



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Título de trabajo de titulación:
Reparación de un motor Aveo 1600 CC.

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electrónica Automotriz.

Autores:

Alex Adrián Andrade Ortega
Jonnathan Alejandro Alarcón Espinoza

Director:

Ing. Diego Francisco Torres Moscoso

Cuenca – Ecuador

2024

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido la base sobre la que he construido mis sueños. Ustedes han sido mi mayor fortaleza, siempre brindándome aliento en los momentos difíciles y compartiendo conmigo la alegría de cada pequeño y gran logro. Su sacrificio, paciencia y confianza depositada en mí han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante, y sin su apoyo inquebrantable, este éxito no habría sido posible.

A mis hermanos, quienes han sido mis compañeros de vida en cada risa, desafío y aventura. Su confianza en mí y su aliento constante han sido una fuente de fortaleza cuando enfrentaba obstáculos. A través de nuestras vivencias compartidas, he aprendido el verdadero significado de la lealtad y el compañerismo. Este logro también es fruto de la unidad y el apoyo mutuo que hemos cultivado juntos.

A todos ustedes les agradezco y les dedico este esfuerzo con todo mi corazón, sabiendo que este resultado es el reflejo de su amor, apoyo y dedicación.

-Alex Adrián Andrade Ortega-

Este logro es el resultado del esfuerzo, la dedicación y el amor que he recibido de personas muy especiales en mi vida. En primer lugar, a mi madre, quien ha sido mi guía y mi mayor apoyo a lo largo de todo este recorrido. Ella me enseñó que con perseverancia y trabajo duro se puede alcanzar cualquier meta, y por eso le dedico este triunfo, que es tanto suyo como mío. A mis hermanos, por ser mi refugio, mi inspiración y mis compañeros en este camino.

Y, por supuesto, a Naldo Naspud, una persona muy importante en mi vida, quien me brindó una ayuda invaluable en este proceso. Su apoyo y sus consejos llegaron en los momentos en que más los necesitaba, y su fe en mí ha sido un pilar fundamental para alcanzar este logro, no hay palabras suficientes para expresar mi gratitud hacia él.

Gracias a todos ustedes, mi madre, mis hermanos y Naldo, por haberme dado las alas para volar y la seguridad de saber que siempre estarán allí para sostenerme, este triunfo no es solo mío ya que no podría haberlo logrado sin ustedes.

-Jonnathan Alejandro Alarcón Espinoza-

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento primeramente a Dios, cuya guía y amor incondicional han sido mi fortaleza en cada etapa de este viaje, su presencia constante me ha brindado claridad y confianza, ayudándome a superar los desafíos y alcanzar mis metas. A mi familia, les debo un agradecimiento profundo por su amor incondicional y su apoyo inquebrantable ya que sus sacrificios y dedicación han sido la base sobre la que he construido este éxito, y siempre han estado a mi lado con aliento y guía.

A mis profesores, mi más sincero agradecimiento por su enseñanza, paciencia y apoyo constante, su orientación y conocimiento han sido fundamentales para mi desarrollo académico y personal. Este trabajo es el resultado no solo de mi esfuerzo, sino también del amor, el apoyo y la sabiduría que cada uno de ustedes ha brindado, puesto que, sin su presencia y apoyo, este logro no habría sido posible.

-Alex Adrián Andrade Ortega-

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a quienes hicieron posible la culminación de este proyecto. A mi madre, por su apoyo incondicional y por haber sido una fuente de fortaleza inagotable. A mis hermanos, por su constante motivación y compañía a lo largo de este camino. A Naldo Naspud, cuya ayuda y presencia han sido cruciales para alcanzar este logro.

También agradezco a mis profesores, por haber compartido sus conocimientos y experiencias, guiándome durante toda mi formación académica.

-Jonnathan Alejandro Alarcón Espinoza-

Resumen

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre la reparación del motor Aveo 1600 cm³, con el objetivo de diagnosticar, comprobar y reparar el rendimiento y funcionalidad del motor. Se realiza una inspección visual y un diagnóstico inicial para identificar fallos en el motor, documentando el estado de cada componente. Luego, se procede al desmontaje de los componentes que conforman el motor, seguido por la selección y adquisición de repuestos adecuados, rectificación de componentes de ser necesario, y la instalación de nuevos componentes conforme a las especificaciones del fabricante. Finalmente, se lleva a cabo un proceso exhaustivo de ensamblaje y pruebas prácticas para evaluar el rendimiento y la funcionalidad del motor reparado. Al finalizar la reparación, los resultados de las pruebas fueron concluyentes: el motor recuperó los niveles de compresión adecuados en los cilindros, lo que se reflejó en una mejoría general en su rendimiento y eficiencia, lo cual permitió que el motor funcione adecuadamente. Este estudio no solo busca restaurar el motor a su estado operativo, sino también mejorar su rendimiento general, contribuyendo así al aprendizaje práctico en el ámbito de la tecnología automotriz.

Palabras clave: Reparación, diagnóstico, fallos, documentación, desmontaje, instalación, ensamblaje

Abstract

This work constitutes a technical report on the repair of the Aveo 1600 cm³ engine, with the objective of diagnosing, checking and repairing the performance and operability of the engine. A visual inspection and an initial diagnosis is performed to identify engine failures, documenting the condition of each component. Next, the engine components are disassembled, followed by the selection and acquisition of suitable spare parts, rectification of components if necessary, and installation of new components according to the manufacturer's specifications. Finally, an exhaustive assembly and practical testing process is carried out to evaluate the performance and functionality of the repaired engine. At the end of the repair, the test results were conclusive: the engine regained proper compression levels in the cylinders, which was reflected in an overall improvement in performance and efficiency, allowing the engine to function properly. This study not only seeks to restore the engine to its operational state, but also to improve its overall performance, thus contributing to practical learning in the field of automotive technology.

Keywords: Repair, diagnosis, failures, disassembly, installation, assembly

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	ii
Resumen	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos	3
3. Procedimiento.....	3
3.1 Diagnóstico inicial.	3
3.2 Consideraciones previas a la reparación del motor	6
3.3 Desmontaje de los elementos exteriores del motor.	6
3.4 Desmontaje de componentes internos.....	7
3.5 Comprobaciones y diagnóstico.....	12
3.5.1. Comprobación de Luz de puntas de los segmentos.....	12
3.5.2. Comprobación de planitud del bloque motor y culata.....	13
3.5.3. Comprobación de juego entre vástago y guía de válvula.....	14
3.5.4. Comprobación de alabeo de árbol de levas y cigüeñal.....	15
3.5.5. Comprobación del juego axial de cigüeñal y árbol de levas.....	16
3.5.6. Comprobación de los muelles de válvulas.....	17
3.5.7. Comprobación de la holgura del rin en el pistón.....	17
3.5.8. Resultados obtenidos.....	18
3.6 Armado del motor.....	19
3.6.1. Armado de los componentes principales.	19
3.6.2. Armado de los componentes secundarios.....	24
4. Resultados.....	26
5. Conclusiones.....	27
6. Lista de referencias	28

Índice de tablas

Tabla 1: Valores de compresión del motor Aveo 1600 cm ³	4
Tabla 2: Porcentaje de perdida en los cilindros.....	4
Tabla 3: Valores de luz de puntas de los segmentos.	13
Tabla 4: Valores obtenidos del juego entre vástago y guías.	15
Tabla 5: Valores de alabeo.	16
Tabla 6: Resultados del juego axial.....	16
Tabla 7: Componentes que fueron sustituidos.....	18

Índice de figuras

Figura 1: Medición de compresión en los cilindros	3
Figura 2: Medición de fugas de los cilindros	4
Figura 3: Bujías	5
Figura 4: Bomba de combustible	5
Figura 5: Banda de accesorios.....	5
Figura 6: Motor sometido a procedimiento.....	5
Figura 7: Conexión del CKP	6
Figura 8: Conexión del motor de arranque.....	6
Figura 9: Conexión del alternador.....	6
Figura 10: Tapa de las válvulas desmontada.....	7
Figura 11: Protector de la banda de distribución.....	7
Figura 12: Puesta a punto del motor.....	8
Figura 13: Técnica de caracol	8
Figura 14: Bloque sin culata.....	9
Figura 15: Bloque motor con componentes externos.....	9
Figura 16: Bomba de agua y bomba de aceite	9
Figura 17: Bases del bloque motor.....	10
Figura 18: Parte inferior del bloque motor.....	10
Figura 19: Bloque motor sin cernidera de aceite.....	11
Figura 20: Pistones extraídos	11
Figura 21: Marca en la biela y el sombrerete	11
Figura 22: Sombreretes de bancada	12
Figura 23: Luz de puntas.....	12
Figura 24: Medición de la planitud del bloque motor y la culata	13
Figura 25: Superficie de la culata.....	14
Figura 26: Superficie de la admisión.	14
Figura 27: Superficie del bloque motor	14
Figura 28: Comprobación del juego entre vástago y guía.....	14
Figura 29: Alabeo de árbol de levas.....	15
Figura 30: Alabeo del cigüeñal.	15
Figura 31: Comprobación de juego axial	16
Figura 32: Medición de muelles de válvulas.....	17
Figura 33: Rin en el pistón	17

Figura 34: Rectificación de los cilindros.....	18
Figura 35: Limpieza de componentes	19
Figura 36: Culata con el múltiple de admisión	19
Figura 37: Colocación de rines o segmentos en el pistón	20
Figura 38: Colocación y apriete de bancadas del cigüeñal	20
Figura 39: ¾ de motor armado.....	21
Figura 40: Prueba con el plasticgauge.....	21
Figura 41: Bloque motor con la bomba de aceite y de agua.	21
Figura 42: Colocación del Cárter.	22
Figura 43: Torque correspondiente en los pernos de la culata.....	22
Figura 44: Técnica de Caracol	22
Figura 45: Armado de los árboles de levas	23
Figura 46: Puesta a punto	23
Figura 47: Motor con sus respectivas tapas.	23
Figura 48: Colocación del volante motor.....	24
Figura 49: Colocación de la bobina	24
Figura 50: Colocación de las poleas.....	24
Figura 51: Armado del motor de arranque	25
Figura 52: Colocación de las bases	25
Figura 53: Colocación del alternador	25
Figura 54: Montaje de mangueras y cables.....	25

1. Introducción

El motor de combustión interna es el componente central en la mayoría de los vehículos modernos, siendo el encargado de transformar la energía química del combustible en energía mecánica que impulsa el movimiento del automóvil. El rendimiento eficiente de un motor no solo es crucial para asegurar la movilidad, sino también para optimizar el consumo de combustible, reducir las emisiones contaminantes y garantizar la seguridad en la conducción. Dentro de este contexto, el motor de 1600 cm³, utilizado en el Chevrolet Aveo se ha convertido en una opción popular debido a su equilibrio entre potencia, durabilidad y economía de combustible. Este motor, diseñado bajo los principios del ciclo Otto, es conocido por su confiabilidad y simplicidad, lo que lo hace una opción común en vehículos compactos y de gama media.

Sin embargo, como ocurre con cualquier maquinaria compleja, el motor Aveo 1600 cm³ también enfrenta el desafío del desgaste y el deterioro debido al uso continuo. A lo largo del tiempo, los componentes internos del motor, como pistones, válvulas, y juntas, pueden sufrir daños o desgaste que afecten su funcionamiento óptimo. Estas fallas pueden deberse a una amplia variedad de factores, que van desde problemas en el sistema de encendido o el sistema de inyección de combustible, hasta fallas en los sistemas de lubricación y refrigeración. Por esta razón, el mantenimiento preventivo y correctivo son fundamentales para prolongar la vida útil del motor y mantener el vehículo en buenas condiciones operativas.

El objetivo de este trabajo de tesis es profundizar en el proceso de reparación del motor Aveo 1600 cm³, examinando sus componentes principales, los métodos utilizados para diagnosticar fallas, y las técnicas más efectivas para su reparación. Este enfoque integral no solo busca restaurar el motor a su estado óptimo, sino también ofrecer una comprensión adecuada que aseguran su correcto funcionamiento.

El motor Aveo 1600 cm³ opera bajo el ciclo Otto, un tipo de motor de combustión interna que se ha utilizado ampliamente en vehículos a gasolina debido a su eficiencia y facilidad de diseño. Este ciclo de cuatro tiempos incluye las etapas de admisión, compresión, combustión y escape, las cuales son esenciales para la generación de energía mecánica que mueve el vehículo. Durante la fase de admisión, el cilindro se llena con una mezcla de aire y combustible. A continuación, en la fase de compresión, esta mezcla es

comprimida por el pistón, elevando su presión y temperatura. Luego, una chispa generada por la bujía enciende la mezcla, liberando energía y empujando el pistón hacia abajo, lo que genera la potencia necesaria para mover el vehículo. Finalmente, los gases de combustión son expulsados del cilindro durante la fase de escape, completando el ciclo y preparando al motor para la siguiente admisión.

Comprender a fondo el ciclo Otto es crucial para diagnosticar y reparar el motor Aveo 1600 cm³, ya que cualquier alteración en estas etapas puede afectar gravemente su rendimiento. Por ejemplo, una mezcla incorrecta de aire y combustible puede provocar una combustión incompleta, causando pérdida de potencia y mayor consumo de combustible, por otro lado, un problema en la fase de compresión, como el desgaste de los anillos de pistón o válvulas mal ajustadas, puede llevar a una reducción significativa de la eficiencia del motor y aumentar las emisiones contaminantes.

Entre las herramientas utilizadas para el diagnóstico se incluyen pruebas manuales tradicionales, como la medición de la compresión del cilindro, la medición de fugas y una inspección visual de componentes. Una vez que se identifican los problemas específicos, se aplican técnicas de reparación. Estas técnicas pueden ser el ajuste o cambio de válvulas, el rectificado de cilindros, y la sustitución de piezas desgastadas como bujías o juntas de culata, entre otros componentes que forman parte de este.

En resumen, la reparación del motor Aveo 1600cm³ no solo implica restaurar su capacidad de funcionamiento, sino también comprender los fundamentos mecánicos que lo hacen operar de manera eficiente. Este enfoque integral permite no solo alargar la vida útil del motor, sino también mejorar su rendimiento y reducir el nivel de emisiones de gases de escape.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Reparar el motor Aveo 1600 cm³.

2.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar los componentes del motor Aveo 1600 cm³.
- Reparar los componentes del motor Aveo 1600 cm³.
- Comprobar el rendimiento y funcionalidad del motor mediante pruebas prácticas, teniendo en cuenta que el motor tenga una correcta puesta a punto.

3. Procedimiento

3.1 Diagnóstico inicial.

Para el proceso de reparación del motor Aveo 1.6, fue necesario realizar una revisión visual de los componentes externos, para lo cual se utilizaron diversas herramientas tanto convencionales como de diagnóstico, que ayudan al desmontaje de algunos componentes para permitir evaluar el funcionamiento del motor, con ayuda de un manómetro para diagnosticar el estado interno del motor evaluando la compresión de cada uno de los cilindros como se muestra en la figura 1, y los valores recomendados por el fabricante junto a los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1.

Figura 1: Medición de compresión en los cilindros



Tabla 1: Valores de compresión del motor Aveo 1600 cm³.

Número de cilindro	Valores obtenidos	Valor de fabricante
Cilindro 1	110 psi	160 psi – 190 psi
Cilindro 2	100 psi	160 psi – 190 psi
Cilindro 3	115 psi	160 psi – 190 psi
Cilindro 4	95 psi	160 psi – 190 psi

Fuente: Compresión de un motor Aveo 1600 cm³. (S/f-a). Opinautos.com. Recuperado el 19 de septiembre de 2024, de https://manuals.opinautos.com/published/Chevrolet-Aveo_2006_ES_manual_de_taller_12aafe6de5.pdf

Se comprueba la estanquidad de cada uno de los cilindros, con la ayuda de un medidor de fugas de cilindros como se muestra en la figura 2 y los valores obtenidos en porcentaje de pérdida en la tabla 2.

Figura 2: Medición de fugas de los cilindros



Tabla 2: Porcentaje de pérdida en los cilindros

Número de Cilindros	Fuga de cilindros
Cilindro 1	15 %
Cilindro 2	25%
Cilindro 3	10%
Cilindro 4	35%

Se evalúa el estado de las bujías, estado de la banda de accesorios, mangueras, estado de la bomba de combustible y otros elementos del motor como se muestra en la figura 3,

figura 4 y figura 5, cabe mencionar que esta evaluación nos permitió detectar posibles fallas que afectan en el rendimiento optimo del motor.

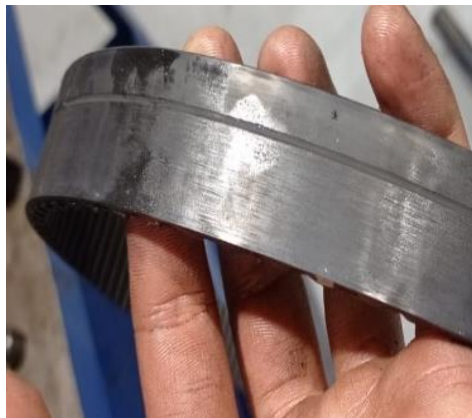
Figura 3: Bujías



Figura 4: Bomba de combustible



Figura 5: Banda de accesorios



Una vez realizada las pruebas de diagnóstico del motor Aveo 1600 cm³, se procede con el desmontaje y limpieza de los componentes del mismo.

Figura 6: Motor sometido a procedimiento



3.2 Consideraciones previas a la reparación del motor

Antes de proceder con la reparación del motor, es importante tener en cuenta varios factores clave que pueden indicar problemas graves en el funcionamiento. Entre estos, se destacan la pérdida de potencia del motor, el consumo excesivo de aceite, la presencia de fugas internas en los cilindros, una disminución en la presión de compresión, y la emisión de humo azul por el tubo de escape, lo que generalmente indica un desgaste en los anillos o sellos de válvulas. Estos síntomas sugieren la necesidad de una intervención mecánica profunda para restaurar el rendimiento del motor.

3.3 Desmontaje de los elementos exteriores del motor.

Una vez realizado un análisis exhaustivo para saber el estado del motor, se procede a desmontar cada uno de los componentes, para lo cual se retira el cableado de las bujías, los conectores de los inyectores, y las conexiones del motor de arranque, alternador, conexiones a tierra, así como también cada una de las conexiones de los sensores IAT, CMP, KS, CKP, MAP, entre otros, para poder retirar el arnés y desmontar cada uno de los componentes tal como se muestra en la figura 7, figura 8 y figura 9.

Figura 7: Conexión del CKP



Figura 8: Conexión del motor de arranque



Figura 9: Conexión del alternador



3.4 Desmontaje de componentes internos.

Una vez retirado el cableado de la parte superior del motor, se procede a retirar la tapa de las válvulas, como se observa en la figura 10.

Figura 10: Tapa de las válvulas desmontada



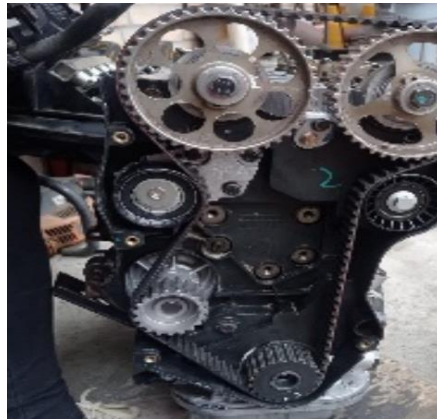
Una vez retirado la tapa de las válvulas, continuamos con el despiece del motor y se retira las mangueras y cañerías, también retiramos el protector del frente para tener acceso a la distribución como se muestra en la figura 11.

Figura 11: Protector de la banda de distribución



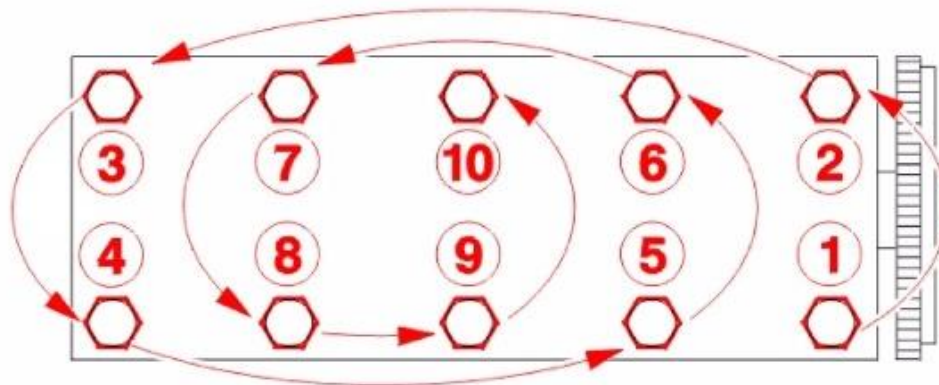
Una vez desmontado el protector de la banda, colocamos en una correcta puesta a punto el motor, es decir con el primer cilindro en fase de compresión y el cuarto en traslapo haciendo coincidir las marcas de cada una de las poleas, tanto de los árboles de levas y el cigüeñal como se muestra en la figura 12, y procedemos a retirar la banda de distribución.

Figura 12: Puesta a punto del motor



Se desmonta la culata, para lo cual es necesario aflojar los pernos que unen a la culata con el bloque motor, cabe mencionar que este procedimiento debe realizarse de la manera correcta, es decir en este caso se utilizó la técnica conocida como caracol que consta en aflojar los pernos de afuera hacia adentro como se muestra en la figura 13, para así evitar torceduras, posteriormente levantamos cuidadosamente la culata como se muestra en la figura 14.

Figura 13: Técnica de caracol



Fuente: Técnica de caracol. (s/f). 07 desmontaje culata. SlideShare. Recuperado el 27 de septiembre de 2024, de <https://es.slideshare.net/nicolascalado/07desmontaje-culata>

Figura 14: Bloque sin culata



Se retiran los componentes externos como el alternador, motor de arranque, mangueras conexiones eléctricas los cuales no pertenecen al bloque motor como se muestra en la figura 15. Estos sistemas y elementos son esenciales para el funcionamiento del vehículo por lo que se debe desconectar cuidadosamente.

Figura 15: Bloque motor con componentes externos



Una vez que se hayan retirado estos componentes, retiramos los elementos que van sujetos en la parte frontal del bloque motor, como se muestra en la figura 16, la cual indica la bomba de aceite y la bomba de agua del motor mencionado.

Figura 16: Bomba de agua y bomba de aceite



Una vez que se hayan retirado todos los componentes que van sujetos al bloque motor se procede a desmontar las bases que sostienen al bloque contra el chasis como se muestra en la figura 17.

Figura 17: Bases del bloque motor



Con el bloque motor ya desmontado del chasis, el siguiente paso es retirar el cárter, el cual está ubicado en la parte inferior del bloque motor, el cual es el encargado de contener el aceite. Al desmontar el cárter, se obtiene acceso directo al cigüeñal y a los brazos de biela, como se indica en la figura 18. Es necesario recalcar que este procedimiento es fundamental para trabajos de mantenimiento profundo o reparación de los componentes internos del motor.

Figura 18: Parte inferior del bloque motor



Luego de retirar el cárter, lo siguiente a desmontar es el colador de aceite con el objetivo de tener acceso a las bielas y bancadas como se muestra en la figura 19.

Figura 19: Bloque motor sin colador de aceite



Una vez que se tenga acceso se procede a desmontar cada una de las bielas para que se pueda extraer los pistones como se muestra en la figura 20. Después de quitar todos los pistones, se verifican las marcas en los brazos de biela y sus sombreretes para asegurar que se mantenga el orden correcto durante el ensamblaje. Si no hay marcas visibles, como en este caso, se numeran manualmente del 1 al 4 según corresponda tal y como se muestra en la figura 21.

Figura 20: Pistones extraídos



Figura 21: Marca en la biela y el sombrerete



Una vez retirados cada una de las bielas, procedemos a retirar cada uno de los sombreretes de bancada verificando que cada uno tenga su marca según corresponda, como se muestra en la figura 22, una vez retirados estos sombreretes el cigüeñal queda completamente libre y se lo pueda desmontar con facilidad sin embargo hay que hacerlo cuidadosamente.

Figura 22: Sombreretes de bancada

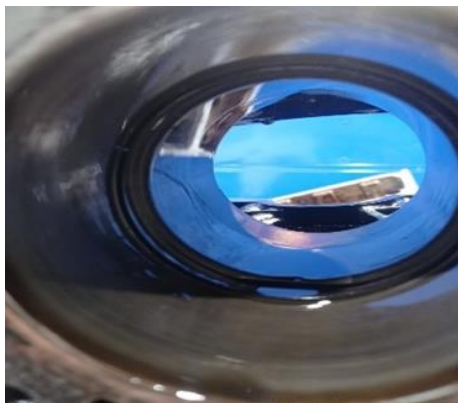


3.5 Comprobaciones y diagnóstico.

3.5.1. Comprobación de Luz de puntas de los segmentos

Se retiran los rines de cada pistón para luego medir la luz de puntas colocados en cada uno de los cilindros según corresponda como se muestra en la figura 23, esta medición es esencial para comprobar el desgaste que presenta el motor actualmente, además de dar un indicio al porqué de la pérdida de compresión, al elevado porcentaje de pérdida en la prueba de fugas y finalmente al elevado consumo de aceite que tenía el motor Aveo 1600 cm³.

Figura 23: Luz de puntas



Realizamos un cálculo teniendo en cuenta la regla de que por cada 25 mm de diámetro del pistón tendremos 0.076 mm de luz de puntas de los rines tal, los datos obtenidos se muestran en la tabla 3.

Cabe mencionar que se ha toma en cuenta que el valor estándar del motor Aveo 1600 cm³ es de 78.5 mm.

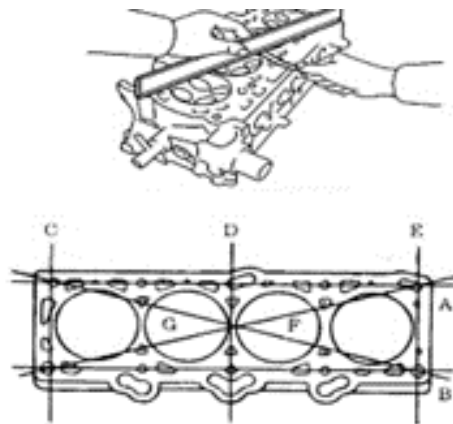
Tabla 3: Valores de luz de puntas de los segmentos.

N.º DE CILINDRO	VALOR PREVIO A LA REPARACION	VALOR CON EL MOTOR REPARADO
CILINDRO 1	0.26 mm	0.24mm
CILINDRO 2	0.28 mm	
CILINDRO 3	0.25mm	
CILINDRO 4	0.30 mm	

3.5.2. Comprobación de planitud del bloque motor y culata.

Para realizar esta comprobación se debe tomar en cuenta que la superficie medida no debe sobrepasar los 0.05 mm de torcedura, una vez dicho esto se procede a medir en diferentes lados y de diferentes ángulos los componentes mencionados como se muestra en la figura 24.

Figura 24: Medición de la planitud del bloque motor y la culata



Fuente: Planicidad de la superficie. (s/f). Reparación de la culata del motor. Aubito.ru. Recuperado el 20 de octubre de 2024, de <https://aubito.ru/es/motores/reparacion-de-la-culata-del-motor-k4m>

Este proceso se realiza en la superficie de unión entre la culata y el bloque motor, es por ello que la máxima torcedura que puede tener es 0.05 mm, ya que el empaque dependiendo del material que sea hecho, es lo máximo que puede compensar para que de esta manera se pueda sellar correctamente esta unión y así se eviten fugas, cabe mencionar

que esta comprobación de la hace también en la superficie que hace contacto con el múltiple de admisión tal y como se muestra en la figura 25, figura 26 y figura 27.

Figura 25: Superficie de la culata.



Figura 26: Superficie de la admisión.



Figura 27: Superficie del bloque motor



3.5.3. Comprobación de juego entre vástago y guía de válvula.

Con la ayuda de un reloj comparador se verifica el juego existente entre la válvula y su guía tal y como se muestra en la figura 28, cabe mencionar que este juego debe tener una tolerancia dependiendo si son las del lado de escape o las del lado de admisión, los resultados obtenidos de esta medición con sus respectivas tolerancias se muestran en la tabla 4.

Figura 28: Comprobación del juego entre vástago y guía.



Tabla 4: Valores obtenidos del juego entre vástago y guías.

Cilindro	#1		#2		#3		#4	
Admisión	0.15mm	0.20mm	0.21mm	0.18mm	0.26mm	0.20mm	0.18mm	0.20mm
Escape	0.25mm	0.30mm	0.50mm	0.35mm	0.27mm	0.25mm	0.08mm	0.10mm
Valor máx.	ADMISION: 0.05 - 0.07mm				ESCAPE: 0.07 - 0.10mm			

3.5.4. Comprobación de alabeo de árbol de levas y cigüeñal.

Esta comprobación se realiza en un torno, con la ayuda de un reloj comparador el cual nos ayuda a verificar la variación que existe al momento de girar el cigüeñal o árbol de levas como se muestra en la figura 29 y la figura 30, y en la tabla 5 los resultados.

Figura 29: Alabeo de árbol de levas.



Figura 30: Alabeo del cigüeñal.



Tabla 5: Valores de alabeo.

VALORES ENCONTRADOS	
Árbol de levas de admisión	0.12 mm
Árbol de levas de escape	0.12 mm
Cigüeñal	0.03 mm
Valores máximos	Cigüeñal = 0.05mm Árbol de levas = 0.1-0.2mm

3.5.5. Comprobación del juego axial de cigüeñal y árbol de levas.

Para realizar esta comprobación se necesita un reloj comparador, el cual se coloca la punta del cigüeñal y lo empujamos hacia adelante y atrás para ver la variación que nos da como resultado, así como se muestra en la figura 31 y los valores en la tabla 6.

Figura 31: Comprobación de juego axial



Tabla 6: Resultados del juego axial.

Árbol de levas (admisión)	0.08 mm
Árbol de levas (escape)	0.09 mm
Valores máximos	0.05 - 0.10 mm
Cigüeñal	0.10 mm
Valores máximos	0.08 - 0.20 mm

3.5.6. Comprobación de los muelles de válvulas.

Esta comprobación se realiza con ayuda de un calibrador pie de rey y consiste en medir la altura de cada uno de los muelles como se muestra en la figura 3, la variación en los valores no debe sobrepasar de 1 o 2 mm como máximo.

Figura 32: Medición de muelles de válvulas.



3.5.7. Comprobación de la holgura del rin en el pistón

Con ayuda de un gauge medimos el juego u holgura del rin en el pistón el cual nos debe dar un valor entre 0.03 a 0.05 mm como se muestra en la figura 33.

Figura 33: Rin en el pistón



Una vez realizadas estas pruebas se procede a realizar una última comprobación la cual es realizar una inspección en los cilindros del bloque motor con el objetivo de verificar si es necesario la rectificación de estos, al verificar claramente se va observar una deformidad en el cilindro a un costado de este, si hay esta deformidad quiere decir que existe conicidad u ovalización en el cilindro debido al desgaste que se da a lo largo del

tiempo debido a su funcionamiento, cabe mencionar que para tener una medida exacta de este desgaste se usa el alexómetro, sin embargo este desgaste por lo general lo miden en las rectificadoras para saber cuál es la nueva medida a la que saldrá el cilindro una vez rectificado o si es necesario enfundar los cilindros, una vez que hayan obtenido todo esto la rectificadora procede a la rectificación de cada uno de los cilindros a la nueva medida tal y como se muestra en la figura 34.

Figura 34: Rectificación de los cilindros



3.5.8. Resultados obtenidos.

Al finalizar las comprobaciones se sustituyeron piezas y se rectificaron superficies, los valores se muestran en la tabla 7.

Tabla 7: Componentes que fueron sustituidos.

Conjunto de la culata.	Se sustituyó válvulas, guías y sellos.
Conjunto del bloque motor	Se rectificaron los cilindros y por ende se sustituyeron los pistones a 0.50 mm y sus respectivos rines, adicional a esto se rectificó la biela y bancada del cigüeñal, mismo que quedó a 0.25 mm, reemplazando por consiguiente los cojinetes.
Componentes adicionales	Se reemplazó la bomba de agua, bomba de aceite, juego de empaques, kit de distribución, sensor IAT y cañerías en general, filtro de aceite y aceite.

3.6 Armado del motor

Lo primero que se realizó para iniciar con el armado del motor es la limpieza de cada uno de los componentes como se muestra en la figura 35, para luego proceder a montarlos donde corresponden respectivamente.

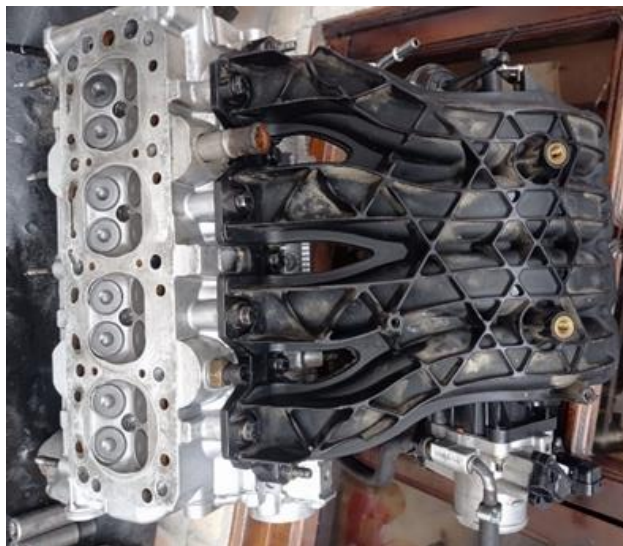
3.6.1. Armado de los componentes principales.

Figura 35: Limpieza de componentes



Una vez lavados los componentes procedemos a colocar el múltiple de admisión a la culata como se muestra en la figura 36.

Figura 36: Culata con el múltiple de admisión



Una vez lavada y armada cada una de las bielas con su respectivo pistón se procede a armar los rines o segmentos, cada uno en su posición y orden respectivo como se muestra en la figura 37 para luego proceder a montarlo en el bloque motor.

Figura 37: Colocación de rines o segmentos en el pistón



Antes de proceder al armado de los pistones sobre el bloque motor procedemos al armado del cigüeñal sobre los cojinetes de bancada contra el bloque motor y los ajustamos correctamente con su torque adecuado como se indica en la figura 38.

Figura 38: Colocación y apriete de bancadas del cigüeñal

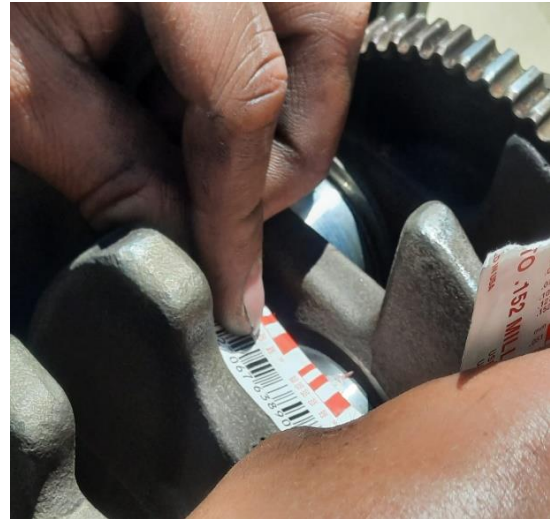


Una vez finalizado el proceso anterior, se procedió a armar lo que se conoce como $\frac{3}{4}$ de motor, son todos los componentes que van sujetados con el cigüeñal y sobre el bloque que motor, como se indica en la figura 39, para luego ajustarlo al torque adecuado, sin embargo, antes de ajustarlo se realiza la prueba con el plasticgauge para saber si la película de aceite es la adecuada, esto aplicando el torque correcto tanto en las bancadas como en las bielas del cigüeñal como se muestra en la figura 40, el cual quedo con una medida de aceite de 0.076 mm, que equivale a (0,003 pulg).

Figura 39: ¾ de motor armado.



Figura 40: Prueba con el plasticgauge.



Luego de continua de los componentes externos del motor como son la colocación de la bomba de agua, de aceite, el colador y el cárter con sus respectivos empaques y en algunos casos con silicona para poder continuar con el armado de los demás componentes como se muestra en la figura 41 y figura 42.

Figura 41: Bloque motor con la bomba de aceite y de agua.

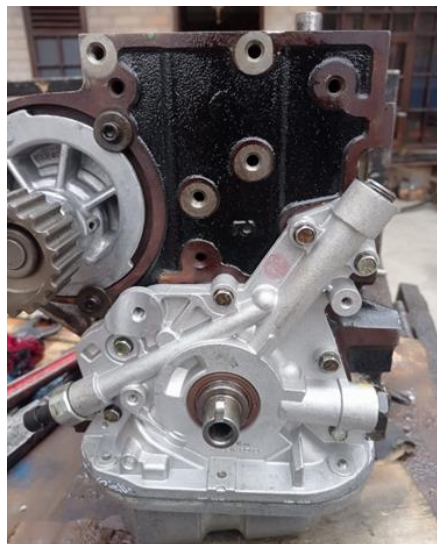


Figura 42: Colocación del Cárter.



Para asentar la culata observamos que las guías se encuentren en su lugar, en este caso se utilizó pega india para el empaque, lo asentamos suavemente, colocamos sus respectivos pernos y le damos el torque especificado por el fabricante se muestra en la figura 43, sin embargo, hay que tener en cuenta que al momento de realizar el apriete se lo debe realizar con la técnica de caracol empezando desde adentro hacia afuera como se muestra en la figura 44.

Figura 43: Torque correspondiente en los pernos de la culata

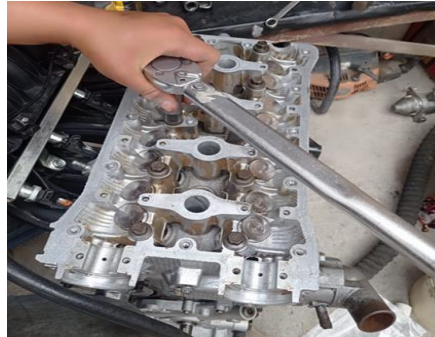
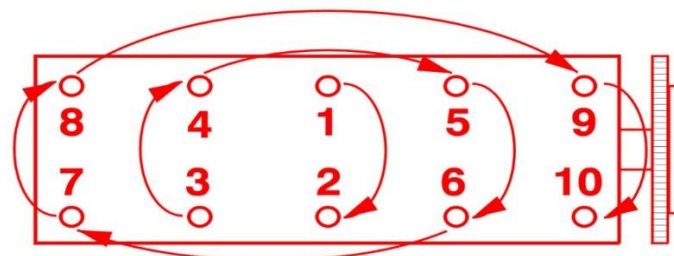


Figura 44: Técnica de Caracol



Fuente: Técnica de caracol. (s/f). Nitro.pe. Recuperado el 25 de octubre de 2024, de <https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/de-que-forma-se-ajusta-una-culata.html>.

Una vez colocado la culata procedemos a colocar los arboles de levas cada uno con su respectivo reten y procedemos a ajustarlo al toque determinado como se muestra en la figura 45, una vez realizado esto se debe proceder al armado de los piñones en los que rueda la banda de la distribución, teniendo en cuenta el apriete correcto con el objetivo de continuar con el montaje de esta banda de distribución tomando en cuenta que el motor tenga una correcta puesta a punto como se muestra en la figura 46.

Figura 45: Armado de los árboles de levas



Figura 46: Puesta a punto



Una vez terminado este proceso de proceder a colocar las tapas del motor, es decir colocar la tapa de las válvulas, la tapa que protege la banda de distribución como se muestra en la figura 47.

Figura 47: Motor con sus respectivas tapas.



Luego se pasa a la colocación de los elementos posteriores del motor, como son el retén del cigüeñal y el volante motor ajustados a un torque determinado, como se muestra en la figura 48.

Figura 48: Colocación del volante motor



3.6.2. Armado de los componentes secundarios.

Una vez que hemos completado el armado de los componentes principales del motor, se procede al armado de los componentes secundarios que igual desenvuelven una importante función para el correcto funcionamiento del motor Aveo 1600 cm³, entre estos componentes podemos mencionar el motor de arranque, alternador, entre otros, tal y como se muestran en las figuras 49, 50, 51, 52, 53 y 54.

Figura 49: Colocación de la bobina

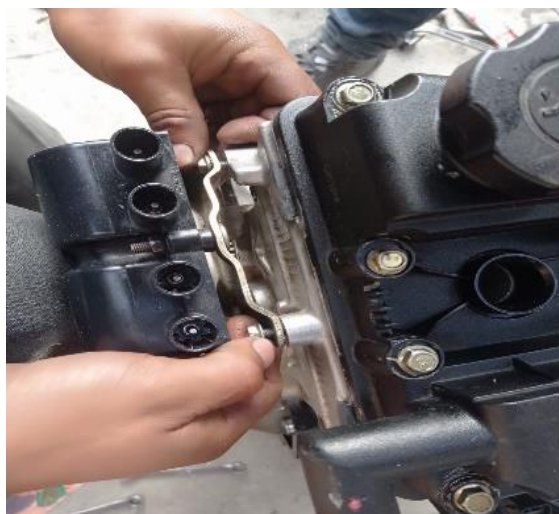


Figura 50: Colocación de las poleas



Figura 51: Armado del motor de arranque



Figura 52: Colocación de las bases



Figura 53: Colocación del alternador



Figura 54: Montaje de mangueras y cables



4. Resultados

Una vez culminado el proceso de reparación del motor Aveo 1600 cm³, se lograron avances notables en su restauración y funcionamiento óptimo. Desde el inicio, las pruebas de diagnóstico revelaron problemas cruciales, como la pérdida de compresión en los cilindros y el desgaste en componentes esenciales, estos primeros hallazgos permitieron orientar de manera precisa cada etapa del trabajo, desde el desmontaje cuidadoso hasta el ajuste y la sustitución de piezas críticas, entre ellas pistones, anillos, válvulas, etc., también se prestó especial atención al ajuste preciso del cigüeñal y de otros elementos básicos para asegurar un ensamblaje correcto y alineado.

El proceso de reparación incluyó una revisión completa del sistema para garantizar que todas las piezas nuevas y reparadas trabajaran de forma correcta, durante el ensamblaje, se aplicaron ajustes detallados y calibraciones específicas, conforme a las recomendaciones del fabricante, para asegurar un funcionamiento óptimo.

Al finalizar la reparación, los resultados de las pruebas fueron concluyentes: el motor recuperó los niveles de compresión adecuados en los cilindros, lo que se reflejó en una mejoría general en su rendimiento y eficiencia, lo cual permitió que el motor funcione adecuadamente.

Los resultados obtenidos evidencian la eficacia del enfoque detallado y meticuloso aplicado en la reparación, que además de restablecer la funcionalidad del motor, proporciona un modelo práctico y educativo de aprendizaje, esta experiencia reafirma la importancia de contar con un plan de mantenimiento integral que incluya diagnósticos precisos y ajustes calibrados, respaldando el desarrollo de habilidades técnicas fundamentales para el mantenimiento y mejora de sistemas mecánicos en tecnología automotriz.

5. Conclusiones

Una vez realizado todas las pruebas y verificaciones necesarias para saber el estado en el que se encontraba el motor Aveo 1600 cm³, se llegó a la conclusión de que algunos de los componentes se encontraban en mal estado, como son los rines, los cilindros, las guías de válvulas, entre otras, lo cual afectaba significativamente el funcionamiento correcto del motor, por lo que, se realizó la reparación con el objetivo de corregir esos daños internos del motor, el primer paso que se realizó es el proceso de desarmado, mediante el cual se fueron encontrando más daños en el motor conforme se observó los elementos, sin embargo una vez culminado el proceso de desarmado del motor, se comenzó con el proceso de verificación de sus componentes, cuyo objetivo es obtener resultados más técnicos a través de medidas o tolerancias específicas de cada uno de los componentes, dándonos un resultado más preciso sobre cuáles son los componentes a sustituir o reparar, una vez finalizado este proceso y disponiendo de los componentes del motor, tanto nuevos como reparados, se procedió al armado del motor con su respectivo par de apriete brindado por el fabricante, finalmente se procedió a realizar una prueba de funcionamiento con el objetivo de verificar que el motor se encuentre en estado óptimo para su funcionamiento correcto, asegurándose a la vez que el motor no tenga fugas de aceite ni líquido refrigerante.

La implementación de los conocimientos adquiridos a lo largo de este estudio proporciona a los profesionales las herramientas necesarias para diagnosticar y reparar motores de manera eficiente, mejorando su rendimiento y durabilidad.

Además, este trabajo proporciona un conocimiento base para los procedimientos avanzados de mantenimiento y reparación de motores, proporcionando una base sólida para la mejora continua de los vehículos y la industria automotriz en general y ayudando a garantizar que los motores sigan siendo confiables, eficientes y seguros a medida que la tecnología automotriz continúa avanzando.

6. Lista de referencias

CATÁLOGO DE PRODUCTO. Com.co. Recuperado el 8 de julio de 2024, de <https://www.fraco.com.co/images/QR/FS1640046.pdf>

Desmontaje culata. SlideShare. Recuperado el 7 de noviembre de 2024, de <https://es.slideshare.net/nicolascalado/07desmontaje-culata>

Edu.ec. Recuperado el 8 de julio de 2024, de <https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29503/1/Tesina%20de%20Graduacion%20-%20PROTMEC.pdf>

Escuelas, P. B. Y. (s/f). Ajuste y reparación de motores a. Electronicayservicio.com. Recuperado el 8 de julio de 2024, de <https://www.electronicayservicio.com/Modules/melbastudioCommerce/Main/Src/Catalog/Items/4003.pdf>

Nitro.pe. Recuperado el 7 de noviembre de 2024, de <https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/de-que-forma-se-ajusta-una-culata.html>.

Opinautos.com. Recuperado el 8 de julio de 2024, de https://manuals.opinautos.com/published/Chevrolet-Aveo_2006_ES__manual_de_taller_12aafe6de5.pdf

Reparación de la culata del motor K4M. Aubito.ru. Recuperado el 7 de noviembre de 2024, de <https://aubito.ru/es/motores/repuracion-de-la-culata-del-motor-k4m>

Todomecanica.com. Recuperado el 8 de julio de 2024, de https://www.todomecanica.com/component/k2/download/1607_281f46ae469e122165cde0a1811b47ad.html