRADOS	0,007 in
90 GRADOS	0,000 in	280 GRADOS	0,03,5 in
100 GRADOS	0,003 in	290 GRADOS	0,000 in
110 GRADOS	0,010 in	300 GRADOS	0,000 in
120 GRADOS	0,021 in	310 GRADOS	0,000 in
130 GRADOS	0,041 in	320 GRADOS	0,000 in
140 GRADOS	0,071 in	330 GRADOS	0,000 in
150 GRADOS	0,116 in	340 GRADOS	0,000 in
160 GRADOS	0,161 in	350 GRADOS	0,000 in
170 GRADOS	0,227 in	360 GRADOS	0,000 in
180 GRADOS	0,257 in		

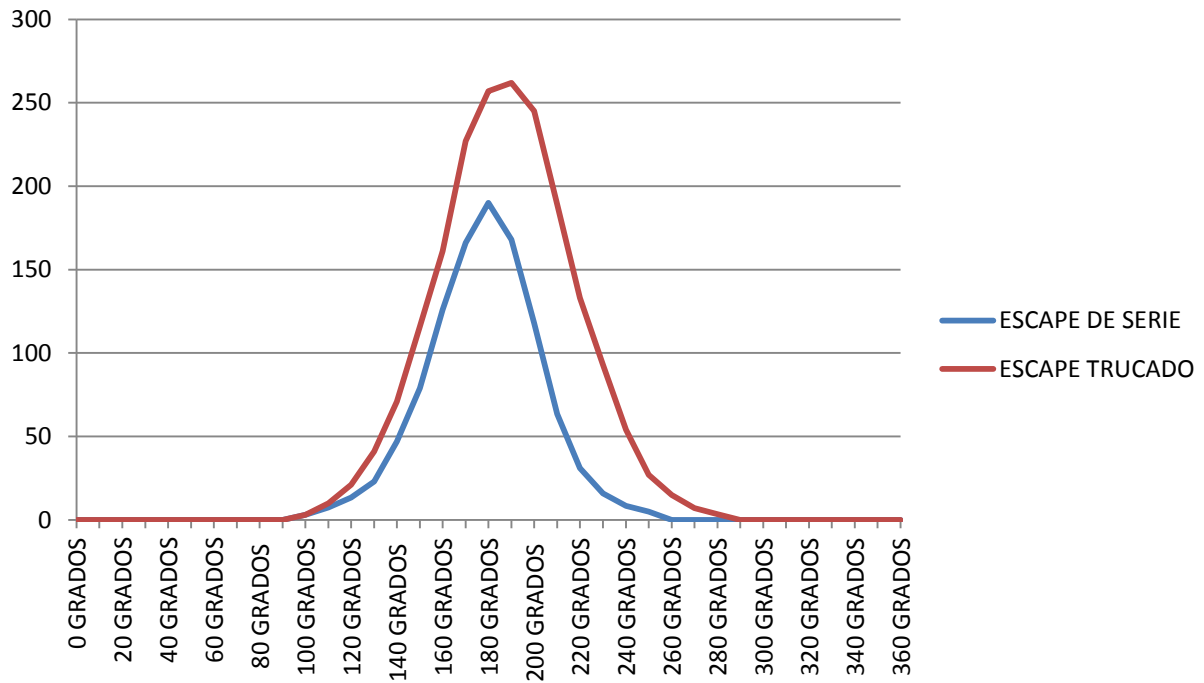
### EJE DE LEVAS TRUCADO (ESCAPE)



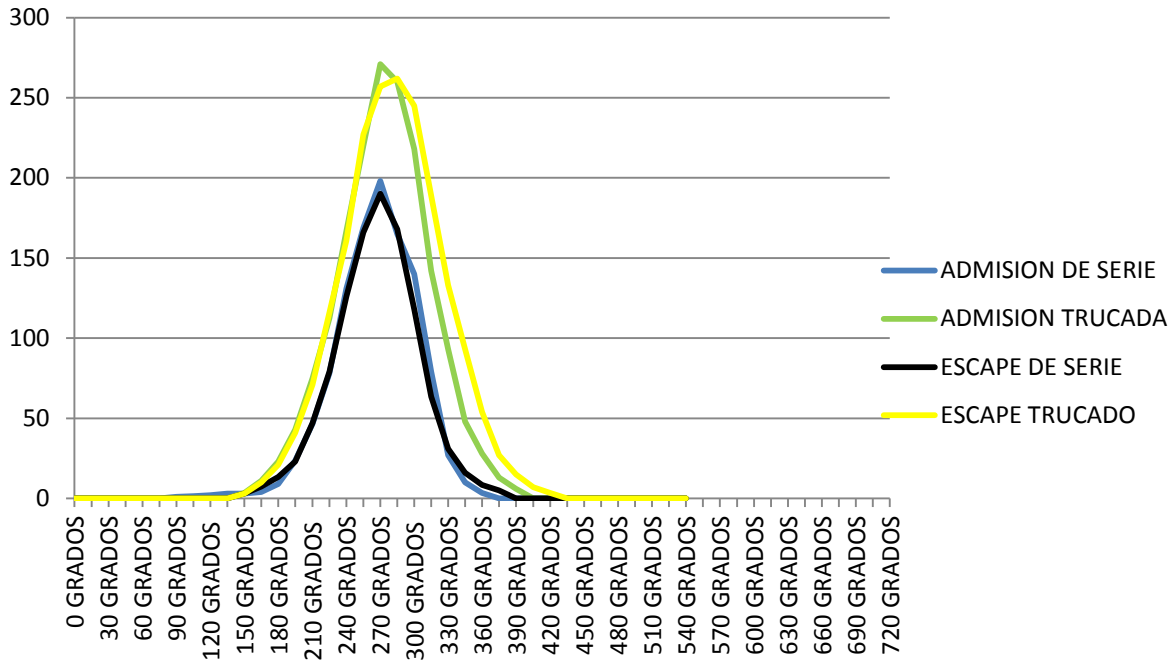
**Ilustración 15** Progresión válvulas de escape en eje de levas trucado



**Ilustración 16 Progresión válvulas de admisión en ejes de levas de serie y trucado**



**Ilustración 17 Progresión válvulas de escape en ejes de levas de serie y trucado**



**Ilustración 18 Progresión válvulas de admisión y escape en ejes de levas de serie y trucado**

Entonces podemos observar que el eje de levas trucado permite que las válvulas de admisión y de escape tengan una mayor apertura que las de serie, además un tiempo de apertura más prolongado y un retardo mayor para el cierre de las válvulas lo cual permite un cruce de válvulas mayor que nos garantiza mayor rendimiento en altas revoluciones.

Los cambios en la alzada fueron de 0,198 in (5mm) en la admisión de serie a 0,271 in (5,6 mm) en la trucada y de 0,190 in en escape de serie a 0,262 in en el trucado.



## 2.5 Conductos Más Grandes Y Pulidos

Para ello debemos facilitar un mejor llenado de mezcla en los cilindros a alto régimen, este aspecto se favorece grandemente cuando eliminamos de las cámaras y lumbreras cualquier elemento o material que tienda a dificultar el paso de dichos gases, o crear torbellinos y turbulencias que en definitiva se convierten en freno de los mismos. (Castro, 1982)

Para conseguir esto basta con trabajar debidamente las lumbreras de la culata escogida valiéndose de una fresa adecuada, terminando la operación con un pulido a fondo, de tal manera que facilite la circulación de la mezcla.

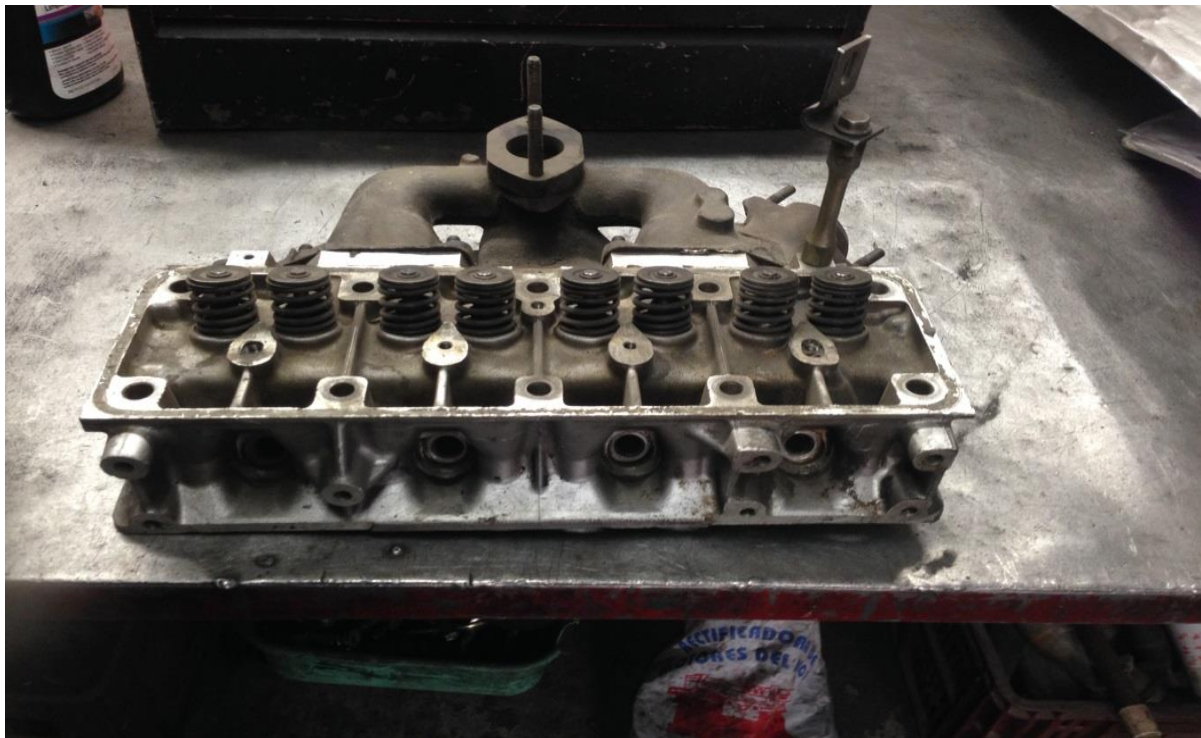


**Ilustración 19** Lumbreras de admisión y escape porteadas

Por lo general se utiliza el empaque de admisión y escape como guía para saber cuánto material se puede quitar a las lumbreras y que no quede obstruyendo el paso, además para no quitar demasiado material y provocar fugas.

Después se pulió meticulosamente toda la superficie de la cámara (brillo de espejo), quitando todos las aristas de la misma, con el fin de que después, durante las combustiones, no queden puntos calientes (depósitos de carbón), peligrosísimos por ser fuente de auto encendidos.

Además se cambia el múltiple de escape de serie por un header que ayuda a una más eficiente salida de los gases de escape.



**Ilustración 20** Culata de serie con múltiple de escape original



**Ilustración 21 Header**

### Capítulo 3: Sistema De Alimentación

Se cambió el carburador de serie SOLEX 32 EISA por dos carburadores WEBER de 40 mm horizontales de referencia 40DCOE obteniendo grandes mejoras ya que se obtiene una mejor mezcla pues se tiene una boca del carburador por cada cilindro.

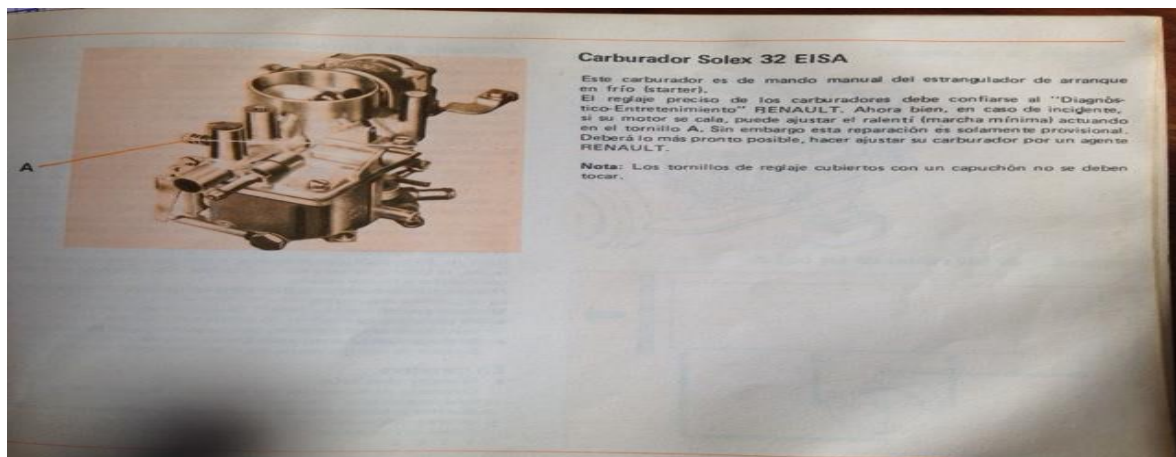


Ilustración 22 carburador de serie solex 32 eisa/ manual de mantenimiento Renault 4tl

Debido al que el motor necesita una dosificación rica en momentos de plena potencia, para la aceleración y regímenes altos. Se tomó la siguiente fórmula para la elección del difusor. (Castro, Carburadores, 1984)

$$Dd = Dc (0,70 - 0,90)$$

Dd = diámetro del difusor

Dc = Diámetro del cuerpo



Ya que el cuerpo tiene diámetro de 40mm se multiplica por un valor entre 0,70 y 0,90 dependiendo si se busca aceleración o potencia en altas revoluciones.

$40\text{mm} \times 0,80 = 32 \text{ mm}$  (utilizamos un difusor de 32 mm) Lo cual es un valor intermedio.



**Ilustración 23** Carburadores dobles weber horizontales



**Ilustración 24** Entradas de aire carburadores weber.

## Capítulo 4. Conjunto Móvil Del Motor

### 4.1 Pistones

Se realizaron las cajas para alojar las válvulas abiertas por mayor levantamiento. En el motor de serie los bulones van fijos en biela y flotantes en pistón, la modificación consiste en dejar los bulones flotantes en biela y en pistón, por lo que se hacen ranuras para colocar circlips y que no rocen contra las camisas o en este caso topes de teflón.

Se hicieron modificaciones para poder mejorar la lubricación, reducir las pérdidas por fricción y por temperatura.

Para aumentar la lubricación, ya que es una pieza que se lubrica solamente por el salpicado de aceite, se recurre a practicar unos orificios en la faldilla.



**Ilustración 25 Pistones trucados**

Así se garantiza una mejor película de aceite y por tanto un mejor desplazamiento en la camisa.

Además se hizo las cajas en la parte superior de la corona del pistón para que entren allí sin golpearse las nuevas válvulas de diámetro mayor ya que originalmente las válvulas bajaban 5 mm y ahora 5,6 mm, para mejorar el coeficiente de rozamiento las paredes de los pistones son en teflón y la corona en cerámica para controlar la temperatura por las nuevas prestaciones



**Ilustración 26 Pistones trucados**

## **4.2 Aligeramiento De Masas**

Para que el motor pudiera elevar su régimen de giro de una manera sustancial se aligeraron algunos de sus componentes. Los contrapesos del cigüeñal, las bielas y el volante motor. Con el



fin de eliminar en parte la inercia que estas masas presentan en su giro. Con ello conseguimos darle al motor la posibilidad de girar a un mayor número de vueltas en una unidad de tiempo.

#### **4.2.1 Bielas**

Se modificó su peso aligerándolas y lógicamente equilibrarlas entre sí, se cambió el buje de la cabeza de la biela por uno en bronce y se brillaron.

La reducción de peso se mandó a hacer de acuerdo a la reducción que se hizo en el volante de inercia.



**Ilustración 27** Bielas aligeradas, brilladas y con buje de bronce

Se cambió el buje por uno de bronce para reducir pérdidas por fricción.





**Ilustración 28 Bujete de bronce en pie de biela**

#### **4.2.2 Cigüeñal Y Volante De Inercia**

Del mismo modo el cigüeñal se aligero en sus contrapesos y también el volante de inercia.



**Ilustración 29 Contrapeso cigüeñal de serie**

El cigüeñal fue aligerado quitando material de las contrapesas para generar un régimen más alto de giro. Y después se le hizo un balance dinámico para garantizar su correcto funcionamiento.



### **Ilustración 30 cigüeñal trucado aligerado y brillado**

Como el objetivo es que el motor acelere más rápido, al quitar masa al volante redujimos la cantidad de trabajo necesario para poder hacer girar el mismo. Ya que en promedio el volante acumula el 40% de la energía producida en cada ciclo de un motor de 4 cilindros. (Ruigi, 1985)

El peso inicial del volante fue de 10.20 kg y el propósito era poder llevar el motor de 5200 rpm a 6200 rpm aproximadamente lo cual es un aumento del 16,13%.

$$\text{Aligeramiento} = 16,13 \times 10,20 \div 100$$

$$\text{Aligeramiento} = 1,64 \text{ Kg}$$

Que fue el peso que se le quito al volante y en base al cual se aligeraron el cigüeñal y las bielas.



**Ilustración 31** Volante aligerado

El motor de serie entrega la potencia máxima a las 5200 revoluciones según el manual lo cual también implica que el pistón a esas revoluciones tenga una velocidad lineal la cual no debe pasar de 20 m/seg para evitar problemas de temperatura. A continuación se muestran los cálculos de la velocidad del pistón de serie y del motor trucado.

$$V_c = \frac{n \times c \times 2}{60 \times 1000}$$

Dónde:

$V_c$  = Velocidad lineal del pistón en (m/seg)

$n$  = Numero de revoluciones a la potencia máxima

$c$  = Carrera del pistón

**En el motor de serie:**

$$V_c = \frac{5200 \times 77 \times 2}{60 \times 1000}$$

$$V_c = 13,34 \frac{m}{seg}$$

**En el motor trucado:**

$$V_c = \frac{6200 \times 77 \times 2}{60 \times 1000}$$

$$V_c = 15,91 \frac{m}{seg}$$

Lo cual nos permite saber que la velocidad lineal del pistón está dentro de los parámetros y que no va a presentar problemas de temperatura.

El sistema de distribución no se aligero pues tiene los piñones, poleas y tensores originales.



## Capítulo 5. Sistema De Encendido

Se utilizó el sistema convencional de platinos y condensador.



**Ilustración 32 Distribuidor trucado**

Además se adaptó un sensor de posición de cigüeñal al distribuidor tomado de un motor diesel, el cual se habilita por medio de una centralita.

## Capítulo 6. Reducción De Pérdidas

Anteriormente ya se mencionaron aspectos que se modificaron en bielas, pistones y guías de válvulas para reducir las pérdidas por fricción o rozamiento, a continuación se enuncian algunos trabajos más realizados en el bloque del motor.

En el bloque del motor se colocaron tres bujes de bronce en los soportes del eje de levas para evitar pérdidas por rozamiento.



**Ilustración 33** Bujes de bronce en soporte de eje de levas

## Capítulo 7. Sistema De Lubricación

Al aumentar la potencia y el número de revoluciones al modificar el motor, aumentamos su temperatura y desgaste y nos vimos obligados a mejorar el caudal del aceite a efectos de proporcionar a todos los elementos en movimiento una película de aceite suficiente que los proteja del desgaste.

Con este fin se modifica la bomba de aceite poniendo una arandela entre el resorte y la tapa para lograr una mayor presión de aceite, es necesario garantizar la planitud en la superficie de las tapas para que los piñones funcionen correctamente.



**Ilustración 34** Suplementos para conseguir mayor presión

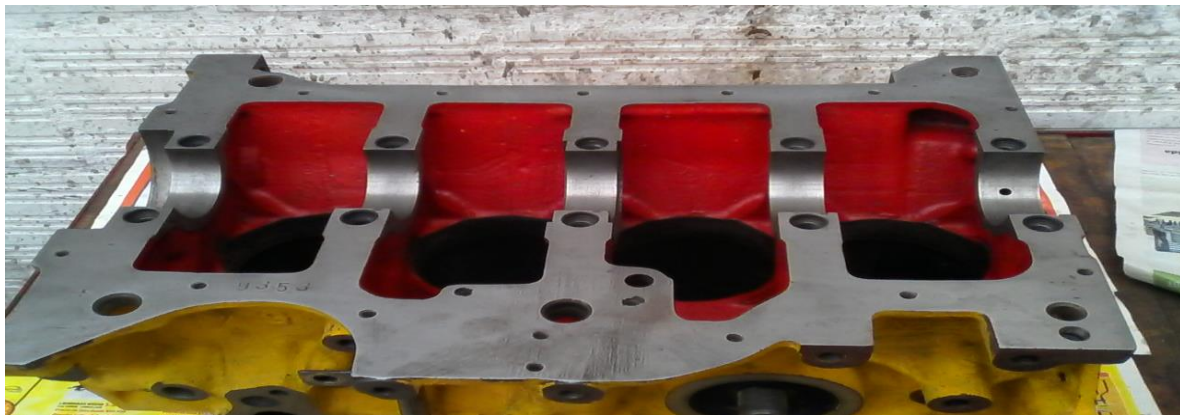


Además de este trabajo también se aumentó la galería principal de lubricación en el bloque modificando el diámetro de del orificio que atraviesan el bloque y suministran aceite.



**Ilustración 35 Galería de lubricación trucada**

También se pintó el interior de bloque para que el aceite se escurra más rápido y sea mejor el flujo



**Ilustración 36 Pintura interior del bloque**

## Capítulo 8. Resultados Obtenidos

### 8.1 Cálculos Matemáticos

#### 8.1.2 Motor de serie:

$$P = \frac{C \times n \times P.M.E}{900.000}$$

Dónde:

P = Potencia

n = Revoluciones potencia máxima

P.M.E = Presión media efectiva

C = Cilindrada

$$P = \frac{1022 \times 5200 \times 5,75}{900.000}$$

$$P = 33,95 \text{ cv}$$

Par calcular el par motor (torque) que es la fuerza que empuja el pistón hacia abajo y que por el mecanismo de biela manivela se transmite en movimiento circular de giro en el cigüeñal (Castro, Trucaje de motores de cuatro tiempos, 1982).

Se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$T = \frac{P \times 30000}{\pi \times N}$$

T = Torque

P = Potencia (cv)

N = R.P.M

$$T = \frac{34 \times 30000}{\pi \times 5200}$$

$$T = 62,43Nm$$

### **8.1.2 Potencia Indicada Motor Trucado:**

$$P = \frac{C \times n \times P.M.E}{900.000}$$

Dónde:

P = Potencia

n = Revoluciones potencia máxima

P.M.E = Presión media efectiva

C = Cilindrada

$$P = \frac{1397 \times 6200 \times 7,36}{900.000}$$

$$P = 70,83 \text{ cv}$$

**Torque o par motor:**

$$T = \frac{70,38 \times 30000}{\pi \times 6200}$$

$$T = 108N$$

Lo cual es una mejora en la potencia indicada del motor de más del cuarenta por ciento como es el objetivo de este proyecto.

## Conclusiones

1. Si es posible modificar los componentes de un motor de serie para aumentar sus prestaciones sin necesidad de adquirir componentes costosos.
2. Comprobé y aplique todo lo aprendido en el ciclo académico.
3. Adquirí nuevos conocimientos en el ensamble, diagnóstico y funcionamiento de un motor.
4. Aprendí como las modificaciones que se efectúan en carros de competencia tienen aplicación para los motores de serie.
5. Mediante el trucaje se pueden alcanzar mejoras importantes como en este caso que se incrementó la potencia en más de un 40%.

.

## Glosario

- AAA: Avance de la apertura de admisión. Es la medida, en grados de cigüeñal, de la anticipación respecto al PMS en la apertura de la válvula de admisión. Dado que los valores de velocidad y aceleración de la válvula deben mantenerse dentro de ciertos límites mecánicos, es necesario que el comienzo de la apertura se produzca a PMS para que la válvula esté completamente abierta en el momento óptimo de llenado del cilindro.
- AAE : Avance en la apertura de escape. Es la medida en grados de cigüeñal, de la anticipación respecto al PMI en la apertura de la válvula de escape. Tiene como efecto la reducción de presión de los gases quemados para obtener una expulsión más completa de los mismos.
- **Admisión:** Fase durante la cual se produce el llenado del cilindro. Se produce mientras la válvula de admisión está abierta y el pistón realiza el recorrido descendente, desde el punto muerto superior (PMS) hasta el punto muerto inferior (PMI). El vacío que deja el pistón se transmite por el conducto de admisión para recoger el aire de la atmósfera e introducirlo al motor.
- Alzada: Se denomina alzada al desplazamiento máximo de la válvula de admisión durante su apertura, se mide en milímetros. Los motores deportivos tienen una mayor alzada a costa de crear unas cavidades en el pistón para evitar que las válvulas contacten con él durante la apertura.
- Biela: Parte del motor considerada como elemento móvil y que une el pistón con el cigüeñal. Se encarga de recoger la fuerza de la combustión y transmitirla al cigüeñal, transformando el movimiento lineal del pistón en rotatorio.

- Camisas de cilindros: Cilindro de acero por el que se desplaza el pistón en su movimiento alternativo. Se colocan en el bloque para soportar todo el desgaste causado por el rozamiento con el pistón. Se denominan húmedas cuando están en contacto directo con el líquido refrigerante.
- Carburador: es el dispositivo que hace la mezcla de aire-combustible en los motores a gasolina.
- Carrera: Se conoce como carrera al desplazamiento que tiene que realizar el pistón desde su Punto Muerto Inferior (PMI) hasta su Punto Muerto Superior (PMS). La cilindrada de un motor está en función de la carrera y de la superficie del pistón. La relación entre la carrera y el diámetro del pistón condiciona el comportamiento del motor.
- Cáster: Es la pieza que cierra la parte inferior del bloque y que recoge el aceite utilizado en la lubricación del motor.
- Cilindrada: denominación que se da a la suma del volumen útil de todos los cilindros de un motor alternativo. En otras palabras cilindrada es el volumen geométrico ocupado por el conjunto de pistones desde el punto muerto inferior (PMI) hasta el punto muerto superior (PMS). La cilindrada da una buena medida de la capacidad de trabajo que puede desarrollar un motor.
- Combustión: Auto inflamación del combustible en el interior del cilindro originada por la alta temperatura del aire en compresión.
- Conductos de admisión y escape: Canalizaciones dispuestas en la culata para comunicar los colectores con la cámara de combustión. Son conductos realizados desde la fundición de la culata y simplemente son mecanizados sus extremos en la cámara de combustión

para colocar los asientos de las válvulas. Su diseño y acabado superficial afecta al llenado de los cilindros

- Culata: Pieza que cierra el bloque por la parte superior y donde se aloja la cámara de combustión. Dispone también del alojamiento de las bujías y de las válvulas. Tiene también los conductos por donde entra y sale el aire al interior de los cilindros. En su parte superior suele ir colocado el árbol de levas y los orificios de los taqués. Interiormente dispone de conductos para el sistema de engrase y el sistema de refrigeración
- Detonación: Proceso por el cual la mezcla alojada en la cámara de combustión no se quema sino que explota de forma espontánea. Se produce al saltar la chispa y quemar la mezcla que está cerca de los electrodos, el aumento de la temperatura y de la presión en la cámara de combustión hace llegar o la mezcla que se encuentra en otros puntos de la cámara de combustión a su punto de inflamación y explosionar.
- Distribución: Sistema encargado de controlar el flujo de aire que tiene que entrar y salir del cilindro en un motor de cuatro tiempos. Está formado por las válvulas, los taqués, los muelles, el árbol de levas y la conexión mecánica con el cigüeñal que puede ser por correa dentada o por cadena. El sistema de distribución necesita un reglaje para compensar las dilataciones que sufren las válvulas por efecto de su alta temperatura de trabajo.
- Distribuidor: Elemento del sistema de encendido activado por el árbol de levas que tiene como misión realizar el corte eléctrico que generará la alta tensión en la bobina y distribuir esta alta tensión a la correspondiente bujía de cada cilindro mediante una pipa alojada en su eje y la tapa del distribuidor.



- Motor de cuatro tiempos: es un motor de combustión interna que precisa de cuatro carreras del pistón o émbolo (dos vueltas del cigüeñal), para completar el ciclo termodinámico (admisión, compresión, expansión y escape).
- Número de octano: Utilizado en los combustibles para clasificarlos según su temperatura de inflamación. El número se obtiene de comparar el punto de inflamación de un combustible con el punto de inflamación de una mezcla con un porcentaje de isoctano y de eptano. Un combustible con número de octano 98 indica que su inflamación se produce en el mismo punto que una mezcla de 98 partes de isoctano por 5 de eptano. Cuanto mayor sea el número de octano más alto es el momento de inflamación del combustible y más se puede subir la relación de compresión.
- Par motor : es consecuencia de la fuerza provocada por los gases en el interior del cilindro la cual es aplicada a la biela a través del pistón y transmitida por esta al codo del cigüeña
- Pérdidas por fricción: Son debidas al rozamiento entre los diversos órganos móviles del motor.
- Pistón: Elemento móvil del motor de explosión alternativo que se encarga de comprimir la mezcla, cerrar la cámara de combustión por la parte inferior y de recoger la energía desarrollada durante la expansión de los gases quemados. Se conecta al cigüeñal a través del bulón y de la biela. En su periferia dispone de varios segmentos que se encargan de mantener la cámara de combustión estanca con el cilindro. El pistón trabaja a altas temperaturas al estar en contacto con los gases

- PMS : Punto Muerto Superior, se refiere al punto muerto donde se encuentra el pistón dentro de un motor de combustión interna, en el cual no existe fuerza que actúe sobre él y solo se encuentra moviéndose gracias a su inercia. Este punto marca el inicio del
- Potencia: Cantidad de trabajo realizada en una unidad de tiempo. La potencia de un motor se mide en caballos de vapor (CV) o en kilovatios (Kw) en el sistema internacional. Se obtiene de multiplicar el par motor por el número de revoluciones y ajustar las unidades. quemados y necesita ser refrigerado, normalmente a través del aceite del sistema de lubricación
- Pre-encendido: Nombre que recibe la inflamación de la mezcla en la cámara de combustión antes que se produzca el salto de la chispa en la bujía. El pre-encendido está causado por puntos calientes en la cámara de combustión por acumulación de carbonilla en rincones o en la cabeza del pistón.
- primer tiempo de un motor, la fase de admisión, siendo el punto muerto inferior ( PMI ), el punto al final de dicha fase.
- Ralentí: Número de revoluciones por minuto mínimo a que se ajusta un motor para mantener su funcionamiento de forma estable aunque no se esté accionando el acelerador. El ralentí puede ser modificado según los consumidores de energía que estén conectados como el aire acondicionado, el electro ventilador, las luces, etc. Suele estar comprendido entre las 700 y las 1.100 rpm.
- RCA : Retraso en el cierre de admisión. Es la medida en grados de cigüeñal, que la válvula de admisión retarda su cierre respecto al PMI. Tiene por objetivo aprovechar la inercia de la columna de gas entrante para mejorar el llenado del cilindro.

- RCE : Retraso en el cierre de escape. Es la medida en grados de cigüeñal, que la válvula de escape retarda su cierre respecto al PMS. Tiene por objetivo una mejor evacuación de los gases quemados y ayudarse de su inercia para facilitar la entrada de mezcla fresca.
- RELACION DE COMPRESION: Al finalizar el tiempo o carrera de admisión, los gases llenan todo el volumen del cilindro más el de la cámara de combustión. Al finalizar la carrera de compresión, el gas o el aire es comprimido por el pistón hasta ocupar solamente el volumen de la cámara. Las veces que entra el volumen de la cámara en el total o también las veces que el volumen se redujo
- Relación de compresión en un motor de combustión interna: es el número que permite medir la proporción en que se ha comprimido la mezcla de aire-combustible dentro de la cámara de combustión de un cilindro.
- Válvula: Pieza encargada de abrir y cerrar los conductos de entrada y salida de aire del cilindro. Consiste en una cabeza que se apoya en el asiento de la cámara de combustión y que por medio de un vástago se une al muelle que la mantiene cerrada y también la pone en contacto con la leva que la abre.
- Volante motor: Pieza utilizada en los motores para almacenar energía cinética. Se coloca en un extremo del cigüeñal y sirve de apoyo al embrague. Tiene una gran masa y su funcionamiento consiste en recoger parte de la energía que se produce durante la carrera de expansión para cederla posteriormente en las demás carreras del pistón donde no se produce trabajo. El volante motor o de inercia suaviza el funcionamiento del motor, aumentando la masa en movimiento lo que favorece la entrega de par.

## **Bibliografía**

1. Luis Ruigi. Preparación de motores de competición. Quinta edición Noviembre 1985. Ediciones CEAC S.A. Barcelona (España). ISBN 84-329-1109-7
2. Miguel de Castro. Trucaje de motores de cuatro tiempos. Biblioteca CEAC del taller del automóvil. Octava edición Noviembre 1982. Ediciones CEAC S.A. Barcelona (España). ISBN 84-329-1103-8
3. Miguel de Castro. Puesta a punto de motores. Biblioteca taller del automóvil. Séptima edición Mayo 1982. Ediciones CEAC S.A. Barcelona (España). ISBN 83-329-1104-6
4. Miguel de Castro. Carburadores. Biblioteca CEAC del automóvil. Primera edición Septiembre 1984. Ediciones CEAC S.A. Barcelona (España). ISBN 84-329-1123-2
5. SOFASA RENAULT. Manual de mantenimiento Renault 4TL.
6. Trucaje de motores. Disponible en [mecánica virtual .org](http://mecanica.virtual.org)

