

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS

**PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA
PROTMEC**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

TEMA

**“REPARACIÓN DE MOTOR VOLKSWAGEN-AUDI MK3 DE 1.8
L”**

AUTOR

MANUEL ALEJANDRO ROMERO ROMÁN

2014

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica del Litoral, al Instituto de Tecnologías y el Programa de Tecnología en Mecánica, por formarme con excelencia académica y brindarme la oportunidad de obtener una profesión.

Especial gratitud para mi familia, docentes, amigos y personas que apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa más de mi vida.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi Padre, a mi Madre y hermanas por quienes día a día he puesto mi esfuerzo, dedicación y perseverancia para alcanzar mis objetivos. Gracias a sus consejos y ejemplos de superación me han guiado y forjado este camino para cumplir una de mis metas con éxito.

Manuel Humberto Romero Aguirre

Sonia María Román

Ma. Eugenia Romero Román

Ma. Olivia Romero Román

Ma. Cristina Romero Román

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.”

Manuel Alejandro Romero Román.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Tnlgo. Luis Vargas Ayala

Coordinador Programa de Tecnología Mecánica

Msc. Edwin Tamayo Ulpiano

Tutor de Proyecto

Tnlgo. Miguel Pisco López

Primer Vocal

RESUMEN

El objetivo de este proyecto fue la reparación y corrección del rendimiento del motor Volkswagen-Audi Mk3 de 1.8 litros para obtener un correcto funcionamiento y disminuir la contaminación al medio ambiente y al mismo tiempo demostrar los conocimientos teórico - prácticos adquiridos durante el transcurso de la carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz,

Se realizaron pruebas iniciales de compresión, presión de aceite y de fugas en sistema de refrigeración de motor, se procedió al desmontaje y desarmado del motor, se midió desgastes en elementos internos (cigüeñal, pistones, bloque de cilindros, válvulas, cabezote). Adicionalmente se efectuó el proceso de rectificado de cilindros y de cigüeñal, se cambiaron los elementos que presentaron desgaste (pistones, rines, guías de válvulas, cojinetes de biela y bancada, empaques, retenedores de aceite, sellos, bomba de aceite). Se procedió al armado del motor y montaje en el vehículo, se verificó con pruebas finales (compresión, presión de aceite y de fugas en sistemas de refrigeración de motor) el funcionamiento y desempeño correcto del motor.

El motor del vehículo Volkswagen Golf Manhattan en el que se ejecutó este proyecto es de propiedad de la Ingeniera Sonia María Román. Este trabajo se realizó en su totalidad con fondos propios y se utilizó el vehículo para realizar el proyecto de Tesis y culminar con el proceso de graduación del suscrito.

ABSTRACT

The objective of this project was to repair and fix performance Mk3 Volkswagen-Audi 1.8-liter engine for proper operation and reduce environmental pollution and simultaneously demonstrate the theoretical - practical knowledge acquired during the course of the race Automotive Mechanical Technology,

Initial tests compression, oil pressure and leak in the cooling system of the engine was made, the removal and disassembly of the engine was proceeded, the wear in the internal elements (crankshaft, pistons, cylinder block, valves, headstock) was measured. Additionally the process of grinding cylinders and crank was made, items that showed wear (pistons, wheels, valve guides, rod bearings and bench, packaging, retainers, oil seals, oil pump) were changed. The engine assembly and installation in the vehicle was proceeded; the final tests (compression, oil pressure and leak in engine cooling systems) operation and proper performance of the engine were verified.

The vehicle engine Volkswagen Golf Manhattan where this project was implemented is owned by the Engineer Sonia Maria Roman. This work was done entirely with the student funds and the vehicle was used for the thesis project and to lead the graduation process of the undersigned.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULOS	
1	GENERALIDADES. 11
1.1	Introducción. 12
1.2	Antecedentes. 13
1.3	Descripción del problema . 14
1.4	Objetivos. 15
1.4.1.	Objetivo general 15
1.4.2	Objetivos específicos 15
2	MARCO TEÓRICO. 16
2.1	El motor de combustión interna . 17
2.1.1	Funcionamiento. 17
2.1.2	Tipos de motores. 20
2.1.2	Componentes del motor. 20
2.1.2.1	Componentes básicos del motor. 20
2.1.2.2	Componentes complementarios del motor. 28
2.1.2.3	Componentes eléctricos del motor. 29
2.2.	Metodología. 32
2.3	Materiales. 32
2.3.1	Materiales. 32
2.4	Especificaciones del motor Volkswagen-Audi MK3 de 1.8L. 33
3.	ANÁLISIS DE COSTO DEL PROYECTO 34
3.1	Costos generales. 35
3.2	Financiamiento. 37
4.	PLANIFICACION DE ETAPAS PARA REPARACION DEL MOTOR 38
4.1	Planificación de etapa 1 39
4.2	Planificación de etapa 2 39
4.3	Planificación de etapa 3 39
4.4	Diagrama de Gantt de planificación para reparación de motor 40
5.	DESARROLLO DE LA REPARACIÓN DEL MOTOR. 41
5.1	Programación de ejecución. 42
5.1.1	Desarrollo. Etapa 1. 42
5.1.1.1	Comprobar y verificar motor. 42
5.1.1.1.1	Medición de compresión. 43
5.1.1.1.2	Medición de presión de aceite. 44
5.1.1.1.3	Detección de fugas de refrigerante. 44
5.1.1.1.4	Verificación visual de los gases de escape. 45
5.1.1.1.5	Desmontaje de motor. 45
5.1.2	Desarrollo. Etapa 2. 48
5.1.2.1	Despiece de motor. 48
5.1.2.2	Mediciones de desgaste. 53
5.1.2.2.1	Medición en bloque de cilindros. 53
5.1.2.2.2	Medición en cigüeñal. 56
5.1.2.2.3	Medición de desgaste en pistones. 58
5.1.2.2.4	Medición de desgaste en válvulas. 59

5.1.2.2.5 Mediciones de desgaste en cabezote.	60
5.1.2.3 Trabajo de rectificado.	60
5.1.2.4 Armado de $\frac{3}{4}$ de Motor.	61
5.1.3 Desarrollo. Etapa 3.	64
5.1.3.1 Armar sistemas de motor	64
5.1.3.2 Realizar calibración de motor y puesta a punto de encendido.	67
6. RESULTADOS	69
6.1. Realizar pruebas finales de estado del motor.	70
6.1.1 Realizar medición de compresión.	70
6.1.2 Realizar medición de presión de aceite.	71
6.1.3 Realizar inspección visual de gases de escape	71
6.2 Realizar inspección de funcionamiento general.	72
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
7.1 Conclusiones	74
7.2 Recomendaciones	75
8. BIBLIOGRAFÍA	76
9. ANEXOS	78

LISTA DE CUADROS.

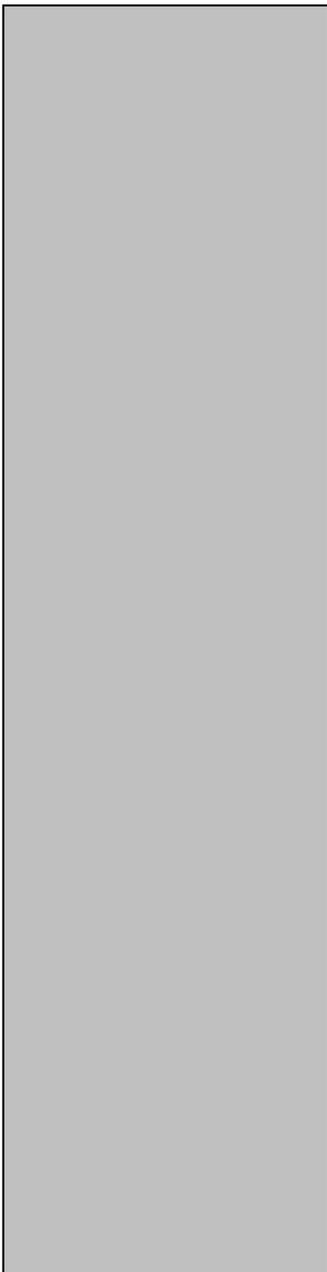
<u>CUADRO</u>		<u>PÁGINA</u>
2-1	Especificaciones del motor.	33
3-1	Costos de Repuestos.	35
3-2	Costos de Trabajos en Rectificadora.	36
3-3	Costos de insumos varios.	36
3-4	Costos de mano de obra.	37
3-5	Costos Global.	37
5-1	Tabla de resultados de compresión.	43
5-2	Tomas de Presiones de Aceite.	44
5-3	Mediciones de conicidad y ovalamiento en cilindros.	54
5-4	Mediciones de muñones de Bancada.	57
5-5	Mediciones de muñones de Biela.	57
5-6	Medición de desgaste en pistones.	58
5-7	Mediciones de válvulas de admisión.	59
5-8	Mediciones de válvulas de escape.	59
6-1	Mediciones de Compresión Final.	70
6-2	Tomas de Presiones de Aceite Final.	71

LISTA DE FIGURAS.

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
2-1	Diagrama lineal del ciclo Otto.	17
2-2	Funcionamiento del motor.	18
2-3	Bloque de cilindros.	21
2-4	Conjunto móvil del motor.	22
2-5	Despiece de cabezote.	24
2-6	Sistema de distribución.	25
2-7	Sistema de Lubricación.	26
2-8	Sistema de Enfriamiento.	27
2-9	Sistema de escape.	28
2-10	Sistema de alimentación de combustible.	29
2-11	Sistema de encendido.	30
2-12	Sistema de arranque.	30
2-13	Sistema de Carga.	31
5-1	Desmontar bases de motor.	47
5-2	Desmontar motor	48
5-3	Despiece de sistema de lubricación.	51
5-4	Despiece bloque de motor.	52
5-5	Medición en cilindro.	54
5-6	Medidas nominales del pistón.	55
5-7	Medición de deformación en la cara del bloque de cilindros.	55
5-8	Como tomar la medición de la cara del bloque de cilindros.	56
5-9	Medidas nominales del cigüeñal.	56
5-10	Toma de medidas en Muñones.	57
5-11	Medida del Pistón.	58
5-12	Medidas Nominales del pistón.	59
5-13	Mediciones de válvulas.	59
5-14	Medición de deformación de cabezote.	60
5-15	Armado de culata.	63
5-16	Orden de apriete de la culata.	64
5-17	Piñón de árbol de levas en punto de encendido.	68
5-18	Marca de rotor en cilindro 1.	68

LISTA DE ABREVIACIONES

Combus.	Combustión.
Cto.	Circuito.
ECU.	Unidad de Control de motor.
Exp.	Explosión.
Ing.	Ingeniera.
Kg.	Kilogramo.
L.	Litros.
MK3	Modelo de motor Volkswagen-Audi.
m.	Metro.
mm.	Milímetros.
No.	Número.
Rpm	Revoluciones por minuto.
PMS	Punto muerto superior (pistón en la parte alta del cilindro).
PMI	Punto muerto inferior (pistón en la parte baja del cilindro).
“ V “	Diseño de bloque de motor, disposición de cilindros formando una letra V.



CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

El motor, parte principal del automóvil sirve para producir movimiento transformando energía calórica en energía dinámica y debe estar en perfecto funcionamiento para el desarrollo del vehículo.

La reparación de motor que se realiza es para buscar el mejor desempeño del vehículo y evitar la contaminación del medio ambiente.

Se busca poder aplicar los métodos teórico práctico de reparación y arreglo de motores de manera eficiente y precisa para poder lograr un mejor desempeño y rendimiento del motor.

1.2. ANTECEDENTES

La Escuela Superior Politécnica del Litoral fue creada en el año 1958 y durante su trayectoria ha venido formando profesionales con excelencia académica, la que ha sido impartida a sus estudiantes con responsabilidad por parte de los profesores, guiando y formando no solo profesionales, sino también líderes emprendedores con conocimientos y bases muy sólidas en el área que se desarrollarán a futuro.

Esta formación se ha direccionado a las áreas de electrónica, eléctrica, mecánica de motor, entre otras, para cubrir las necesidades del transporte buscando su mantenimiento de forma integral promoviendo el cuidado del medio ambiente

A nivel mundial los automotores han incrementado de manera significativa especialmente en países consumistas en el que por ideología se ha creado la necesidad de renovar continuamente el automóvil.

El parque automotor de Ecuador en la actualidad consta de 89% de vehículos livianos y 11% de pesados y las principales marcas que circulan a nivel nacional son numerosas, sin embargo, Volkswagen siendo una marca muy conocida y vendida a nivel mundial, en nuestro país reporta el 2.78% de venta mensual de autos de esta marca (Estadísticas reporte mensual, 2012).

Volkswagen tiene más de tres décadas dentro del país, tanto en transporte liviano como pesado, debido a esto se estima que gran cantidad de vehículos con antigüedad de 15 años de funcionamiento de esta marca están en un promedio de entre 250000 km y 400000 km, los que por el desgaste de partes internas y el tiempo de uso prolongado del mismo están presentando contaminación en el medio ambiente.

El vehículo Volkswagen Golf Manhattan, previo a la utilización para este proyecto, se encontraba en perfecto funcionamiento por haber sido realizados los mantenimientos preventivos en cuanto a sistemas de suspensión, dirección, eléctrico y frenado, sin embargo, el conjunto de sistemas en el motor presentaba fallas.

Por medio del presente, se busca poder aportar de manera directa la disminución de contaminación del medio ambiente, que se obtuvo en parte con la realización y ejecución de la reparación del motor Volkswagen-Audi Mk3 de 1.8 L. Dicho motor presenta un problema para el propietario ya que el rendimiento y desempeño no son eficientes, al igual que genera un gasto extra por consumo excesivo de aceite, con esto también se logrará cumplir con las nuevas exigencias para matriculación, las que controlarán de manera minuciosa el perfecto funcionamiento de todo el vehículo.

1.3. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El motor Volkswagen-Audi Mk3 de 1.8 L, del vehículo Volkswagen Golf Manhattan modelo 98, presenta problemas puntuales de funcionamiento en los sistemas de motor, entre los que se detallan, la contaminación excesiva, consumo de aceite, pérdida de potencia, exceso de humo azulado en la salida de gases de escape causado por factores como desgaste de partes internas, que produce el paso de aceite a cámara de combustión.

El vehículo en el que se realizó la reparación de motor es de propiedad de la Ing. SONIA MARIA ROMAN, quien durante todo el proceso del proyecto, facilitó el uso del mismo para la respectiva reparación, y al término de la realización del proyecto el vehículo fue devuelto a su propietaria.

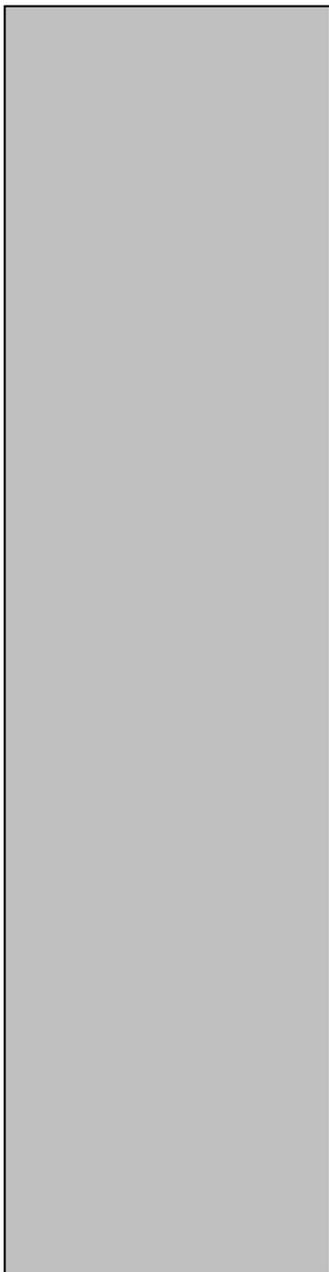
1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la reparación del motor Volkswagen-Audi Mk3 de 1,8L. para lograr óptimas condiciones de funcionamiento.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Desmontar motor para medir compresión en cilindros y presiones en general, y verificar visualmente la salida de gases de escape y fugas de fluidos de motor y estanqueidad en sistema de refrigeración.
- ❖
- ❖ Examinar partes internas y realizar mediciones respectivas de desgaste en sistemas del motor, para proceder a cambiar y rectificar los mismos.
- ❖ Armar el motor y aplicar torques respectivos de aprietes, calibraciones de motor y verificaciones de funcionamiento mediante pruebas finales de: compresión, estanqueidad, presiones de aceite y constatación visual la salida de gases de escape.



CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Un motor de combustión interna, motor a explosión o motor a pistón, es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible, que arde dentro de la cámara de combustión. Su nombre se debe a que dicha combustión se produce dentro de la propia máquina, a diferencia de, por ejemplo, la máquina de vapor.(motor de combustión interna) (Zapata, 2010)

El ciclo termodinámico utilizado por el motor de combustión interna es conocido como Ciclo Otto.

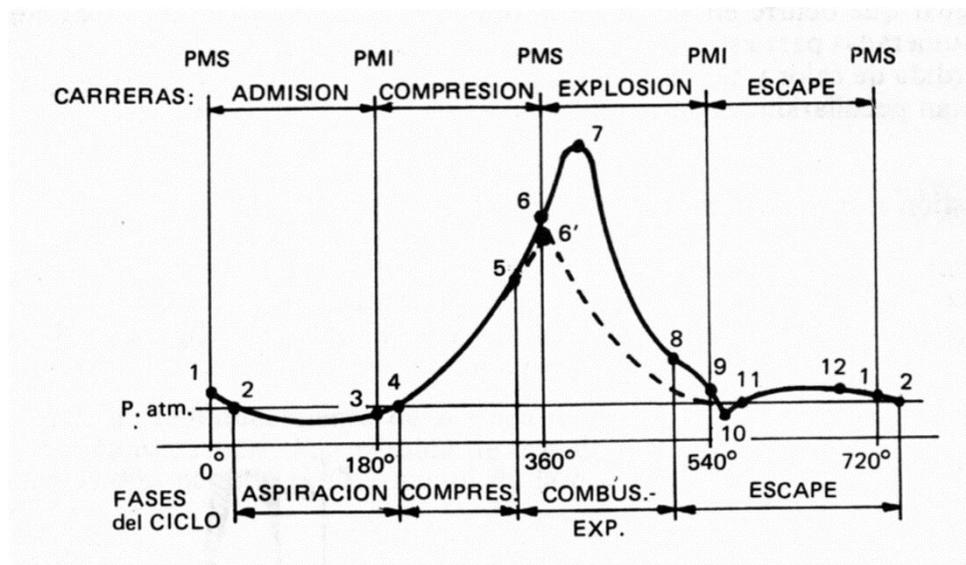


Figura 2-1: Diagrama lineal del ciclo Otto

2.1.1. FUNCIONAMIENTO

El motor de explosión de cuatro tiempos es utilizado en la mayor parte de los automóviles. En su funcionamiento se suceden cuatro tiempos o fases distintas, que se repiten continuamente mientras opera el motor. A cada uno de estos tiempos le corresponde una carrera del pistón y, por tanto, media vuelta del cigüeñal. (Román,*sf*)

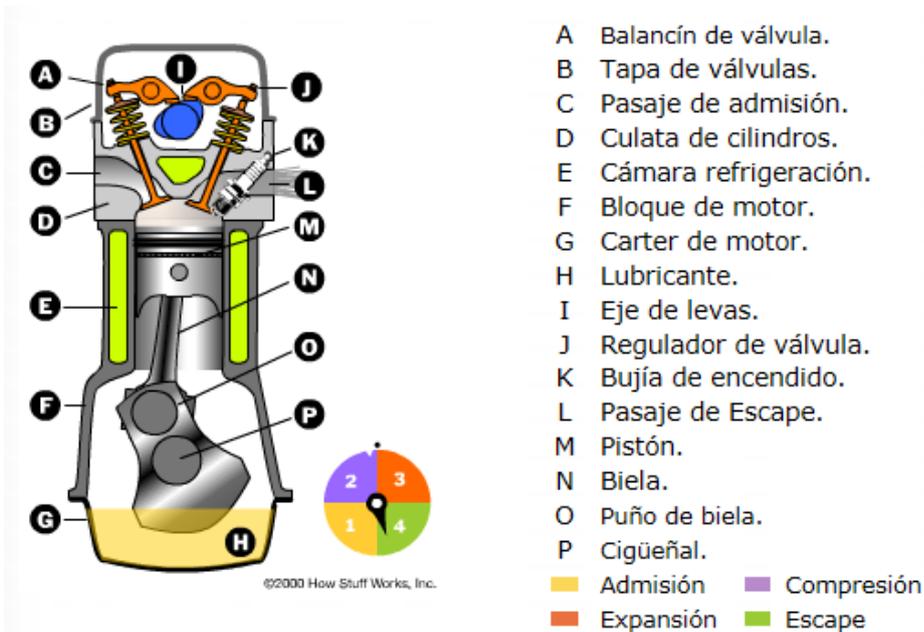


Figura 2-2: Funcionamiento del motor

En el primer tiempo, llamado de admisión, el pistón se encuentra en el PMS y empieza a bajar. En ese instante se abre la válvula de admisión, permaneciendo cerrada la de escape. Al ir girando el cigüeñal, el codo va ocupando distintos puntos de su recorrido giratorio, y, por medio de la biela, hace que el pistón vaya bajando y provocando una succión en el carburador a través del conducto que ha abierto la válvula de admisión, arrastrando una cantidad de aire y gasolina, que se mezclan y pulverizan en el carburador. Estos gases van llenando el espacio vacío que deja el pistón al bajar. Cuando ha llegado al PMI, se cierra la válvula de admisión y los gases quedan encerrados en el interior del cilindro. Durante este recorrido del pistón, el cigüeñal ha girado media vuelta. (López, 2013)

Al comenzar el segundo tiempo, llamado de compresión, el pistón se encuentra en el PMI y las dos válvulas están cerradas. El cigüeñal sigue girando y, por tanto, la biela empuja al pistón, que sube. Los gases que hay en el interior del cilindro van ocupando un espacio cada vez más reducido, a medida que el pistón se acerca al PMS. Cuando alcanza este nivel los gases ocupan el espacio de la cámara de compresión y, por tanto, están comprimidos y calientes por efecto de la compresión. Al elevarse la temperatura, se consigue la vaporización de la gasolina y la mezcla se hace más homogénea, por lo que existe un contacto más próximo entre la gasolina y el aire. Durante esta nueva carrera del pistón, el cigüeñal ha girado otra media vuelta. (López, 2013).

El tercer tiempo es el llamado de expansión. Cuando el pistón se encuentra en el PMS después de acabada la carrera de compresión, salta una chispa en la bujía, que inflama la mezcla de aire y gasolina, ya comprimida y caliente, la cual se quema rápidamente. Esta combustión rápida recibe el nombre de explosión y provoca una expansión de los gases ya quemados, que ejercen una fuerte presión sobre el pistón, empujándolo desde el PMS hasta el PMI. A medida que el pistón se acerca al PMI, la presión va siendo menor, al ocupar los gases un mayor espacio. En este nuevo tiempo, el pistón ha recibido un fuerte impulso, que transmite al cigüeñal, que por inercia seguirá girando hasta recibir un nuevo impulso. Cuando el pistón llega al PMI, se abre la válvula de escape, y permanece cerrada la de admisión. Durante esta nueva carrera del pistón, denominada motriz por ser la única en que se desarrolla trabajo, el cigüeñal ha girado otra media vuelta. (López, 2013)

El cuarto tiempo, llamado de escape, el pistón se encuentra en el PMI, y la válvula de escape se ha abierto, por lo que los gases quemados en el interior del cilindro escapan rápidamente al exterior a través de ella, por estar sometidos a mayor presión que la atmosférica. El cigüeñal sigue girando y hace subir al pistón, que expulsa los gases quemados al exterior. Cuando llega al PMS, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión. Durante el tiempo de escape, el pistón ha realizado una nueva carrera y el cigüeñal ha girado otra media vuelta. Acabado el tiempo de escape, el ciclo se repite. (López, 2013)

Como ha quedado expuesto, las válvulas se abren y cierran coincidiendo con el paso del pistón por el punto muerto superior e inferior. Para conseguir un mayor rendimiento en los motores, se hace que las válvulas se abran y cierren con un cierto adelanto o retraso respecto a los momentos indicados. Son las llamadas cotas de la distribución, cuyos valores son determinados por el fabricante y calculados para que el motor desarrolle la máxima potencia. (Principio de funcionamiento de motor a explosión)

2.1.2. TIPOS DE MOTORES

- **Según combustible**

Gasolina y Diesel.

- **Según funcionamiento**

4 Tiempos y 2 Tiempos.

- **Según disposición de cilindros**

En línea, en “ V “ y antagónicos.

- **Según variables de los fabricantes**

Número de cilindros, orientación del motor, posición del motor, número de válvulas, etc.

2.1.2. COMPONENTES DEL MOTOR

2.1.2.1. COMPONENTES BÁSICOS DEL MOTOR

- **Bloque de cilindros:** Función (figura 2-3)

- Alojarse los cilindros, guiar los pistones.
- Sujetarse al cigüeñal en la bancada.
- Permitir el flujo de refrigerante por sus ductos internos.
- Permitir el flujo de aceite por sus ductos internos.
- Sujetarse el cabezote o culata (Parte superior).
- Sujetarse el cárter de aceite y la bomba de aceite. (Parte inferior)
- Alojarse la barra de levas y sus bujes.
- Soportarse todos los componentes del motor.

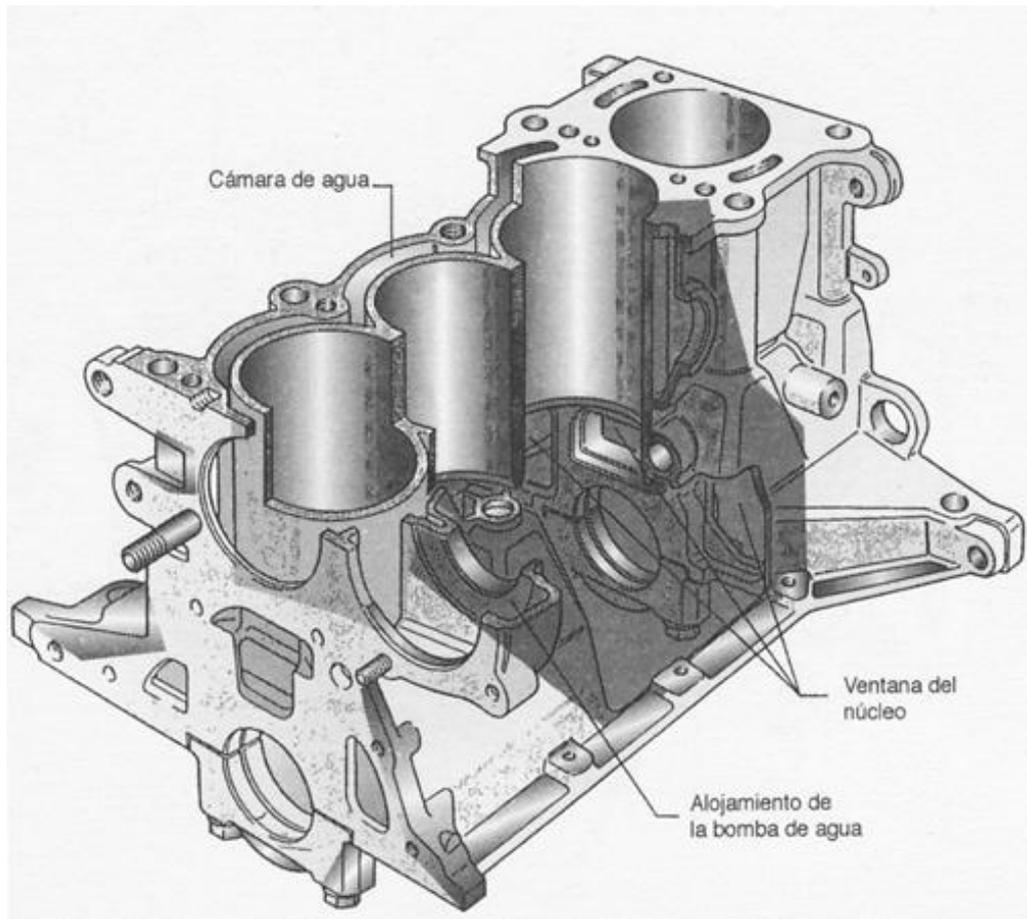


Figura 2-3: Bloque de cilindros.

- **Conjunto móvil:** (figura 2-4)
 - Pistón:
 - Transmitir al cigüeñal por medio de la biela los esfuerzos producidos por los gases expandidos.
 - Hermetizar el cilindro para gases y aceite.
 - Transmitir el calor que recibe durante el proceso de combustión a las paredes del cilindro.
 - Biela:
 - La función de la biela es transmitir los esfuerzos generados por los gases sobre el pistón hacia los codos del cigüeñal.
 - La biela une al pistón con el cigüeñal por medio del bulón.

ELEMENTOS MÓVILES DEL MOTOR

TREN ALTERNATIVO

1. Cigüeñal - 2. Cojinetes de cigüeñal - 3. Arandela de reglaje del juego axial - 4. Volante motor - 5. Retén - 6. Chavetas - 7. Piñón de arrastre de bomba de aceite - 8. Retén - 9. Rueda dentada de cigüeñal - 10. Polea de cigüeñal - 11. Tapas de biela - 12. Cojinetes de biela - 13. Biela - 14. Tornillo de biela - 15. Casquillo de pie de biela - 16. Anillo de sujeción - 17. Bulón de pistón - 18. Pistón - 19. Segmento rascador - 20. Segmento de compresión - 21. Segmento de fuego.

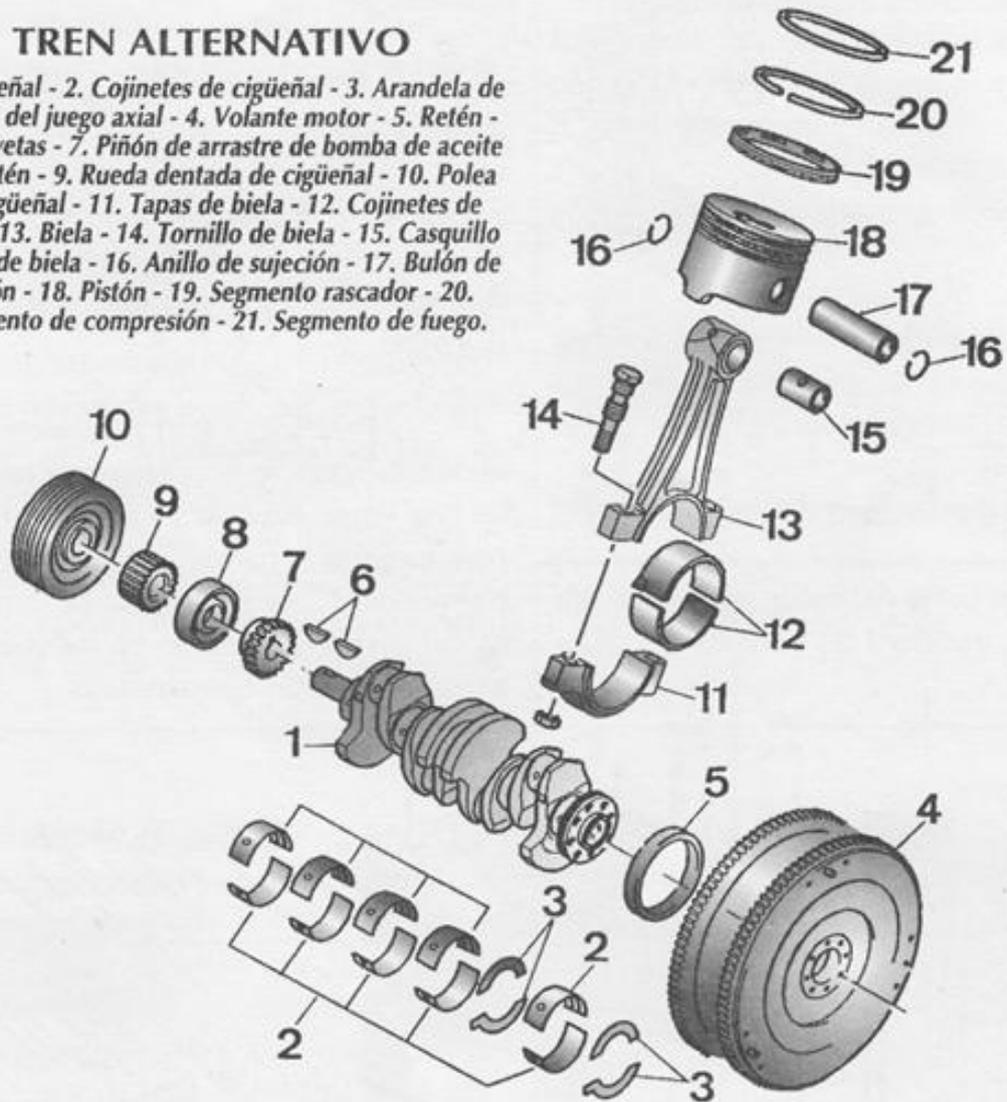


Figura 2-4: Conjunto móvil del motor

- Cigüeñal:
 - Transformar el movimiento alternativo del pistón, por intermedio de la biela, en un movimiento rotativo que suministre un par útil.
 - Permitir el flujo de aceite por sus ductos internos.
 - Sujetar el volante de inercia.
 - Sujetar polea y piñones.

- Volante:
 - La función del volante es almacenar la energía que se desarrolla durante el tiempo de expansión y la restituye para el resto del ciclo.
 - El volante o masa de inercia regulariza y equilibra el giro del cigüeñal.
 - Adicionalmente aloja al embrague.
 - También recibe el impulso del motor de arranque por medio de la cinta dentada.

- Rines:
 - Permitir un cierre hermético para los gases entre el pistón y el cilindro.
 - Evacuar calor del pistón hacia el cilindro.
 - Asegurar la estanqueidad del aceite.

- Cojinetes o chapas:
 - La principal función de los cojinetes lisos es reducir el rozamiento entre piezas con movimiento rotatorio o ejes y piezas fijas del motor, interponiéndose entre ambas.
 - En el conjunto pistón-biela-cigüeñal, los cojinetes se montan en 3 lugares.
 - Entre los apoyos del cigüeñal y el bloque.
 - Entre las muñequillas del cigüeñal y la biela.
 - Entre el pie de la biela y el bulón.

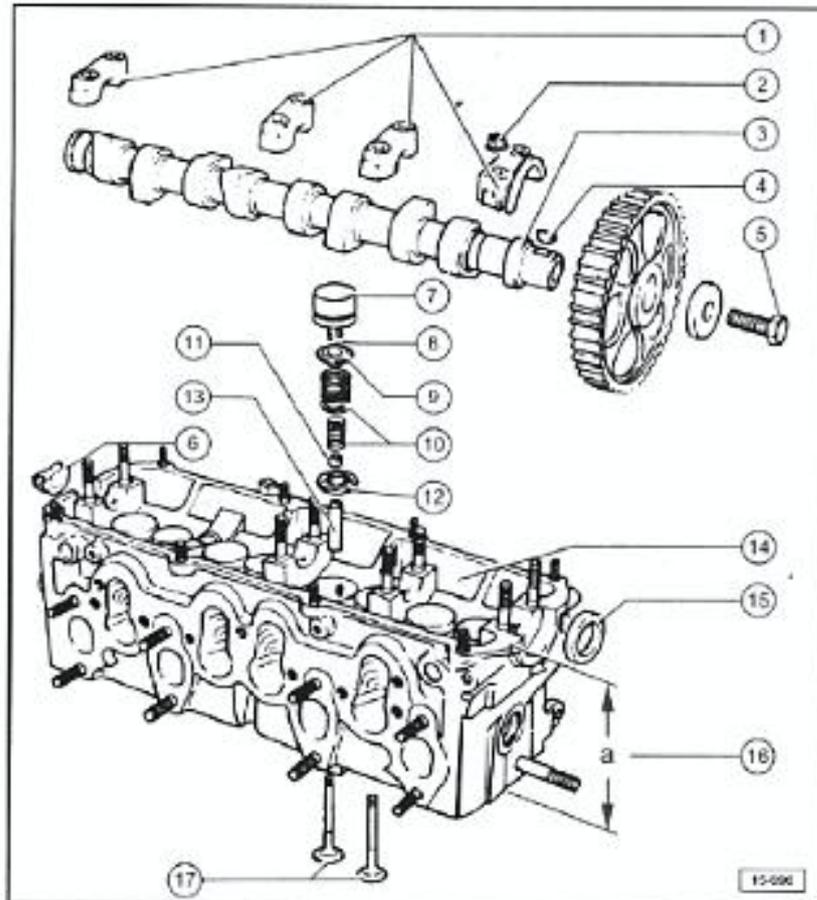
- **Cabezote o culata:**

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.

La culata se construye en hierro fundido, aluminio o en aleación ligera y se une al bloque motor mediante tornillos y una junta: la junta de culata. Se construye con estos elementos porque el sistema de enfriamiento debe ser rápido, y estos elementos se enfrían rápidamente. (Culata motor)

La culata consta de:

Válvulas, resortes de válvulas, guías de válvulas, asientos de válvulas, eje de balancines y balancines. (Figura2-5)



- 1.- Sombreretes
- 2.- Tornillo (2,0 daN.m)
- 3.- Arbol de levas
- 4.- Medialuna
- 5.- Tornillo (8,0 daN.m)
- 6.- Tapón de cierre (Motor ABS)
- 7.- Taqué de taza
- 8.- Conos de válvula
- 9.- Platillo superior para muelle de válvula
- 10.- Muelles de válvula
- 11.- Sello del vástago de válvula
- 12.- Platillo inferior para muelle de válvula
- 13.- Guía de válvula
- 14.- Culata
- 15.- Anillo de junta
- 16.- Cota de repaso de la culata (a = 132,6 mm)
- 17.- Válvulas

Figura 2-5: Despiece de cabezote

Sistema de distribución:

Este sistema se encarga de transmitir mediante piñones el movimiento con ayuda de una cadena o banda que posee un templador, el cual tensa la correa o cadena para transmitir el movimiento.

Esta banda se coloca de acuerdo al sistema de encendido encontrándose el cilindro en PMS, y verificando que la barra de levas en dicho cilindro este en apertura su válvula de ignición, el piñón de la barra de levas debe de coincidir con la marca que muestra para el armado del sistema.

Este sistema (figura 2-6) consta de:

- Barra de levas
- Piñón barra de levas(conducido)
- Piñón cigüeñal(conductor)
- Correa de distribución (cadena)
- Templador o tensor correa de distribución.

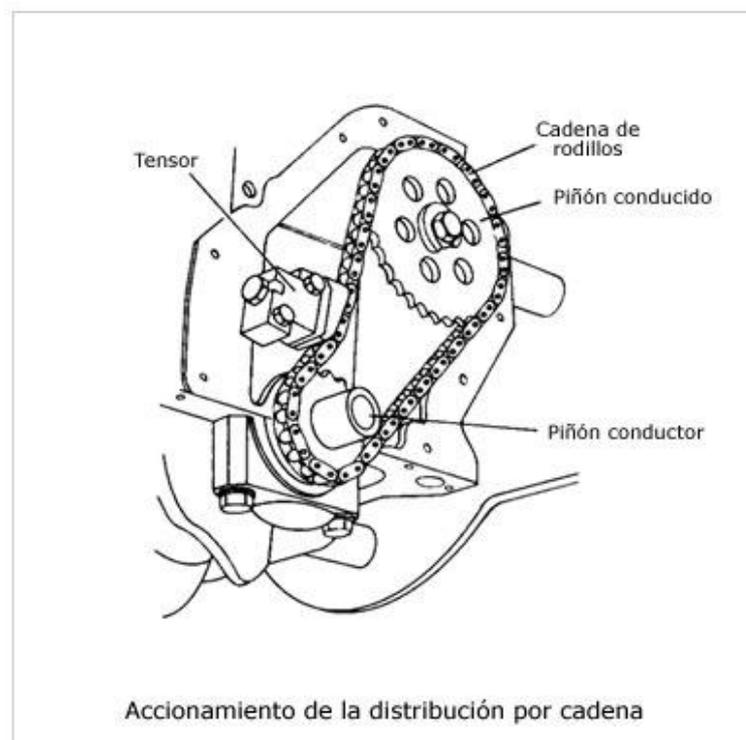


Figura 2-6: Sistema de distribución

- **Sistema de lubricación:**

El sistema de lubricación (figura 2-7) tiene como finalidad:

- Disminuir la fricción y el desgaste de las partes móviles
- Disminuir el ruido
- Disipar calor
- Limpiar el motor

Este sistema se conforma por:

- Depósito de aceite (cárter)
- Bomba de aceite
- Filtro de aceite
- Indicador de presión y/o nivel de aceite
- Ductos de lubricación
- Aceite.

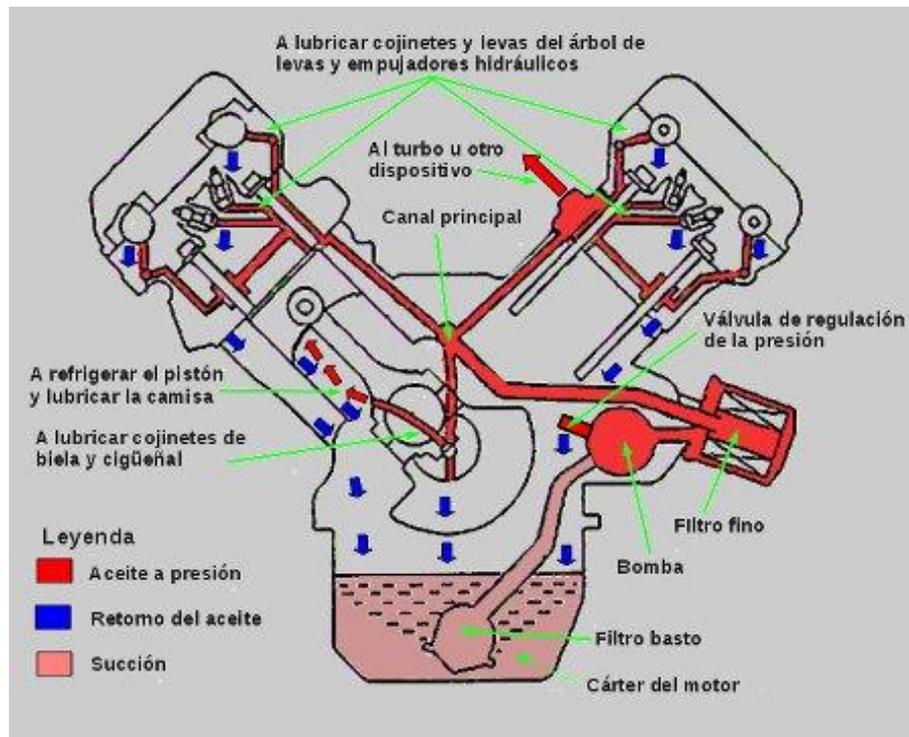


Figura 2-7: Sistema de Lubricación

- **Sistema de enfriamiento:**

El sistema de refrigeración está encargado de mantener una temperatura estable de funcionamiento en el motor por medio de la recirculación de refrigerante, el que por medio de la bomba de agua tiene recirculación. El sistema posee un termostato el cual controla el paso de recirculación, éste es un tipo tapón que al llegar a determinada temperatura se abre y permite la recirculación, al darse la recirculación el refrigerante pasa hacia el radiador, donde es enfriado por medio del ventilador que extrae el calor del radiador.

Este sistema lo conforma (figura 2-8):

- Radiador
- Mangueras
- Bomba de agua
- Termostato
- Ductos de refrigeración
- Ventilador
- Refrigerante

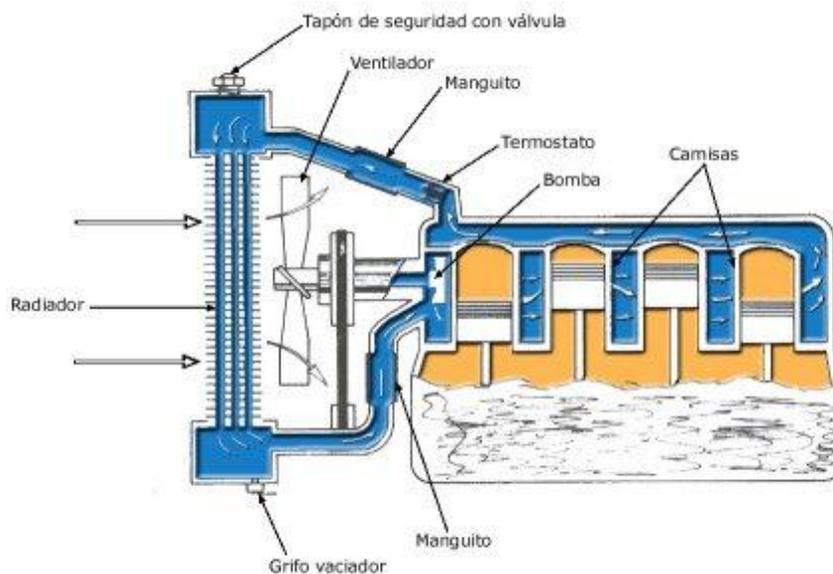


Figura 2-8: Sistema de Enfriamiento

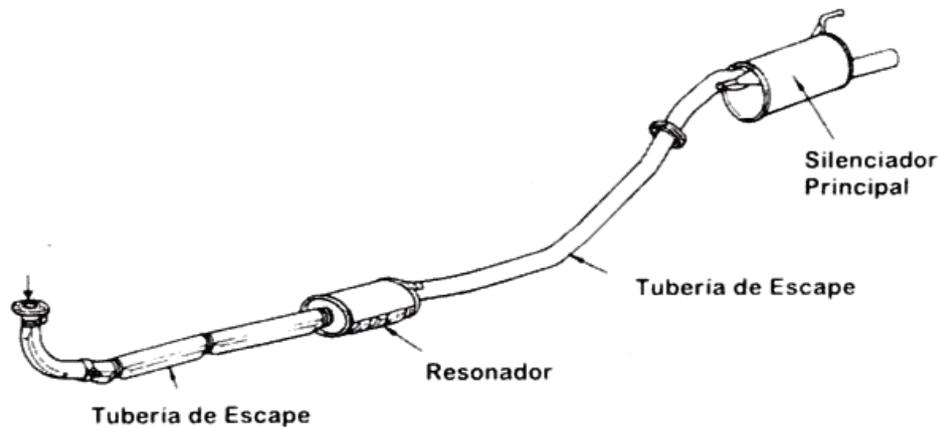
2.1.2.2. COMPONENTES COMPLEMENTARIOS DEL MOTOR

- **Sistema de escape:**

Su función es canalizar y evacuar los gases resultantes de la combustión del combustible.

En un motor de explosión, los gases quemados son recogidos por el colector de escape y, después, encaminados hacia el silencioso delantero, el silencioso trasero y la salida. El catalizador se encarga de reducir estos contaminantes mediante reacción química.

El sistema de escape se conforma por: múltiple de escape, tubo de escape, catalizador, silenciador del escape (Figura 2-9).



Configuración de la Tubería de Escape y Silenciador

Figura 2-9: Sistema de escape

- **Sistema de alimentación de combustible:**

Función: filtrar y transportar el combustible al motor, éste sistema consta de: Depósito de gasolina, filtro, bomba, carburador o inyectores (Figura 2-10)

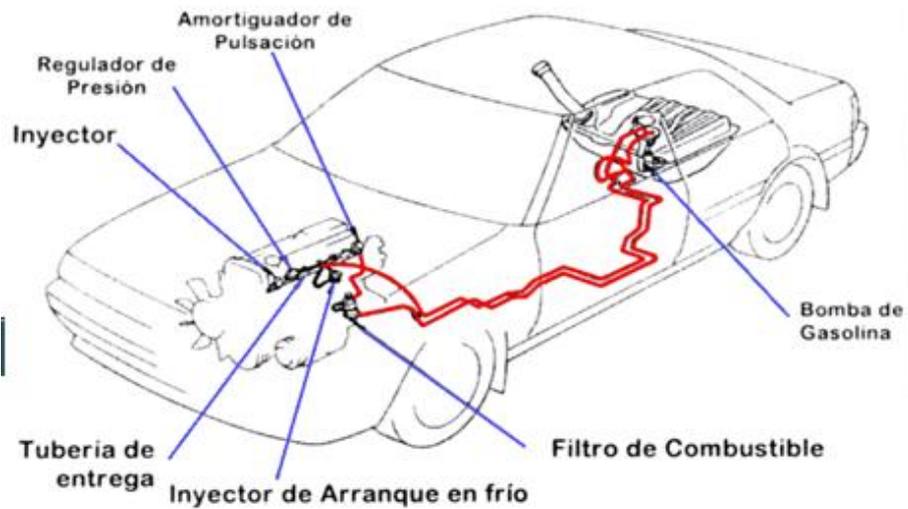


Figura 2-10: Sistema de alimentación de combustible.

- **Sistema de alimentación de aire:**
Función: filtrar el aire de las impurezas y transportar o canalizar hacia el motor,.
Está conformado por: Filtro de aire, ductos de admisión y múltiple de admisión.

2.1.2.3. COMPONENTES ELECTRICOS DEL MOTOR

- **Sistema de encendido:**

Este sistema está encargado de generar la chispa que necesita el motor en la cámara de combustión, en este sistema consta de (figura 2-11): Batería, interruptor, bobina, distribuidor, bujías, cables de alta tensión, módulo de encendido o platino y condensa.

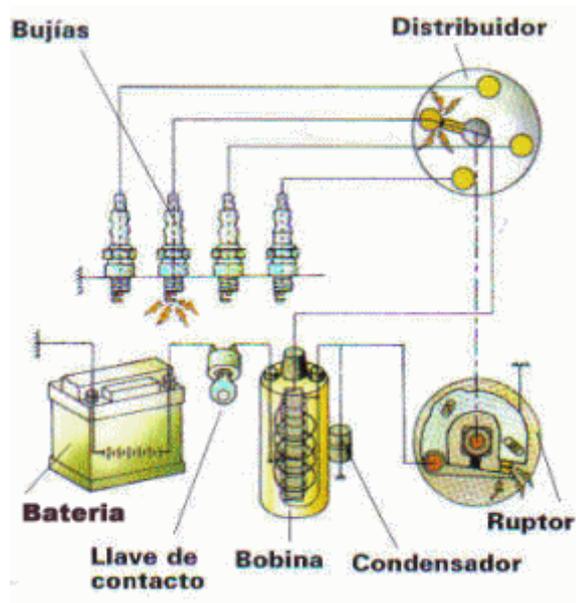


Figura 2-11: Sistema de encendido

- **Sistema de arranque:**

Es el encargado de dar los primeros giros al motor para que encienda por medio del motor de arranque, se conforma por los siguientes componentes (figura 2-12): Batería, motor de arranque, cables de alta intensidad de corriente e interruptor.

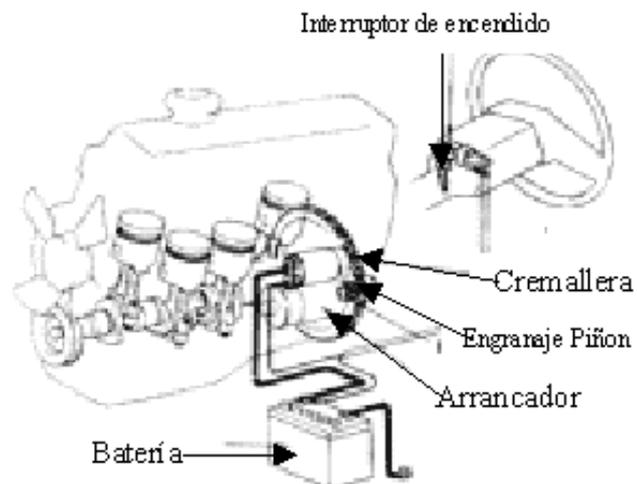


Figura 2-12. Sistema de arranque.

- **Sistema de carga:**

El sistema de carga, tiene la función de recargar la batería, así como proveer de corriente a los sistemas que consumen energía eléctrica, durante la operación del vehículo. Las partes componentes del sistemas son (figura 2-13): Alternador, regulador de voltaje y luz piloto.

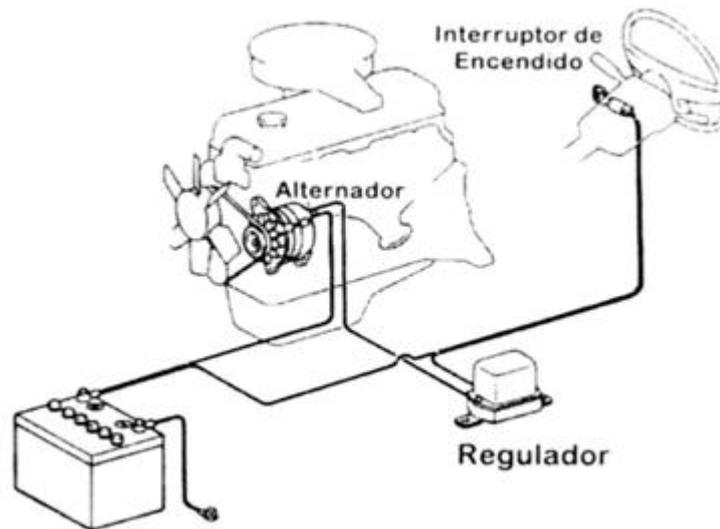


Figura 2-13: sistema de Carga.

2.2. METODOLOGÍA

Para la reparación del motor Volkswagen-Audi Mk 3 de 1.8 L se realizaron mediciones (procesos básicos) como verificación de compresión, mediciones de presiones de aceite, y medición de desgaste en partes internas, corrección y reparación de sistemas del motor que presenten falla

El proceso de verificación de compresión. consistió en medir el estado de compresión de cada cilindro [3]

El Procedimiento siguiente fue medición de presiones de aceite tal como se desarrolló en clases [3]

Se hicieron mediciones de desgaste en partes internas [1]

Se realizó el cambio de partes dañadas o con desgaste dentro de motor y en sistemas en general que presenten fallas.

Se armó el motor tomando en cuenta especificaciones de aprietes y ajustes, se calibró a punto según los datos estándar del motor [1]).

2.3. MATERIALES

El presente proyecto se llevó a cabo en las instalaciones de taller de motores ubicado en la sección del Instituto de Tecnologías en los bloques del Programa de tecnología en mecánica PROTMEC. Mismo que ofrece los equipos y herramientas necesarias para hacer la reparación del motor Volkswagen-Audi Mk3 de 1.8 L

2.3.1. MATERIALES

Para este Proyecto se utilizó un motor Volkswagen –Audi Mk3 de 1.8 L características constan en el Cuadro 2-1. Adicionalmente se utilizaron herramientas para medir estado de presiones y compresiones de motor y verificar el mismo, dentro de los cuales están:

- Kit para probar compresión de cilindros de motor
- Manómetro para presiones de aceite.
- Kit para detectar estanqueidad en sistema de refrigeración (fugas de refrigerante)
- Kit de mediciones de desgaste para camisas, cigüeñal, cabeza de motor y block.
- Kit de galgas para calibración exacta
- Regla de canto

Para desarmar el motor se utilizaron las siguientes herramientas:

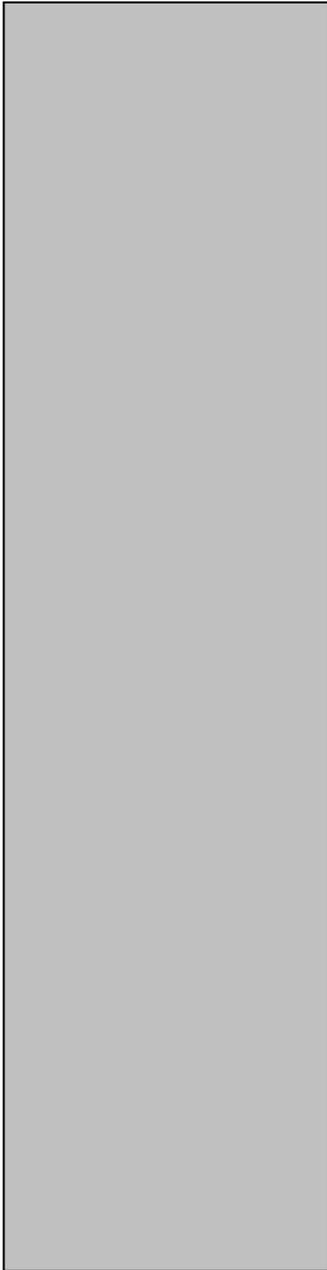
- Llaves de herramienta de boca y corona
- Destornilladores
- Pinzas de apertura para seguros

- Juego de dados hexagonales
- Juego de dados o llaves allen
- Juego de dados o llaves torx
- Torquímetro
- Palancas y extensiones mando de ½
- Gata hidráulica
- Espátula plana de 1”

2.4. ESPECIFICACIONES DEL MOTOR VOLKSWAGEN-AUDI MK3 DE 1.8L.

Cuadro 2-1: Especificaciones del motor

GENERALIDADES	ESPECIFICACION
Motor	1.8 L
Tipo de motor	ABS
Disposición	Transversal
No. De cilindros	4
Cilindrada	1781cc
Diámetro x carrera	81x88,4 (mm x mm)
Relación de compresión	10:01
Encendido	Mono Monotronic
Orden de encendido	1-3-4-2
Combustible	95 sin Plomo
Alimentación	Inyección
Refrigeración	Cto. cerrado
Potencia Máxima(CV/rpm)	90/5500
Par Máximo (kg.m/rpm.)	14,5/2500
Régimen de ralentí(rpm)	750...1000



CAPÍTULO 3

ANALISIS DE COSTO DEL PROYECTO

3. ANALISIS DE COSTO DEL PROYECTO

3.1. COSTOS GENERALES

Para realizar la reparación de motor, los rubros de los gastos se desglosaron en los cuadros siguientes que se muestran a continuación :

Cuadro 3-1. Costos de Repuestos.

DESCRIPCION	VALOR \$
1.1.Empaquetadura completa	45
1.2. Bomba de aceite	60
1.3. Bomba de agua	40
1.4.Filtro de aceite	4
1.5.Guias de Válvulas	28
1.6.Termostato	8
1.7.Rines medida estándar	45
1.8.Cojinetes de biela	32
1.9.Cojinetes de bancada	40
1.10. Kit de embrague	120
Total	432

- Información obtenida de proveedores de Repuestos Volkswagen

El costo de repuestos se obtiene de la sumatoria del total de los repuestos utilizados para la reparación del motor descritos en el cuadro anterior:

$$\sum 1R = r_{1.1} + r_{1.2} + r_{1.3} + r_{1.4} + r_{1.5} + r_{1.6} + r_{1.7} + r_{1.8} + r_{1.9} + r_{1.10}$$

$$\sum 1R = 45 + 60 + 40 + 4 + 28 + 8 + 45 + 32 + 40 + 120$$

$$\sum 1R = 432$$

Cuadro3-2. Costos de Trabajos en Rectificadora.

DESCRIPCION	VALOR \$
2.1.Rectificacion cigüeñal	30
2.2 Rectificado de Cilindros	80
2.3.Cambio de asientos de Válvulas	32
2.4. Cambio de Guías de Válvulas	40
Total	182

- Información recopilada en Lugares de rectificado de Motores

El costo de los trabajos de rectificadora se obtiene de la sumatoria de los trabajos que se realizaron descritos en el cuadro anterior:

$$\sum 2REC = rec2.1 + rec2.2 + rec2.3 + rec2.4$$

$$\sum 2REC = 30 + 80 + 32 + 40$$

$$\sum 2REC = 182$$

Cuadro 3-3. Costos de insumos varios

DESCRIPCION	VALOR \$
3.1. Galón de aceite 20w 50	25
3.2.Galón de Refrigerante	15
3.3 Waipe	3
3.4. Lijas	2
3.5. Desengrasante	4
3.6.Silicon para Alta temperatura	3,5
Total	52,5

El costo de insumos varios para la reparación del motor son los consumibles que se utilizaron en el proceso para desarmado y armado del motor.

$$\sum = Ins3.1 + ins3.2 + ins3.3 + ins3.4 + ins3.5 + ins3.6$$

$$\sum = 25 + 15 + 3 + 2 + 4 + 3.5$$

$$\sum = 52.5$$

Cuadro 3-4: Costos de mano de obra

DESCRIPCION	VALOR \$
4.1 Reparación de motor	250
Total	250

El costo de mano de obra se obtuvo de la siguiente manera aplicando la fórmula para análisis de costo en mano de obra(CMO):

$$CMO=th*tt*Q*td$$

th: tiempo en horas (8 horas)

tt: tiempo tipo (3,90625\$)

td: tiempo en días de reparación (8)

Q: cantidad de piezas o tareas a realizarse

$$CMO=th*tt*Q*td$$

$$CMO= 8*3,90625*1*8$$

$$CMO= 250$$

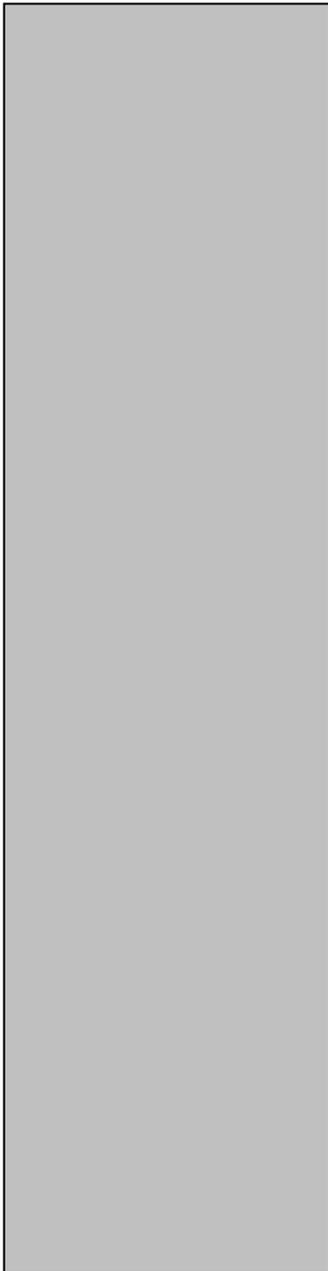
Cuadro 3-5: Costos Globales de la Reparación

DESCRIPCION	TOTAL \$
∑ COSTOS DE REPUESTOS	422
∑COSTOS DE RECTIFICADORA	182
∑COSTOS DE MANO DE OBRA	250
∑INSUMOS	52,5
SUBTOTAL	906,5
IMPREVISTOS 5 %	45,33
TOTAL	951,83

El costo total de reparación es la sumatoria de todos los rubros que se utilizaron para la reparación de motor: repuestos, rectificadora, insumos y mano de obra

3.2. FINANCIAMIENTO

El financiamiento de 951,83 \$ del proyecto se ejecutó con fondos propios en su totalidad.



CAPÍTULO 4

PLANIFICACIÓN DE ETAPAS PARA REPARACIÓN DE MOTOR

4. PLANIFICACIÓN DE ETAPAS PARA REPARACIÓN DE MOTOR

La reparación de motor se ejecutó en 16 días, consistiendo en 3 etapas las cuales se planificaron teniendo en cuenta el tiempo estimado necesario para la realización de todas las actividades que implican en el proceso.

4.1 PLANIFICACIÓN DE ETAPA 1

Esta etapa tuvo una duración de 3 días, en la que se realizaron 2 actividades:

- a) Comprobar y verificar motor
- b) Desmontar motor

(**Capítulo 4.4:** Diagrama de Gantt de planificación para reparación de motor)

4.2 PLANIFICACIÓN DE ETAPA 2

Esta etapa se desarrolló en 4 días, en la que consisten las siguientes actividades:

- a) Despiece de motor
- b) Armado de block de motor
- c) Armado de cabezote o culata
- d) Montar cabezote en block

(**Capítulo 4.4:** Diagrama de Gantt de planificación para reparación de motor)

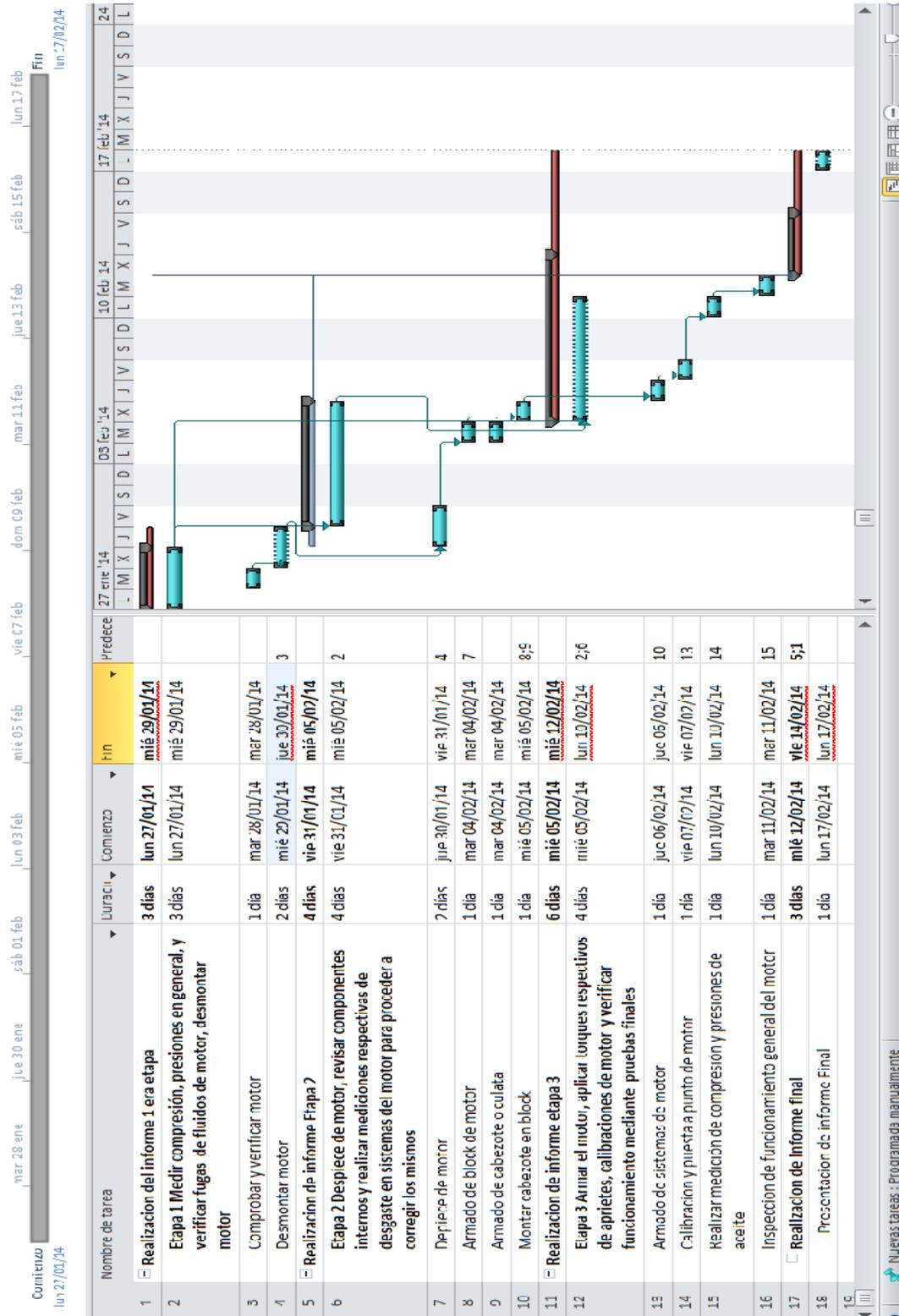
4.3 PLANIFICACIÓN DE ETAPA 3

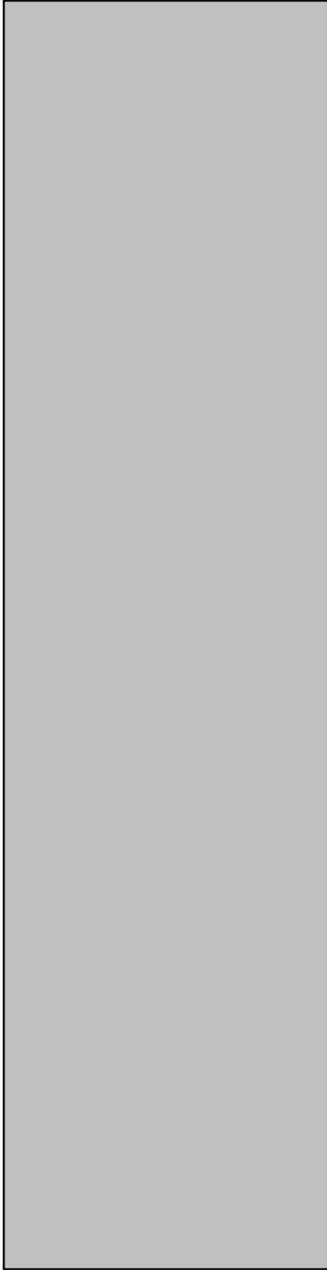
Esta etapa se realizó en 9 días, dividiéndose en 2 sub etapas con las siguientes actividades:

- a) Etapa 3.1: Armar el motor, aplicar torques respectivos de aprietes, calibraciones de motor y verificar funcionamiento mediante pruebas finales
 - a. Armado de sistemas del motor
 - b. Calibración y puesta a punto del motor
 - c. Realizar medición de compresión y presiones de aceite
 - d. Inspección de funcionamiento general de motor
- b) Etapa 3.2: Realización de informe y presentación
 - a. Realización de informe
 - b. Presentación de informe final

(**Capítulo 4.4:** Diagrama de Gantt de planificación para reparación de motor)

4.4 DIAGRAMA DE GANTT DE PLANIFICACIÓN PARA LA REPARACION DE MOTOR





CAPÍTULO 5

DESARROLLO DE LA REPARACIÓN DEL MOTOR

5. DESARROLLO DE LA REPARACIÓN DEL MOTOR

5.1. PROGRAMACIÓN DE EJECUCIÓN

Para la ejecución del proyecto nos basamos en el diagrama de planificación para reparación de motor

(**Capítulo 4.4:** Diagrama de Gantt de planificación para reparación de motor)

5.1.1. DESARROLLO. ETAPA 1:

Medir compresión, presión de aceite, verificar fugas de fluidos de motor, desmontar motor.

5.1.1.1. COMPROBAR Y VERIFICAR MOTOR:

Realizar las mediciones respectivas del motor: medir compresión, detección de fugas de refrigerante, medir presión de aceite, verificación visual de los gases de escape.

- a) Medir compresión: este método de verificación, es el valor de la presión en el punto muerto superior del pistón, medida en el interior de la cámara de combustión por medio de un instrumento que se aplica al orificio de la bujía. Su valor da una presión en el cilindro la que nos indica el estado de desgaste y de la eficacia del cilindro.
- b) Detección de fugas de refrigerante: este método sirve para poder localizar posibles fugas de refrigerante del sistema de enfriamiento de motor, las cuales se pueden visualizar al presurizar el sistema con ayuda de conectores de acople y una bomba de aire manual que viene en el kit de detección de fugas.
- c) Medir presión de aceite: se realiza la medición de presión de aceite, para poder conocer el estado de funcionamiento o desgaste de la bomba de aceite, ya que el fabricante determina ciertas presiones de trabajo tanto en frío como en caliente (se recomienda utilizar este método para cuando se realiza reparaciones de motor).
- d) Verificación visual de los gases de escape: Este método se utiliza para guiarse y saber mediante la coloración del humo de salida de escape o el hollín en el tubo, si el motor está realizando una correcta combustión y consumo de gasolina.

5.1.1.1.1. MEDICION DE COMPRESION

La medición de compresión tiene como objetivo determinar el desgaste de cada cilindro o posibles daños de los rines, pistones, válvulas, empaque de cabezote, cabezote y bujía.

Para realizar la medición seguimos el siguiente procedimiento:

- Poner en marcha al motor hasta alcanzar la temperatura de operación.
- Desmontar las bujías de encendido y desconectar el sistema de encendido (sensor hall en el distribuidor y la bobina de encendido) y el relé o fusible de la bomba de gasolina.
- Instalar el equipo de medición de compresión en el cilindro 1, acelerar a fondo y hacer girar el motor un promedio de 8 ciclos.
- Registrar el valor de la compresión.
- Repetir los pasos *c* y *d* en los demás cilindros.
- Instalar las bujías, conectar el sistema de encendido y el relé o fusible de la bomba de gasolina.

(Anexo 4: Fotografías de mediciones)

Nota: Para cerciorarse de obtener bien los datos en el manómetro de compresión, repetir un promedio de dos veces la prueba en cada cilindro.

Cuadro 5-1: Tabla de resultados de compresión

No. CILINDRO	V. NOMINAL(bar)	COMPRESION (Psi)	COMPRESION (Bar)
1	10-13	135	9.3
2	10-13	120	8.2
3	10-13	135	9.3
4	10-13	140	9.6

1 psi = 0.06895 bar

Análisis de resultados del Cuadro 5-1.

- Si la compresión de todos los cilindros es uniforme y está por debajo del valor del fabricante, esto significa que el motor tiene desgaste uniforme en todos los cilindros y rines.
- Si la compresión no es igual en todos los cilindros, esto significa que hay componentes rotos, pegados, doblados o gastados en diferentes cilindros.
- Si la compresión es baja en dos cilindros contiguos, es probable que el empaque del cabezote esté quemado entre dos cilindros.
- Si no hay compresión en uno o más cilindros, esto significa que hay pistones rotos, válvulas dobladas o quemadas, elevadores hidráulicos bloqueados.

Nota: La compresión de los motores es directamente proporcional a la relación de compresión.

5.1.1.1.2. MEDICION DE PRESION DE ACEITE

Para realizar las mediciones de presión de aceite de motor se siguen los siguientes pasos:

- a) Localice y remueva el trompo de presión de aceite del motor.
- b) Instale un manómetro de 100 o 150 psi. En el lugar del trompo.
- c) Encienda el motor y en diferentes condiciones tome lecturas.

(Anexo 4: Fotografías de mediciones)

Cuadro 5-2: Tomas de Presiones de Aceite.

CONDICION DEL MOTOR	V. NOMINAL(Psi)	LECTURA(Psi)	LECTURA(Bar)
Ralentí - frio	30-60	56	3,91
2.000 rpm - frio	40-100	96	6,35
Ralentí - caliente	30-60	32	2.23
2.000 rpm - caliente	40-100	78	5,44

1 psi = 0.06895 bar

Resultados: Se encontró que la presión de aceite está dentro del rango de especificaciones del fabricante, sin embargo en ralentí –caliente la presión está muy cerca de la medida nominal inferior, para esta ocasión ya que se realiza la reparación del motor se cambió la bomba de aceite debido a que se requiere una presión optima y esta bomba tiene desgaste .

- a) Presión de aceite " baja "
Bomba de aceite con desgaste o tapado el absorbente.
Desgaste excesivo en los componentes móviles sujetos a lubricación.
Válvula de sobrepresión o sobre flujo abierta
Accionamiento de la bomba roto o desconectado.
- b) Presión de aceite " alta "
Válvula de sobrepresión o sobre flujo atascada en posición cerrada.
Obstrucción en el circuito de lubricación, posterior al trompo de presión
De aceite del motor. (Filtro de aceite o ductos tapados).

5.1.1.1.3. DETECCION DE FUGAS DE REFRIGERANTE.

Para realizar la prueba en el sistema de enfriamiento de motor, se utiliza el kit para fugas de refrigerante siguiendo este procedimiento:

- a) El motor debe estar frío, para poder abrir el recipiente de refrigerante de motor en algunos casos o el radiador.
- b) Verificamos que acople del probador de sistemas de refrigeración queda en la toma del reservorio o radiador.
- c) Realizamos el acople del probador verificando que quede de manera hermética.
- d) Bombeamos un aproximado de 10 psi y lo dejamos por un lapso de 5 a 10 min para verificar la estanqueidad.
- e) Se realiza inspecciones visuales en todo el exterior del sistema de refrigeración de motor.
- f) Se retira el equipo probador
- g) Se tapa nuevamente el reservorio o el radiador.

(Anexo 4: Fotografías de mediciones)

Nota: De existir fugas en alguna parte del sistema, corregir la fuga y completar el fluido del sistema con líquido refrigerante para motor.

Resultados: Se encontró una fuga de refrigerante externa en la salida de la carcasa del termostato, la toma de plástico presenta deformación

5.1.1.1.4 VERIFICACIÓN VISUAL DE LOS GASES DE ESCAPE

La inspección visual de los gases de escape se realiza en dos partes una con el motor apagado, y la segunda con el motor encendido y realizando cambios de rpm en el motor para poder observar los gases de escape

- Observe el tipo de hollín impregnado en la salida del tubo de escape.
 - Hollín claro y seco combustión normal
 - Hollín negro y seco combustión con exceso de combustible
 - Hollín negro y aceitoso combustión con exceso de aceite
- Observe el color de los gases de escape en el tubo de salida.
 - Humo claro o incoloro combustión normal
 - Humo negro oscuro combustión con exceso de combustible
 - Humo negro azulado combustión con exceso de aceite
 - Humo blanquinoso combustión con combustible contaminado

De la inspección visual se obtuvo como resultado que hay una combustión con exceso de aceite. Esta combustión se produce por el desgaste en rines de aceite, guías de válvulas y cauchos de válvulas. Para realizar la corrección del paso de aceite a las cámaras de combustión se cambia los rines, las guías de válvulas y cauchos de válvulas

5.1.1.1.5. DESMONTAJE DE MOTOR

Para el desmontaje de motor tomamos en cuenta los siguientes puntos:

a) Desconectar cableado del arnés de motor:

- Empezar desconectando el polo negativo de la batería, luego el positivo (retirar la batería de ser necesario).
- Tener en cuenta que para desconectar cada conector o socket hay que verificar el modelo de seguro que poseen, ya que esto varía según la marca del fabricante.
- Retirar la agrupación de cables por partes y con cautela retirar los seguros de los conectores.
- Revisar que no haya conexión alguna del cableado eléctrico en el motor.

(Anexo 5: Fotografías de desmontaje de motor)

b) Desmontar transmisión:

- Retirar el motor de arranque
- Retirar los ejes de las juntas homocinéticas desde la caja
- Desmontar el cable de embrague de ser el caso o retirar cilindro de embrague
- Retirar juego de acoples de palanca de velocidades
- Colocar una gata para soporte y desmontar cajas de velocidades
- Retirar el soporte o base de la caja de velocidades que esta sujeta a el compacto
- Aflojar y retirar pernos de unión de la coraza de la caja de velocidades con el bloque de motor
- Empujar la caja de velocidades hacia los costados y hacia arriba y abajo para poder desacoplar del volante de motor.

(Anexo 5: Fotografías de desmontaje de motor)

c) Desmontar componentes de motor

- Retirar base de filtro de aire, filtro de aire y ductos que van hacia el motor
- Retirar bandas externas: de dirección, aire acondicionado, múltiple, según sea el caso.
- Retirar aceite de motor
- Retirar refrigerante de motor
- Desconectar y quitar mangueras desde radiador hacia motor
- Retirar las mangueras de alimentación y retorno de combustible.
- Desmontar alternador
- Desmontar compresor del sistema de aire acondicionado

- Desmontar brida del múltiple de escape
- (Anexo 5: Fotografías de desmontaje de motor)

d) Desmontar las bases de motor (Figura 5-1)

- Sujetar el motor por dos orificios de sujeción que tiene el cabezote para extracción del motor.
- Colocar grúa manual telescópica o gato telescópico para desmontar motores y sujetar al motor
- Quitar las bases de motor

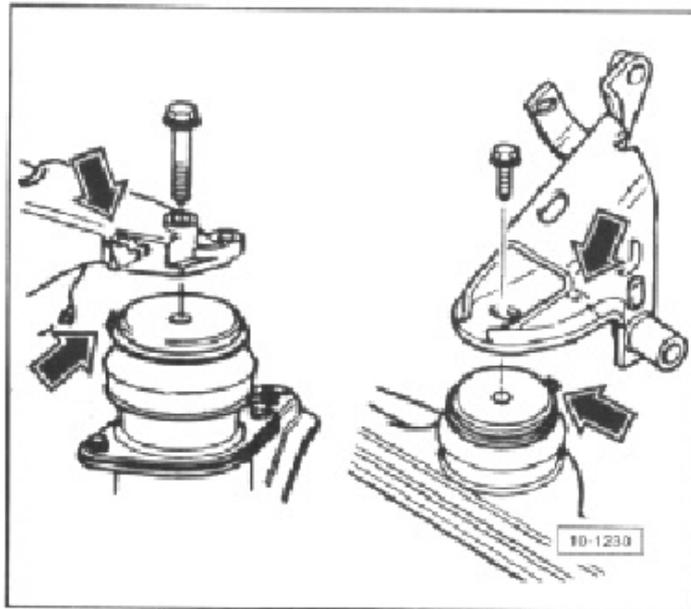


Figura 5-1: Desmontar bases de motor

e) Desmontar motor (figura 5- 2)

- Inspeccionar visualmente que no queden aun conexiones eléctricas o de conductos de aceite de dirección hidráulica o de refrigerante que vinculen al motor con el compacto o chasis del vehículo.
- Retirar el motor del compacto o chasis del vehículo

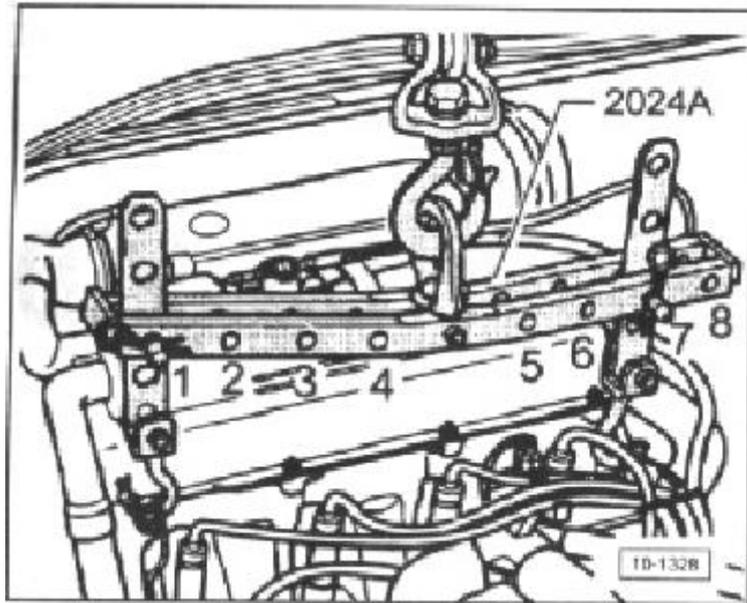


Figura 5-2: Desmontar motor

5.1.2. DESARROLLO. ETAPA 2:

Despiece de motor, revisar componentes internos y realizar mediciones respectivas de desgaste en sistemas del motor para proceder a corregir los mismos.

En este proceso de reparación se procedió a cambiar todas las piezas dañadas o con desgaste, por piezas nuevas, luego de verificar el estado de las mismas mediante mediciones.

5.1.2.1. DESPIECE DE MOTOR

Realizar desmontaje y despiece de los sistemas de motor y efectuar limpieza a todas sus partes.

- **Desmontaje y despiece del sistema de admisión**
 - Desmontar flauta de inyectores.
 - Desmontar inyectores.
 - Desmontar cuerpo de aceleración.
 - Desmontar múltiple de admisión del cabezote.
(Anexo 6: Fotografías de despiece de motor)

- **Desmontaje y despiece del sistema de escape**
 - Desmontar el múltiple de escape del cabezote

- **Desmontaje del sistema de distribución.**

- Aflojar y desmontar tapa de válvulas.
- Aflojar y desmontar tensor de banda de distribución.
- Desmontar banda de distribución
- Desmontar piñón de barra de levas.
- Desmontar piñón de cigüeñal.
- Desmontar barra de levas en espiral desde afuera hacia adentro retirar los soportes de la barra.

(Anexo 6: Fotografías de despiece de motor)

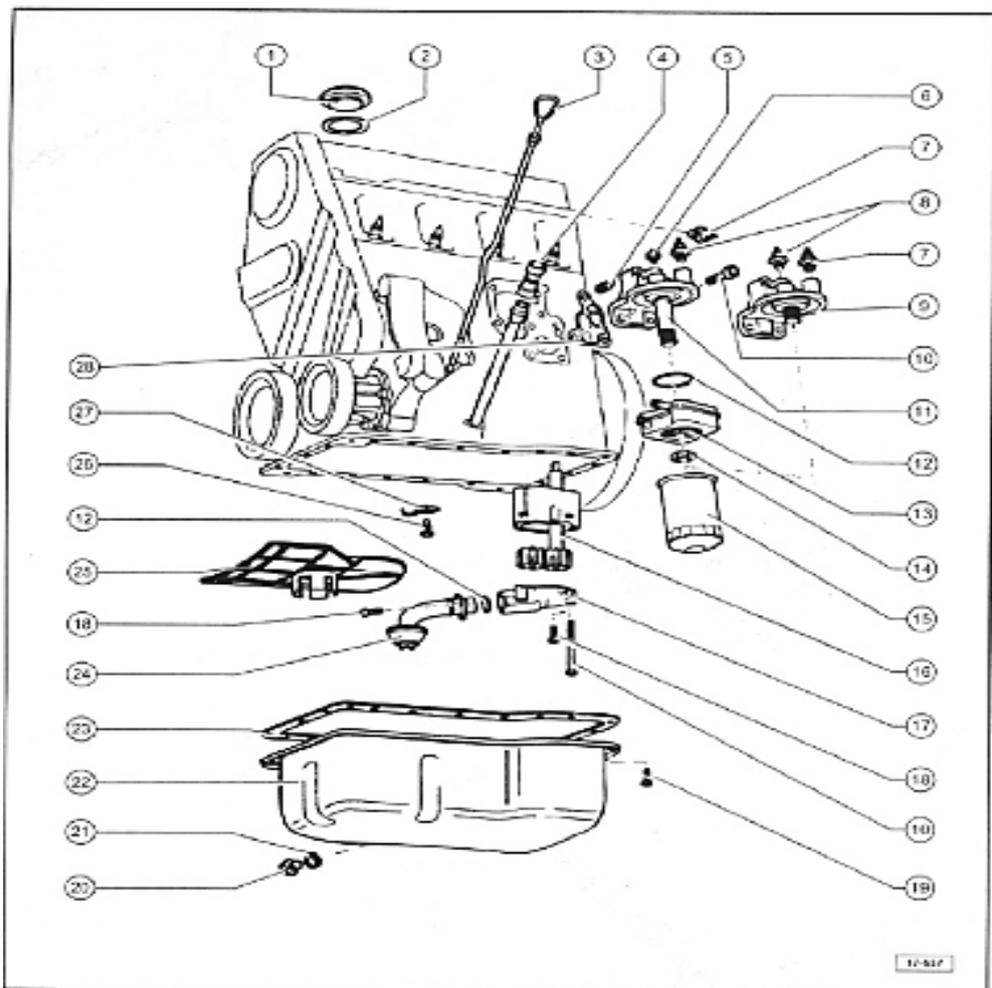
Desmontaje y despiece del cabezote.

- Aflojar y desmontar los pernos del cabezote al bloque, retirándolos desde afuera hacia el centro en manera de espiral.
- Retirar empaque o junta.
- Desmontar elevadores hidráulicos.
- Desmontar resortes de válvulas y cuñas.
- Desmontar válvulas.
- Retirar cauchos de válvulas.

(Anexo 6: Fotografías de despiece de motor)

- **Desmontaje y despiece del sistema de lubricación.** (figura 5-3)

- Aflojar y desmontar cárter de aceite.
- Retirar bayoneta y ducto para medición de aceite.
- Retirar filtro de aceite
- Retirar trompo de presión de aceite
- Retirar trompo de temperatura de aceite
- Desmontar bomba de aceite

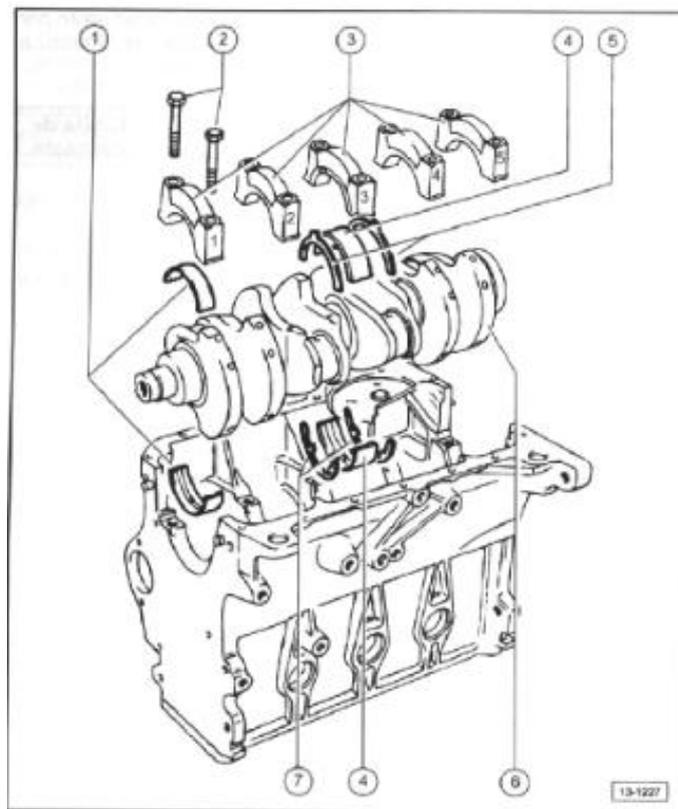


- | | |
|---|--|
| 1.- Tapa de cierre | 16.-Ruedas dentadas |
| 2.- Junta | 17.-Tapa de la bomba de aceite con válvula de descarga (5,7...6,7 bar) |
| 3.- Varilla del nivel de aceite | 18.-Tornillo (1,0 daN.m) |
| 4.- Embudo de introducción | 19.-Tornillo (2,0 daN.m) |
| 5.- Válvula de cierre del retorno (0,5 daN.m) | 20.-Tornillo de descarga de aceite, (3,0 daN.m) |
| 6.- Transmisor de temperatura del aceite (G8) (1,0 daN.m) | 21.-Anillo de junta |
| 7.- Conmutador de presión de aceite de 0,3 bar (F22) (2,5 daN.m) | 22.-Cárter de aceite |
| 8.- Conmutador de presión de aceite de 1,8 bar (F ² 1) (2,5 daN.m) | 23.-Junta |
| 9.- Soporte del filtro de aceite (Motor ABS) | 24.-Tubo de aspiración |
| 10.-Tornillo (2,0 daN.m) | 25.-Tabique anti-oleaje |
| 11.-Soporte del filtro de aceite (Motor 2E) | 26.-Válvula de descarga 2,5...3,2 bar (2,7 daN.m) (motor 2E) |
| 12.-Anillo toroidal | 27.-Inyector de aceite (Motor 2E) |
| 13.-Radiador de aceite | 28.-Junta |
| 14.-Tuerca (2,5 daN.m) | |
| 15.-Filtro de aceite | |

Figura 5-3: Despiece de sistema de lubricación.

Despiece del bloque de motor (Figura 5-4)

- Aflojar tapas de biela.
- Desmontar pistones.
- Desmontar conjunto de embrague.
- Desmontar volante.
- Desmontar tapas de bancada.
- Retirar cojinetes de bancada.
- Retirar cojinetes de biela.



- 1.- Semicasquillos apoyos N° 1, 2, 4 y 5
- 2.- Tornillos sombreretes (6,5 daN.m)
- 3.- Sombreretes (N° 1 lado polea)
- 4.- Semicasquillos apoyo N° 3
- 5.- Axiales
- 6.- Cigüeñal
- 7.- Axiales

Figura 5-4: Despiece bloque de motor.

- **Limpieza de partes.**

La limpieza se efectúa a nivel general para que al realizar mediciones o proceder con el armado del motor se facilite el proceso.

Se aplica el desengrasante con una brocha a la caja de velocidades, el bloque de cilindros, cabezote, cigüeñal, cárter, soportes de motor y superficies que tengan residuos de aceite, en las áreas del bloque se utiliza una espátula para ayudar a desprender una capa que se forma de tierra y aceite alrededor del bloque, debido a fugas de aceite o que en anteriores cambios han derramado aceite alrededor del bloque.

Se lava bien las partes con agua para retirar la suciedad, aceite y el desengrasante que se pudiese haber derramado.

En el caso del bloque de motor, cabezote y cigüeñal se aplica aire comprimido para limpiar los ductos de lubricación, ya que es esencial e importante que estos estén completamente funcionales.

Para la limpieza se utiliza:

- Desengrasante.
- Brocha de 1 ½ pulgadas.
- Recipientes de lavado
- Espátula metálica de 1 pulgada
- Pulverizador
- Manguera para aire y acoples rápidos

(Anexo 7: Fotografías de limpieza de partes de motor.)

5.1.2.2. MEDICIONES DE DESGASTE

Realizar mediciones de desgaste en cigüeñal, bloque de cilindros, cabezote, pistones, válvulas, etc.

Para realizar las mediciones tomamos en cuenta las mediciones de compresión iniciales de motor, en las que analizando el resultado en el cilindro dos, habría una falla anormal ya que era el único cilindro que presentaba desgaste diferente, se analizó mediante las mediciones cual es la falla en ese cilindro.

5.1.2.2.1. MEDICIÓN EN BLOQUE DE CILINDROS

Se realizaron mediciones en cada uno de los cilindros para conocer desgaste, conicidad y ovalamiento en los cilindros [1].

- Tomamos las medidas de diámetros internos de los cilindros[1]

- Las medidas se tomaron según lo mostrado en la figura 5-5, parte superior, intermedia y superior del cilindro.
- Registramos los valores en una tabla.

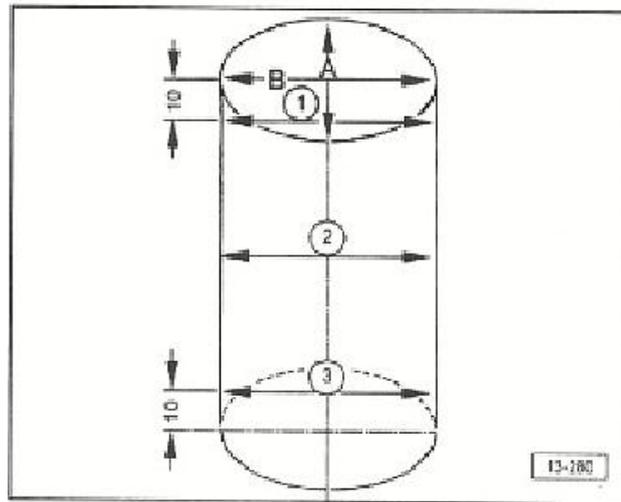


Figura 5-5: Medición en cilindro.

Cuadro 5-3: Mediciones de conicidad y ovalamiento en cilindros

MEDIDAS	CILINDROS			
	1	2	3	4
mm.				
A1	81,14	81,16	81,14	81,13
A2	81,10	81,14	81,11	81,10
A3	81,08	81,07	81,09	81,09
B1	81,13	81,14	81,12	81,12
B2	81,10	81,12	81,11	81,10
B3	81,09	81,08	81,10	81,08
MEDIDA NOMINAL	81,01	81,01	81,01	81,01
DESGASTE Max.	0,08	0,08	0,08	0,08
CONICIDAD A1 -A3	0,06	0,09	0,05	0,04
OVALAMIENTO Max. A- B	0,01	0,02	0,02	0,01

Analizando el Cuadro 5-3 Las mediciones muestran que existe desgaste anormal en el cilindro dos el cual excede la medida de desgaste (**tolerancia de desgaste máximo 0.08mm**) : ya que el motor está en medidas nominales estándar (Figura 5-6). Se procede a enviar a rectificado de cilindros para obtener la corrección del problema y el primer rectificado de 0,25 mm que tuvo como medida de 81,26 mm de diámetro para cada cilindro. [1]

Motor ABS	Ø cilindro
Cota básica (mm)	81,01
I rectificado (mm)	81,26
II rectificado (mm)	81,51

Figura 5-6: Medidas nominales del pistón.

Se cambiaron los pistones aumentando su medida por la especificada para el diámetro nuevo de los cilindros.

- Se tomó la medida de deformación de la cara del bloque de cilindros (Figura 5-7), se utilizó la regla de canto y galgas de calibración para medir el haz de luz de la planicie del bloque.
 - Se coloca la regla de canto en la cara de los cilindros.
 - Con las galgas o gage de calibración se trata de insertar entre la regla de canto y la superficie de la cara de cilindros.
 - Las mediciones se realiza colocando la regla en forma de cruz y de manera paralela a la cara (Figura 5-8), en las partes extremas e intermedias



Figura 5-7: Medición de deformación en la cara del bloque de cilindros

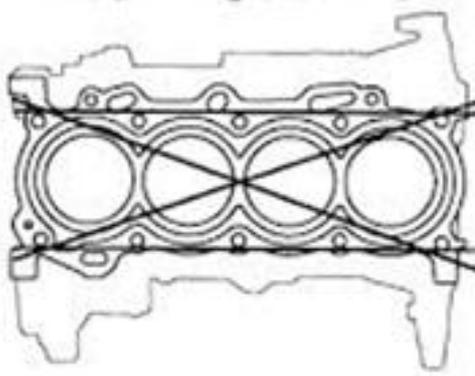


Figura 5-8: Como tomar la medición de la cara del bloque de cilindros

(Anexo 8: Fotografías de mediciones de desgaste)

5.1.2.2.2. MEDICIÓN EN CIGÜEÑAL.

Se realizaron mediciones en cada uno de los muñones de bancada (Cuadro 5-4) y de biela (Cuadro 5-5) para conocer desgaste, conicidad y ovalamiento de los muñones del cigüeñal utilizando el micrómetro.

En la figura 5-9 tenemos las medidas nominales de los muñones de biela y bancada del cigüeñal.

Cota de rectificado (mm)	Ø muñón de bancada		Ø muñón de biela	
Cota básica	54,00	-0,022	47,80	-0,022
		-0,042		-0,042
I rectificado	53,75	-0,022	47,55	-0,022
		-0,042		-0,042
II rectificado	53,50	-0,022	47,30	-0,022
		-0,042		-0,042
III rectificado	53,25	-0,022	47,05	-0,022
		-0,042		-0,042

Figura 5-9: Medidas nominales del cigüeñal.

Para realizar las mediciones la toma de datos se realiza en dos ejes X, Y (Figura 5-10), y se utiliza un micrómetro para obtener las medidas con precisión

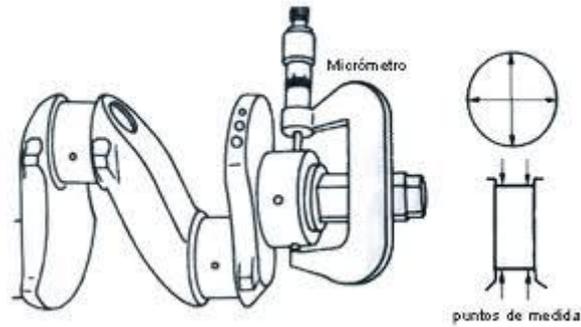


Figura 5-10: Toma de medidas en Muñones

Cuadro 5-4: Mediciones de muñones de Bancada

MEDIDAS	No. MUÑÓN DE BANCADA				
mm.	1	2	3	4	5
X	53,911	53,912	53,911	53,908	53,918
Y	53,918	53,921	53,915	53,922	53,921
Y1	53,921	53,911	53,911	53,918	53,911
Y2	53,922	53,921	53,921	53,922	53,922
DESGASTE Max.	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
CONICIDAD Y1-Y2	0,001	0,010	0,010	0,004	0,011
OVALAMIENTO . Y-X	0,007	0,009	0,004	0,014	0,003

Cuadro 5-5: Mediciones de muñones de Biela.

MEDIDAS	No. DE MUÑÓN DE BIELA			
mm.	1	2	3	4
X	47,678	47,678	47,719	47,688
Y	47,699	47,702	47,728	47,709
Y1	47,719	47,698	47,699	47,719
Y2	47,729	47,719	47,719	47,729
DESGASTE Max.	0,022	0,022	0,022	0,022
	0,042	0,042	0,042	0,042
CONICIDAD Y1-Y2	0,010	0,021	0,020	0,010
OVALAMIENTO . Y-X	0,021	0,024	0,009	0,021

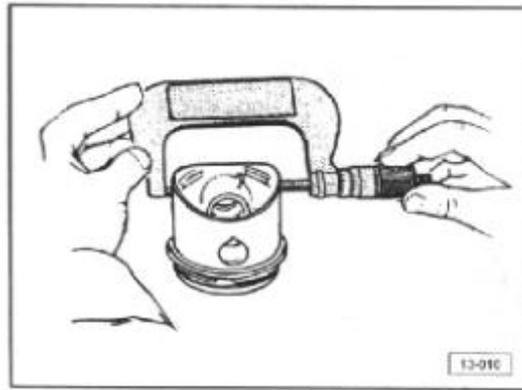
(Anexo 8: Fotografías de mediciones de desgaste)

Se analizan la toma de las mediciones y se rectificó el cigüeñal, ya que sus muñones pudieron estar dentro de los límites de desgaste, pero sus caras presentan algo de rayones y mucho brillo por recalentamiento.

Se realizó el primer rectificado cambiando los cojinetes de biela y bancada a medida 0.25 mm [1]

5.1.2.2.3. MEDICIÓN DE DESGASTE EN PISTONES

Se realiza las mediciones de desgaste en zonas específicas del pistón (Figura 5-11)



Medir con un micrómetro aplicado a unos 10 mm del borde inferior, a 90° con respecto al eje del bulón.
Diferencias frente a la cota nominal: máx. 0,04 mm.

Figura 5-11: Medida del Pistón

Cuadro 5-6: Medición de desgaste en pistones

MEDIDAS	No. PISTÓN				
	mm.	1	2	3	4
X		80,915	80,890	80,910	80,905
Ø Nominal Y		80,985	80,985	80,985	80,985
DESGASTE Max.		0,040	0,040	0,040	0,040
DESGASTE Y-X		0,070	0,095	0,075	0,080

Ø= Diámetro

Luego de tomar los datos se procede a analizar el desgaste en pistones (Cuadro 5-6), en este caso se cambiaron los pistones ya que están fuera del límite permitido de uso y también porque se realizó el primer rectificado en los cilindros, los pistones se colocaron de acuerdo a la primera sobre medida (Figura 5-12) [1]

Motor ABS	Ø pistón
Cota básica (mm)	80,985
I rectificado (mm)	81,235
II rectificado (mm)	81,485

Figura 5-12: Medidas Nominales del pistón.

Nota: Al realizar medición en los pistones se detectó que el brazo de biela del pistón 2 presenta una deformación en su estructura. Debido a esto el cilindro presentaba una variación de compresión significativa con respecto a los demás cilindros.

(Anexo 8: Fotografías de mediciones de desgaste)

5.1.2.2.4. MEDICIÓN DE DESGASTE EN VÁLVULAS

Se realizan las mediciones de las válvulas como en la Figura 5-13, la misma que indica las partes a medir.

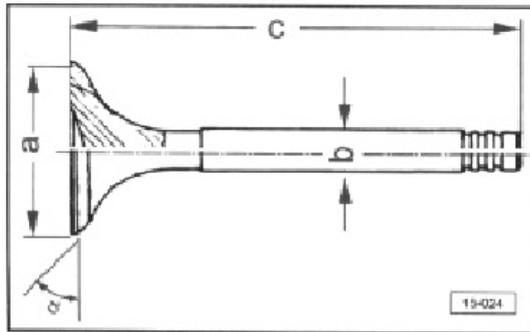


Figura 5-13: Mediciones de válvulas

Las mediciones se registraron en los siguientes cuadros:

CUADRO 5-7: Mediciones de válvulas de admisión

MEDIDAS	MEDIDA	VÁLVULAS DE ADMISION			
		1	2	3	4
mm.	NOMINAL				
A	39,00	39,100	39,050	39,150	39,100
B	6,97	6,965	6,960	6,965	6,960
C	91,90-0,90	91,900	91,890	91,885	91,890

Cuadro 5-8: Mediciones de válvulas de escape.

MEDIDAS	MEDIDA	VÁLVULAS DE ESCAPE			
		1	2	3	4
mm.	NOMINAL				
A	33,00	39,100	39,050	39,150	39,100
B	6,95	6,965	6,960	6,965	6,960
C	91,20-0,40	91,900	91,890	91,885	91,890

Las válvulas de admisión y de escape no presentan desgaste significativo, se llevó a cabo una limpieza a todas las válvulas y se realizó el acople en asientos de válvulas del cabezote.

5.1.2.2.5. MEDICIONES DE DESGASTE EN CABEZOTE

Para el cabezote, se realizó la siguiente medición:

- Medición de deformación (Figura 5-14) de cabezote:
 - Se coloca la regla de canto sobre la superficie de las cámaras del cabezote.
 - Se utilizan galgas o gage de calibración para medir el haz de luz entre la regla y la superficie del cabezote
 - Se realizan las mediciones en cruz y en los laterales a lo largo de la cara.
 - Para cada medición se intentó medir con las galgas en los extremos y partes centrales de la superficie que entra en contacto de la regla de canto

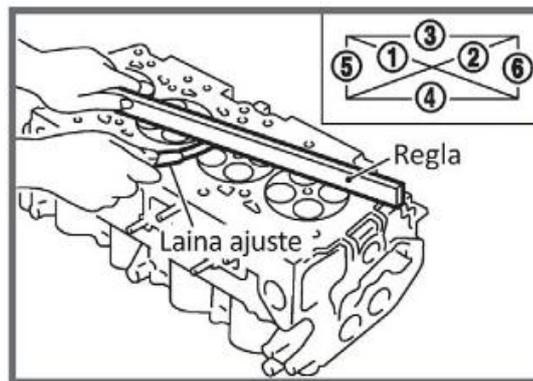


Figura 5-14: Medición de deformación de cabezote

No se realizó rectificadado de cabezote ya que presenta una deformación de menos de 0,035mm

(Anexo 8: Fotografías de mediciones de desgaste)

5.1.2.3. TRABAJOS DE RECTIFICADO

Los trabajos de rectificadado se enviaron a una Rectificadora de Motores [9], los trabajos se realizaron en:

- **Bloque de cilindros:** se llevó el bloque de cilindros para realizar el rectificadado de los cilindros.
 - Se realizó el primer rectificadado de los cilindros, quedando su medida nominal en **81,26 mm** cada cilindro.

Nota: Al cambiar la medida nominal de los cilindros al efectuarse el rectificado, se deben cambiar los pistones para acople con la nueva medida.

La sobre medida de los nuevos pistones es de **81,235 mm**

- **Cigüeñal:** En el cigüeñal se rectificaron los muñones de biela y bancada.
 - Medidas en Muñones de bancada después del primer rectificado **53,75 mm.**
 - Medidas en Muñones de biela después del primer rectificado **47,55 mm.**

Nota: Al realizar el rectificado en los muñones de cigüeñal, los cojinetes de biela y bancada se remplazaron de acuerdo a la nueva medida de los muñones, en este caso los cojinetes fueron sobre medida de **0,25 mm**

- **Cambio de guías de válvulas en cabezote:** se cambiaron las guías de válvula porque al realizar las mediciones en las válvulas no se encontró un desgaste significativo, sin embargo al colocar las válvulas en las guías presentaban mucha holgura.
 - Las guías de válvula nuevas tienen el diámetro requerido de 7 mm para funcionamiento, y la holgura mínima requerida para las válvulas tanto de admisión como de escape.
- **Cambio de brazo de biela:** Se cambió el brazo de biela, del pistón dos que presentaba deformación en la estructura del cuerpo de biela. Esto provocaba que en este cilindro exista menor compresión, ya que el cilindro no llegaba al PMS de forma completa.

(Anexo 8: Fotografías de mediciones de desgaste)

5.1.2.4. ARMADO DE $\frac{3}{4}$ DE MOTOR

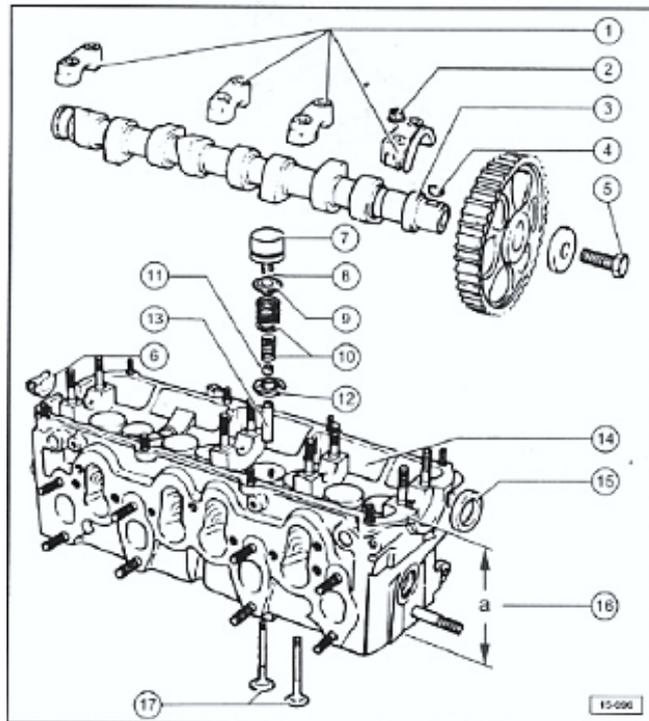
Las $\frac{3}{4}$ partes del motor lo conforman el bloque de cilindros y el cabezote.

- Armar bloque de motor.
 - Se pintó el bloque de motor con pintura resistente a altas temperaturas
 - Se realiza un pulverizado con gasolina para evitar que quede cualquier residuo restante de aceite o agua.
 - Se seca con aire comprimido
 - Se lubrican cojinetes, tapas, cilindros.
 - Colocar cojinetes de biela

- Colocar cojinetes de bancada
- Montar cigüeñal
- Dar torque a cigüeñal.
- Colocar retenedores de aceite nuevos
- Cambiar pistones
- Montar pistones en bielas
- Cambiar rines en pistones.
- Lubricar pistones
- Montar pistones en bloque de cilindros.
- Dar torques y ajustes respectivos.

(Anexo 9: Fotografías de armado de motor)

- Armar cabezote o culata (figura 5-15)
 - Cambiar cauchos de Válvulas.
 - Lubricar vástago de válvulas.
 - Montar válvulas.
 - Colocar platillos inferiores para muelles de válvulas
 - Montar muelles de válvulas.
 - Colocar conos de válvulas.
 - Lubricar elevadores hidráulicos
 - Montar elevadores hidráulicos.
 - Montar barra de levas.
 - Montar sombreretes de barra de levas.
 - Colocar retenedor de aceite de barra de levas.
 - Montar piñón de barra de levas.



- 1.- Sombreretes
- 2.- Tornillo (2,0 daN.m)
- 3.- Arbol de levas
- 4.- Medialuna
- 5.- Tornillo (8,0 daN.m)
- 6.- Tapón de cierre (Motor ABS)
- 7.- Taqué de taza
- 8.- Conos de válvula
- 9.- Platillo superior para muelle de válvula
- 10.- Muelles de válvula
- 11.- Sello del vástago de válvula
- 12.- Platillo inferior para muelle de válvula
- 13.- Guía de válvula
- 14.- Culata
- 15.- Anillo de junta
- 16.- Cota de repaso de la culata (a = 132,6 mm)
- 17.- Válvulas

Figura 5-15: Armado de culata

- Montar cabezote en bloque de cilindros[1]
 - Colocar pistones a media carrera.
 - Colocar empaque nuevo de cabezote.
 - Colocar cabezote y centrar.
 - Colocar pernos de ajuste.
 - Dar un pre ajuste a los pernos.
 - Dar el torque respectivo en cuatro pasadas (Figura 5-16) siguiendo el orden:

➤ 1er apriete	40 N.m
➤ 2do apriete	60 N.m
➤ 3er apriete	90°
➤ 4to apriete	90°

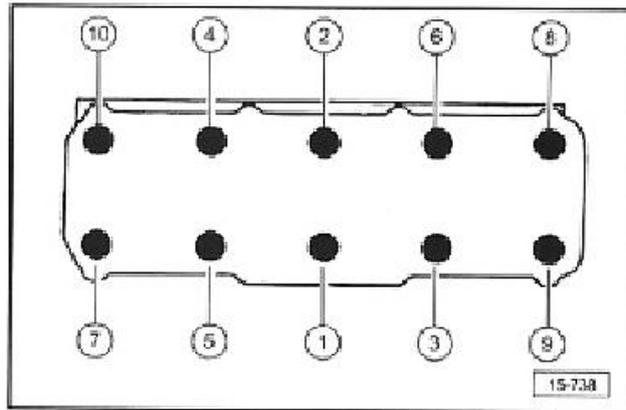


Figura 5-16: Orden de apriete de la culata

Nota:

- No es necesario reapretar los tornillos de la culata después de reparaciones [1]

- Colocar deflector de aceite.
- Colocar la tapa de cierre.

IMPORTANTE: Para el armado de cada sección que tenga directamente fricción o rozamiento entre partes tales como rines, cojinetes, pistones, cilindros, cigüeñal, guías de válvulas, elevadores hidráulicos, barra de levas, se debe lubricar con el mismo aceite de motor que se utilizó para el funcionamiento antes de colocar cada pieza y dar el respectivo torque.

De no realizar esta acción puede trabarse el movimiento normal, generando un desgaste grande en cojinetes o partes de fácil desprendimiento de material al contacto o fricción directa.

5.1.3. DESARROLLO ETAPA 3:

Armar sistemas del motor, aplicar torques respectivos de aprietes, calibraciones de motor y verificar funcionamiento mediante pruebas finales.

5.1.3.1. ARMAR SISTEMAS DE MOTOR

Se procede a armar cada uno de los sistemas de motor, cambiando empaques, retenedores de aceite, partes averiadas en cada sistema se sustituyen.

(Anexo 9: Fotografías de armado de motor)

- Armar sistema de distribución.

En este sistema se remplazaron la banda de distribución y el templador.

- Montar piñón de barra de levas.

- Montar piñón de cigüeñal.
 - Montar correa de distribución o banda.
 - Montar tensor de banda.
- Armar Sistema de lubricación.
Se cambió la bomba de aceite original por desgaste de uso.

- Montar bomba de aceite.
- Montar tabique anti-oleaje.
- Colocar junta en el cárter.
- Montar el cárter.
- Dar ajuste a tornillos de cárter de 20 N.m.
- Montar soporte de varilla de aceite.
- Montar varilla de medición de aceite.
- Montar base de filtro de aceite.
- Colocar filtro en base y montar.
- Montar trompos de aceite.
- Llenar aceite en motor 4.83 L.
- Colocar tapa de aceite.

- Armar Sistema de enfriamiento.
Cambiar la bomba de agua, termostato y las mangueras averiadas

- Montar bomba de agua.
- Montar tubo de refrigeración de motor.
- Montar termostato y ducto de unión.
- Montar mangueras de unión desde el cabezote hacia bomba de agua.
- Montar mangueras de unión desde bomba de agua a radiador.
- Montar mangueras de unión desde radiador a cabezote.
- Montar mangueras de unión desde tubo de refrigeración al reservorio.
- Montar trompos de temperatura de refrigerante
- Colocar refrigerante en el sistema 3.84 L.
- Purgar el sistema.

- Armado sistema de arranque y carga.
Este sistema solamente se revisó y armó sin ninguna reparación.

- Montar el motor de arranque.
- Conectar cableado del motor de arranque.
- Montar alternador
- Conectar cableado del arnés de motor

- Sistema de escape.
Se procede a armar colocando empaques nuevos para la sección del múltiple de escape.

- Cambiar tornillos espárragos dañados.
- Colocar empaques en las secciones de la junta del escape.
- Colocar múltiple de escape.
- Apretar tuercas de sujeción con un máximo de 35 N.m.
- Unir múltiple con brida de escape.

- Ajustar brida de escape.
- Armar Sistema de alimentación de combustible.
Armar y montar cuerpo de inyectores y líneas de alimentación desde tanque
 - Montar inyectores.
 - Montar flauta de inyectores.
 - Conectar las mangueras de alimentación y retorno de combustible.
 - Montar cuerpo de aceleración.
 - Colocar cable de aceleración.
- Armar Sistema de alimentación de aire.
Se procede a armar el sistema de ducto de aire desde el filtro de aire hacia el cuerpo de aceleración
 - Montar cuerpo de filtro de aire.
 - Montar filtro de aire.
 - Montar ductos de aire desde el cuerpo de filtro hacia el cuerpo de aceleración.
- Sistema de encendido.
Se procede al armado cambiando bujías, y cables de bujías.
 - Montar bujías nuevas.
 - Cambiar cables de bujías.
 - Montar distribuidor.
 - Colocar rotor.
 - Montar tapa de distribuidor.
 - Conectar sensor de posición de cigüeñal ubicado en el distribuidor.
- Conectar arnés de motor en sensores y actuadores del motor en general.

5.1.3.2. REALIZAR CALIBRACIÓN DE MOTOR Y PUESTA A PUNTO DE ENCENDIDO

Para la calibración de motor y puesta a punto de encendido se tomó en cuenta lo siguiente:

- **Calibración de motor:** en este motor no se calibran válvulas ya que tiene accionamiento de elevadores hidráulicos, los cuales una vez puesto en marcha el motor, hasta terminar de cargarse producen un sonido muy particular.

Nota: Este sonido deja de emitirse en cuanto se terminan de cargar los elevadores.

- **Puesta a punto de encendido:** Se sigue este procedimiento :
 - Se desmonta la bujía del cilindro No. 1
 - Se coloca el primer cilindro en PMS a compresión
 - Se verifica que la polea de la barra de levas este en posición 0 T (Figura 5-17).
 - Montar la banda de distribución.
 - Dar ajuste al tensor de la banda [1]
 - Verificar que el rotor del distribuidor indique en la marca del cilindro 1(Figura 5-18) en la carcasa del distribuidor.
 - En el caso de no coincidir rotar distribuidor hasta que coincida la marca en el cilindro 1.
 - Colocar bujía en el cilindro 1.
 - Verificar que todas las marcas de encendido coincidan
 - Encender el vehículo.

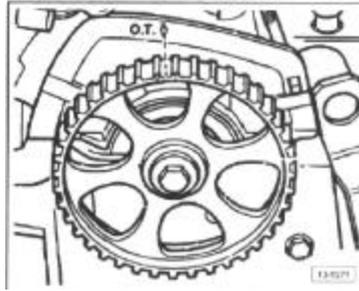


Figura 5-17: Piñón de árbol de levas en punto de encendido

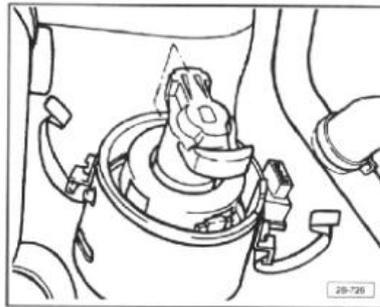


Figura 5-18: Marca de rotor en cilindro1.



CAPÍTULO 6 **RESULTADOS**

6. RESULTADOS

6.1 REALIZAR PRUEBAS FINALES DE MEDICIÓN DE ESTADO DEL MOTOR

6.1.1 REALIZAR MEDICION DE COMPRESIÓN

- ✓ La medición de compresión al término de la reparación de motor, tuvo como objetivo verificar que la compresión del motor sea uniforme y arroje mejores resultados después de los cambios y ajustes en partes internas de motor.

Para realizar la medición se utilizó el siguiente procedimiento:

- Poner en marcha al motor hasta alcanzar la temperatura de operación.
- Desmontar las bujías de encendido y desconectar el sistema de encendido (sensor hall en el distribuidor y la bobina de encendido) y el relé o fusible de la bomba de gasolina.
- Instalar el equipo de medición de compresión en el cilindro 1, acelerar a fondo y hacer girar el motor un promedio de 8 ciclos.
- Registrar el valor de la compresión.
- Repetir los pasos c y d en los demás cilindros.
- Instalar las bujías, conectar el sistema de encendido y el relé o fusible de la bomba de gasolina.

Nota: Para cerciorarse de obtener bien los datos en el manómetro de compresión repetir un promedio de dos veces la prueba en cada cilindro.

Cuadro 6-1: Mediciones de Compresión Final

No. CILINDRO	V. NOMINAL(bar)	COMPRESIÓN (Psi)	COMPRESIÓN (Bar)
1	10-13	150	10,34
2	10-13	150	10,34
3	10-13	145	10
4	10-13	150	10,34

1 psi = 0.06895 bar

Análisis: El resultado de compresión en los cilindros, nos denota que se logró el objetivo de mejorar el rendimiento y potencia del motor, ya que este motor trabajaba de manera irregular y no eficiente.

(Anexo 10: Fotografías de mediciones finales)

6.1.2 REALIZAR MEDICION DE PRESIÓN DE ACEITE

- ✓ El objetivo de esta prueba final de presión de aceite es para cerciorarse de que la nueva bomba de aceite esté funcionando de manera correcta, y que todos los ductos de lubricación están destapados.

Para realizar las mediciones de presión de aceite de motor se siguen los siguientes pasos:

- a) Localice y remueva el trompo de presión de aceite del motor.
- b) Instale un manómetro de 100 o 150 psi. En el lugar del trompo.
- c) Encienda el motor y en diferentes condiciones tome lecturas.

Cuadro 6-2: Tomas de Presiones de Aceite Final.

CONDICION DEL MOTOR	V. NOMINAL(Psi)	LECTURA(Psi)	LECTURA(Bar)
Ralentí - frio	30-60	52	3,58
2.000 rpm - frio	40-100	96	6,71
Ralentí - caliente	30-60	44	3,07
2.000 rpm - caliente	40-100	85	5,86

1 psi = 0.06895 bar

Análisis: El resultado obtenido es satisfactorio ya que el funcionamiento del sistema de lubricación está en condiciones óptimas.

(Anexo 10: Fotografías de mediciones finales)

6.1.1 REALIZAR INSPECCIÓN VISUAL DE GASES DE ESCAPE

La inspección visual de los gases de escape se realiza en dos partes una con el motor apagado, y la segunda con el motor encendido y realizando cambios de rpm en el motor para poder observar los gases de escape

- Observe el tipo de hollín impregnado en la salida del tubo de escape.
 - Hollín claro y seco combustión normal
 - Hollín negro y seco combustión con exceso de combustible
 - Hollín negro y aceitoso combustión con exceso de aceite
- Observe el color de los gases de escape en el tubo de salida.
 - Humo claro o incoloro combustión normal
 - Humo negro oscuro combustión con exceso de combustible
 - Humo negro azulado combustión con exceso de aceite
 - Humo blanquinoso combustión con combustible contaminado

Análisis: De la inspección visual se obtuvo también un resultado favorable, ya que la salida de gases de escape obtenida es producto de una combustión normal.

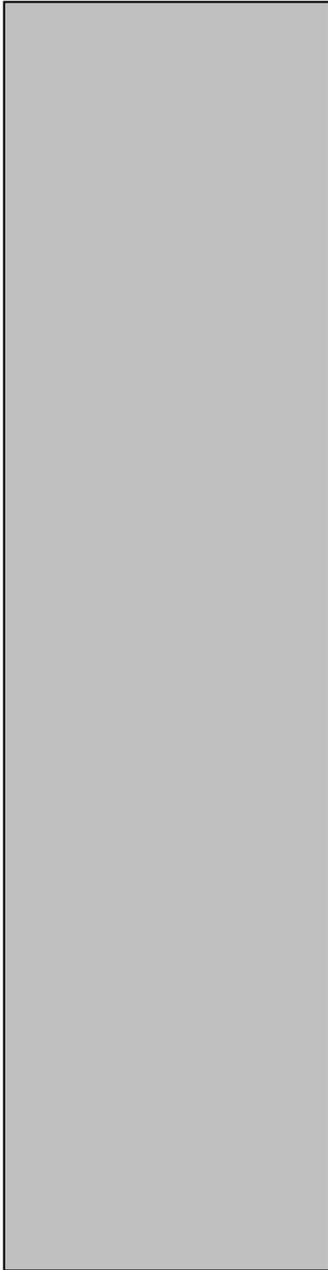
6.2 REALIZAR INSPECCIÓN DE FUNCIONAMIENTO GENERAL

Se realiza una inspección final visual de funcionamiento:

- ✓ Verificar que el conjunto de arnés de cableado de motor este bien ubicado.
- ✓ Comprobar que el encendido no tarde al dar arranque.
- ✓ Verificar el accionamiento a temperatura indicada del electro ventilador del sistema de refrigeración del motor.
- ✓ Probar accionamiento de desembrague de motor
- ✓ Realizar inspección con escáner para analizar si se presentan códigos de errores en la computadora a bordo.

Análisis: El automotor no presenta fallas de funcionamiento.

(Anexo 10: Fotografías de mediciones finales)



CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 CONCLUSIONES.

Al finalizar este proyecto podemos concluir que:

Los datos iniciales de las condiciones de funcionamiento de motor no se encontraban dentro de los rangos especificados por el fabricante, encontrando un mal funcionamiento en el segundo cilindro del motor, para lo que se realizó el desmontaje y despiece de motor para verificación del problema interno en este cilindro.

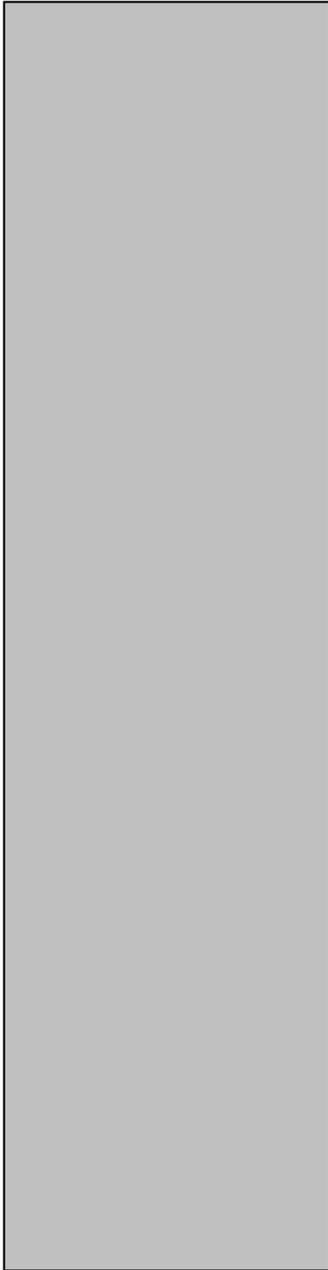
Luego de realizar el despiece se realizó inspección visual y medición de desgaste en los componentes, hallándose el problema principal en el cilindro número dos, en el que se encontró que el cuerpo del brazo de biela del pistón tenía una deformación en su estructura, debido a esta deformación en el brazo de biela el pistón no cumplía su carrera de recorrido de manera completa entre el PMI y PMS.

Se sustituyó el brazo de biela y pistones, y se realizó el primer rectificado en motor para lograr cumplir con las especificaciones técnicas de funcionamiento que establece el fabricante.

Luego de haber realizado el mantenimiento correctivo adecuado, se logró solucionar el problema, obteniendo los datos de compresión que el fabricante indica.

7.2 RECOMENDACIONES.

- ❖ Con los resultados obtenidos y referencias tomadas del mal funcionamiento de motor es recomendable realizar un mantenimiento correctivo en el que implica sustituir las partes que presenten problema al funcionamiento y realizar la rectificación en cilindros del bloque de motor.
- ❖ Realizar mantenimientos preventivos al sistema de lubricación para que garantice un correcto funcionamiento en el conjunto móvil del motor.
- ❖ Al realizar mediciones tomar tres registros de datos para cada medición, para que el margen de error sea menor.



CAPÍTULO 8

BIBLIOGRAFÍA

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manual de taller Volkswagen Golf MK III ..Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/99036063/Manual-de-Taller-VW-Golf-MK-III>.
2. Estadísticas reporte mensual Abril 2012 Disponible en: http://www.patiodeaautos.com/noticias/estadisticas/reporte-mensual-de-autos-y-motos-en-ecuador-abril-2012_2137.html. Consultado el 12/01/2014
3. Vaca, L. 2011. Clases dictadas en la materia de Taller de motores 4. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
4. Motor <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/Motor.asp?sw04=1>
5. Principio de funcionamiento motor a explosión disponible en: http://www.portalplanetasedna.com.ar/motor_explosion.htm
6. Zapata, E. 2010. Motor de combustión interna Facultad de Minas, Universidad de Medellin. Colombia Consultado el 13 de Febrero de 2014. Disponible en: <http://www.docentes.unal.edu.co/eazapata/docs/MAQ-CLASE%203.pdf>
7. Culata Motor disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Culata_\(motor\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Culata_(motor))
8. Sistema de lubricación disponible en: <http://mecanicaonline.es.tl/Sistema-de-Lubricacion.htm>
9. Rectificadora de Motores Tovar
10. Román, W. *sf*. Funcionamiento de motores de combustión interna. Manual Uiversitario. Instituto de Técnicas de Producción, Unidad Linares. Universidad Autonoma de Nuevo León. Monterrey-México. 99p.
11. Lopez, P. 2013. Guías de Trabajo en clases de grado. Colegio Porfirio Barba. Disponible en <http://es.calameo.com/books/0011916513300df01e52d>



CAPÍTULO 9

ANEXOS

9. ANEXOS

ANEXO 1. Medición de componentes de desgaste interno (Sección Bloque de cilindros de motor. Tomado del Manual de Taller Volkswagen Golf MKIII)

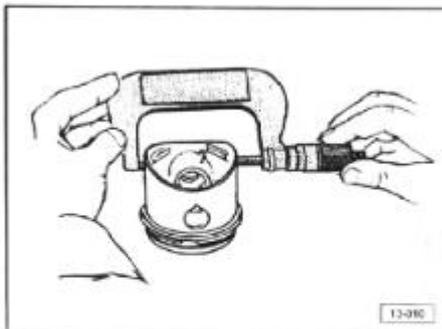
Cota de rectificadado (mm)	Ø muñón de bancada	Ø muñón de biela
Cota básica	54,00 -0,022 -0,042	47,80 -0,022 -0,042
I rectificadado	53,75 -0,022 -0,042	47,55 -0,022 -0,042
II rectificadado	53,50 -0,022 -0,042	47,30 -0,022 -0,042
III rectificadado	53,25 -0,022 -0,042	47,05 -0,022 -0,042

Juego axial del cigüeñal 0,07...0,17 mm.
 Limite de desgaste axial 0,25 mm.
 Juego radial del cigüeñal 0,02...0,06 mm.
 Limite de desgaste radial 0,17 mm.
 Juego axial máx. del árbol intermedio 0,25 mm.

Bielas

Juego axial de bielas 0,05...0,31 mm.
 Limite de desgaste 0,37 mm.
 Juego radial de bielas 0,01...0,06 mm.
 Limite de desgaste 0,12 mm.

Pistones

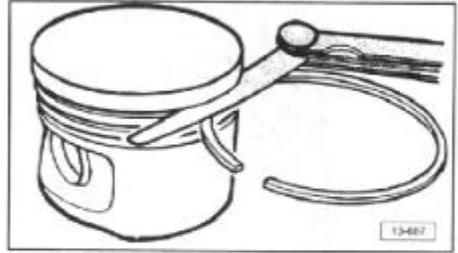


Medir con un micrómetro aplicado a unos 10 mm del borde inferior, a 90° con respecto al eje del bulón.
 Diferencias frente a la cota nominal: máx. 0,04 mm.

Introducir el segmento perpendicularmente por arriba hasta la abertura inferior del cilindro, a unos 15 mm del borde del cilindro.

Segmento	Nuevo	Límite de desgaste
Segmentos de compresión (mm)	0,20...0,40	1,0
Segmento rascador de aceite (mm)	0,25...0,50	1,0

Juego de altura de los segmentos.



Limpiar la garganta para el segmento antes de la comprobación.

Segmento	Nuevo	Límite de desgaste
Segmentos de compresión (mm)	0,02...0,05	0,15
Segmento rascador de aceite (mm)	0,02...0,05	0,15

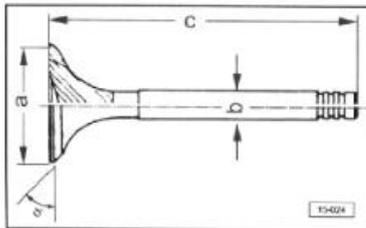
Decalado de los cortes de los segmentos....120°

ANEXO 2.

Medición de desgaste en cabezote o culata (Sección culata de motor Tomado del Manual de Taller Volkswagen Golf MKIII)

Deformación máx. admisible del plano de culata.....0,05 mm.

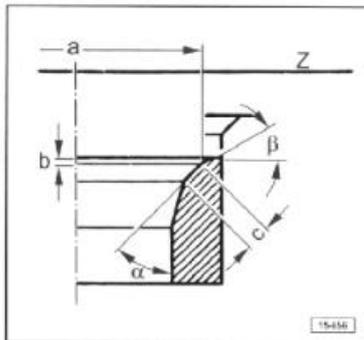
Válvulas



NOTA.- No está permitido reparar las válvulas, solamente se las puede asentar.

Cotas (mm)	Admisión		Escape	
	ABS	2E	ABS	2E
a	38,00	39,50	33,00	33,00
b	7,97	7,97	7,95	7,95
c	91,90-0,90	91,90-0,90	91,20-0,40	91,20-0,40
α	45°	45°	45°	45°

Asientos de válvulas



- a.- Diámetro asiento de válvula
- b.- Cota de repasado máximo admisible
- c.- Superficie aprox. del asiento
- z.- Borde inferior de la culata
- α.- Angulo de asiento de válvula
- β.- Angulo de corrección superior

Cota	Admisión	Escape
a	Motor ABS 37,2	32,4
b	Motor 2E 39,2	(*)
c	(*)	(*)
α	2,0	2,4
β	45°	45°
	30°	30°

(*) Ver cálculo de la cota de repaso máx. admisible en el apartado de "Rectificado de asientos de válvulas".

NOTA.- Los anillos de asiento de válvulas de escape, están dotados adicionalmente de un estrechamiento. Al repararlos debe observarse en todo caso que no se dañe el radio del estrechamiento.

Control de los taqués hidráulicos de taza

NOTAS:

- Sustitúyanse sólo completos los taqués de taza (no pueden ser ajustados ni reparados).
- La sonoridad irregular de las válvulas durante la puesta en marcha es un fenómeno normal.

Arrancar el motor y hacerlo marchar hasta que

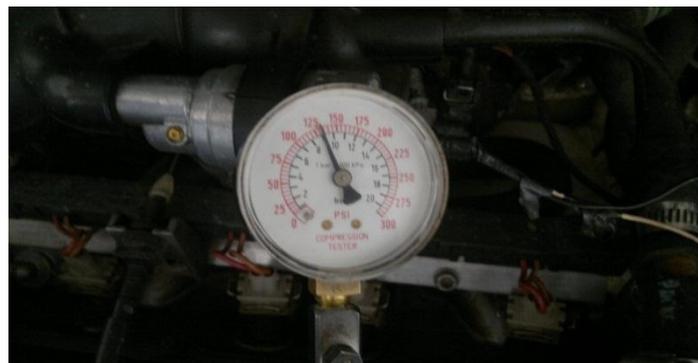
ANEXO 3.

Fotografías de mediciones.

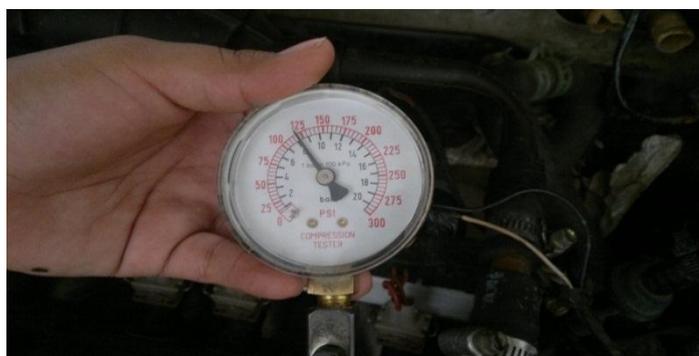
Mediciones de compresión de motor



Medidor para compresión de motor con acoples



Mediciones de compresión cilindros 1 y 3

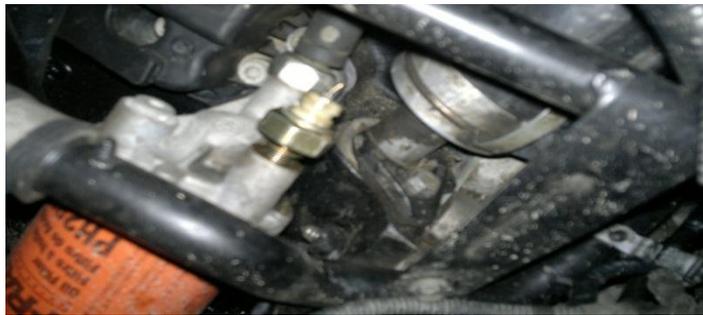


Medición de compresión cilindro 2



Medición compresión cilindro 4

Mediciones de presión de aceite



Desmontar trompo de presión de aceite



Acoplar manómetro de presión de aceite



Toma de lectura de presión de aceite



Condición ralentí con motor temperatura de trabajo normal

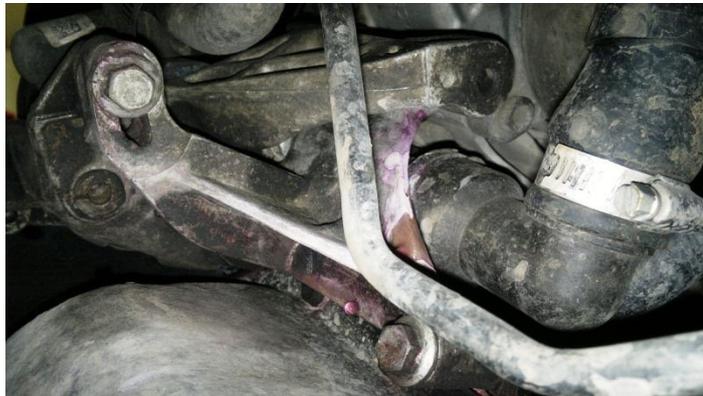
Verificación de fugas en sistema de refrigeración



Colocacion de instrumento tester para verificacion.



Se inyectan en sistema 10 psi.



Fuga detectada en el sistema.

ANEXO 4.

Fotografías de desmontaje de motor.



Desconexión de arnés.



Desmontaje de sistema de aire.



Ductos de sistema de aire de motor.



Transmisión.



Desmontaje de cabezote



Bloque de cilindros

ANEXO 5.

Fotografías de despiece de motor.



Despiece de cabezote



Despiece del embrague y volante de motor



Desmontaje de cilindros del bloque de motor.

ANEXO 6.

Fotografías de limpieza de partes de motor.



Limpieza de bloque de motor.



Limpieza de transmisión.



Limpieza de cigüeñal.



Limpieza de componentes de motor.



Componentes de motor limpios.

ANEXO 7.

Fotografías de mediciones de desgaste.



Medición de deformación de superficie de contacto del bloque de cilindros con cabezote.



Medición de deformación de cara de contacto del cabezote con bloque de cilindros



Medición de muñones de biela utilizando micrómetro



Medición de muñones de bancada del cigüeñal.



Medición de válvulas.

ANEXO 8.

Fotografías de armado de motor.



Montaje de pistón en biela.



Pistón armado.



Montaje de pistones en bloque de motor.



Ajuste de tapas de bancada en bloque de motor.



Armado de cabezote



Cambio de retenedor de aceite del cigüeñal.



Cabezote con cuerpo de admisión armado.



Bloque de motor



Ajuste respectivos de cabezote.



Montaje banda de distribución.



Montaje del motor en el vehículo.



Montaje de ejes de transmisión.



Colocación de bandas externas.



Conexión del arnés de conectores en inyectores.

ANEXO 9.

Fotografías de mediciones finales.



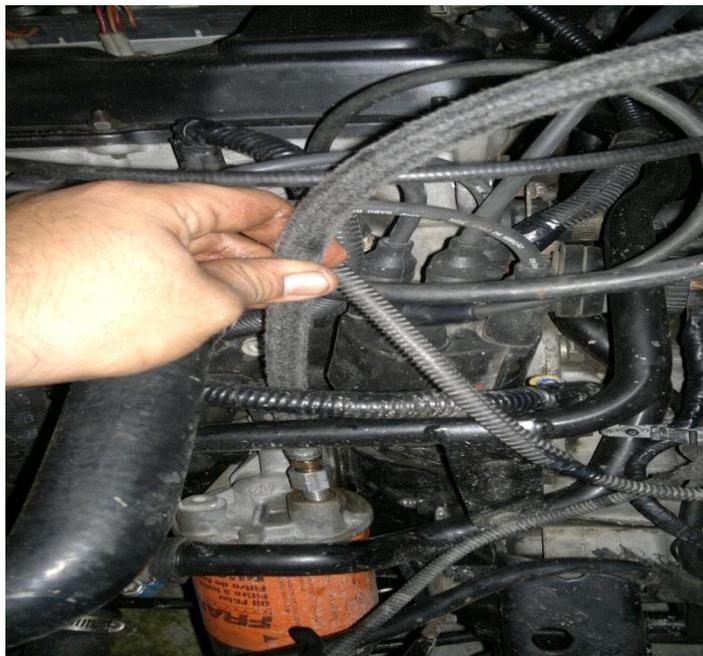
Colocación de instrumento para medición de compresión.



Medición de compresión de cilindros 1,2,4.



Medición de compresión cilindro 3.



Montaje de manómetro para medición de presión de aceite en sistema de lubricación



Medición de presión de aceite con temperatura normal y a 2000 rpm.



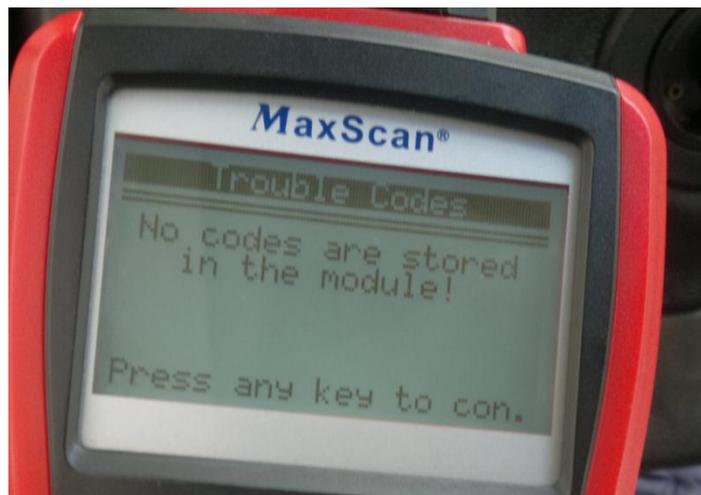
Revisión de fugas de sistema de refrigeración.



Conexión por medio de bus de datos para revisión de fallas en el ECU.



Lectura de códigos con el escáner.



Resultado de lectura de códigos.

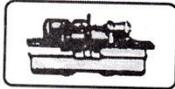
ANEXO 10.

Factura de rectificadora de motores.

“ TOVAR ”
De: *Fredy L. Tovar Rizo*
Barrio Garay Victor H. Briones 918 y Medardo
Angel Silva * Telfs.: 2367962 - 2375458
Guayaquil - Ecuador

R.U.C. 0908197627001
FACTURA
S 001 - 001 -
000005477
AUTORIZACIÓN S.R.I. # 1114159801
FECHA DE AUTORIZACION: 13/ENERO/2014

Rectificación de Cigüeñales, Cilindros de Block de Motores, Cepillada de Cabezotes, Mandrilada de Bancada de Block, Adaptación de Chapas de Bancadas y Bielas



Fecha: 13/03/2014 R.U.C. o.c.i.: 1103669915
 Cliente: MANUEL ALEJANDRO ROMERO Dirección: CARZOTA III H282V7
 Motor Marca: VW ADD15H19 Modelo: GOLF HANJATAH
 Serie: _____

Por las siguientes Reparaciones:

	Precio Unitario	TOTAL
Encamizar - Cilindros del Block _____ \$		
Rectificar - Cilindros del Block _____ X		40.00
Sacar e Instalar - Camisas en el Block _____		
Pulir - Camisas _____		
Alinear Bancada del Block _____		
Rectificar Cigüeñal _____ X		30.00
Rectificar Bancada (s) del Cigüeñal _____		
Rectificar Biela (s) del Cigüeñal _____		
Pulir Cigüeñal _____		
Calzar - Asientos de Válvulas de Cabezote _____		
Rectificar - Asientos de Válvulas de Cabezote _____		
Alinear Cabezote _____		
Cambiar - Guías de Válvulas del Cabezote y Rimar _____		
Calzar Guías de Válvulas de Cabezote _____		
Rectificar Válvulas _____		
Cepillar Cabezote _____		
Cepillar Mofle _____		
Cambiar Bocines de Barra de Levas _____ 7		8.00
Hacer Bocines de Barra de Levas _____		
Rectificar - Brazos de Bielas _____		
Cambiar - Bocines de Brazo de Bielas y Rimar _____ X		12.00
Cambiar - Bocines de Brazo de Biela _____		
Adaptar Chapas de Bancada _____		
Adaptar Chapa de Bielas _____		
Cambiar Pistones _____		
Acoplar Bancada - Biela del Motor _____ X		9.00
Confeccionar: _____		

NOTA: Se recomienda revisar minuciosamente cada una de las partes y piezas sueltas del motor que han sido rectificadas antes de armar el Motor, pues una vez que ha sido armado por el mecánico contratado por el dueño, el sera el único responsable de las pérdidas económicas por el mal acondicionamiento de su trabajo.

SON: CUARENTA DIES DOWREL COIK
BB/100


RECIBÍ CONFORME

SUB-TOTAL 12%	_____
SUB-TOTAL 0%	_____
DESCUENTO	_____
SUB-TOTAL S	99.00
I.V.A. 12%	11.88
VALOR TOTAL S	110.88

LOJA AGUIARI LORENA ELIZABETH C.R. R.U.C.: 0703780528001 • COD. S.R.I.: 6668 • 2 B. 100X2 # 000005401 - 000005400
 ORIGINAL: ADQUIRENTE - 1ra. COPIA: EMISOR
 FECHA DE CADUCIDAD: 13/ABRIL/2014