



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Trabajo de Titulación:

Diagnóstico y reparación del motor G4EK del Hyundai Accent para la
corrección de consumo de aceite y fallas en el sistema de encendido

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

Autor:

Ronny Alexander Méndez Rodríguez

Director:

Mgst. Cristian Jaramillo

Cuenca – Ecuador

2026

1. Dedicatoria

A Dios, por brindarme salud, fortaleza y sabiduría durante cada etapa de mi formación académica y permitirme culminar este importante objetivo profesional.

A mis padres, por su esfuerzo, apoyo incondicional y confianza en cada uno de mis pasos. Gracias por ser el pilar fundamental de mi vida y por enseñarme el valor de la perseverancia y el trabajo constante.

A mi pareja, por su compañía, comprensión y motivación durante este proceso académico. Gracias por estar presente en los momentos difíciles y por impulsarme a seguir adelante hasta alcanzar esta meta.

2. Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por darme la fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar esta etapa importante de mi vida académica y profesional.

A mis padres, por su apoyo incondicional, sacrificio y confianza en cada uno de mis objetivos. Gracias por ser mi principal motivación y por enseñarme a nunca dejar de luchar por mis metas.

A mi pareja, por acompañarme durante este proceso, brindándome ánimo, comprensión y apoyo en los momentos más difíciles, siendo una parte fundamental para alcanzar este logro. Finalmente, me agradezco a mí mismo por no rendirme ante las dificultades, por mantener la constancia y el esfuerzo durante todo este camino académico, demostrando que con dedicación y perseverancia es posible cumplir cada objetivo propuesto.

Resumen

El presente trabajo constituye una memoria técnica sobre Diagnóstico y reparación del motor G4EK del Hyundai Accent para la corrección de consumo de aceite y fallas en el sistema de encendido. A continuación, se mencionarán los objetivos y procedimiento del trabajo y se indicarán los principales resultados obtenidos. El objetivo general fue diagnosticar el motor G4EK del Hyundai Accent para corregir el consumo excesivo de aceite y las fallas presentes en el sistema de encendido; mientras que los objetivos específicos se orientaron a identificar las causas mecánicas y funcionales del consumo de lubricante y evaluar el estado de funcionamiento del sistema de encendido. Para el desarrollo del proyecto se realizó el desmontaje completo del motor, inspección visual, limpieza técnica, medición de holguras y tolerancias, análisis comparativo con las especificaciones del fabricante, rectificación de componentes y posterior armado con sustitución de piezas deterioradas. Durante el diagnóstico se detectó desgaste en cilindros, pistones, anillos, cojinetes, guías de válvulas, árbol de levas, juego axial excesivo del cigüeñal, deterioro de junta de culata y deficiencias en componentes auxiliares del sistema de encendido y refrigeración. Como resultado, se efectuó la rectificación del bloque, instalación de pistones sobremedida, reemplazo de válvulas, guías, cojinetes, bomba de aceite, bomba de agua y empaques. Finalmente, las pruebas de compresión evidenciaron una recuperación favorable del sellado interno, mejor combustión, reducción del consumo de aceite y funcionamiento estable del motor.

Palabras clave: Diagnóstico, reparación, motor G4EK, encendido, rectificación, compresión.

Abstract

This work constitutes a technical report on the diagnosis and repair of the G4EK engine of the Hyundai Accent for the correction of oil consumption and ignition system failures. Next, the objectives and procedure of the work will be mentioned, and the main results obtained will be indicated. The general objective was to diagnose the G4EK engine of the Hyundai Accent to correct the excessive oil consumption and the existing failures in the ignition system; while the specific objectives were aimed at identifying the mechanical and functional causes of the lubricant consumption and evaluating the operational condition of the ignition system. For the development of the project, a complete disassembly of the engine was carried out, along with a visual inspection, technical cleaning, measurement of clearances and tolerances, comparative analysis with the manufacturer's specifications, component rectification, and subsequent

reassembly with the replacement of worn parts. During the diagnosis, wear was detected in the cylinders, pistons, rings, bearings, valve guides, camshaft, excessive axial play of the crankshaft, deterioration of the head gasket, and deficiencies in auxiliary components of the ignition and cooling systems. As a result, the block was machined, oversized pistons were installed, valves, guides, bearings, oil pump, water pump, and gaskets were replaced. Finally, the compression tests showed a favorable recovery of internal sealing, better combustion, reduced oil consumption, and stable engine operation.

Keywords: Diagnosis, repair, G4EK engine, ignition, rectification, compression.

3. Índice de contenido

1. Dedicatoria.....	I
2. Agradecimiento.....	II
Resumen.....	III
Abstract	III
3. Índice de contenido.....	V
4. Índice de Tablas	VII
5. Índice de Figuras.....	VIII
6. Introducción.....	1
7. Objetivos.....	2
7.1 Objetivo general.....	2
7.2 Objetivos específicos.....	2
8. Procedimiento	2
8.1 Desacople y extracción del motor G4EK.....	4
8.2 Desensamble general y apertura del motor.....	4
8.3 Desmontaje del sistema de admisión.....	5
8.4 Desmontaje del sistema de escape	6
8.5 Sincronización del sistema de distribución	6
8.6 Desmontaje del cabezote	8
8.7 Desmontaje del sistema de válvulas	8
8.8 Desmontaje del cigüeñal y del conjunto biela-pistón	9
8.9 Proceso de higienización y descontaminación de componentes.....	10
8.10 Evaluación de tolerancias y holguras en el conjunto pistón-cilindro	13
8.11 Evaluación geométrica y funcional del cabezote	21
8.12 Procedimiento de ensamble y acoplamiento del motor.....	23
8.12.1 Montaje de cigüeñal y conjunto rotativo.....	24

8.12.2	Asentamiento de válvulas	25
8.12.3	Ensamblaje del cabezote	26
8.12.4	Instalación de los colectores de admisión y escape	27
8.12.5	Instalación de componentes auxiliares del motor	28
8.12.6	Verificación de compresión de cilindros	29
8.12.7	Verificación de fugas o vacío	30
9.	Resultados	31
10.	Conclusiones	32
11.	Referencias	33

4. Índice de Tablas

Tabla 1 Especificaciones motor G4EK.....	3
Tabla 2 Datos de holguras y tolerancia de los cilindros	14
Tabla 3 Datos de holguras y tolerancia de los pistones	15
Tabla 4 Datos de la luz de cilindro-pistón	16
Tabla 5 Datos de luz entre puntas de rines	17
Tabla 6 Datos de luz lateral del ring side clearance	18
Tabla 7 Datos de los muñones de biela.....	19
Tabla 8 Datos de los muñones de bancada	20
Tabla 9 Datos del juego axial de cigüeñal	21
Tabla 10 Datos de vástago de válvula de admisión	22
Tabla 11 Datos del vástago de válvulas de escape.....	23
Tabla 12 Datos de alineación de anillos	24
Tabla 13 Datos del torque del cigüeñal	25
Tabla 14 Datos del torque del cabezote	26
Tabla 15 Datos del torque de la admisión y del escape	27
Tabla 16 Resultados de la medición de compresión de cilindro.....	30
Tabla 17 Resultados de la verificación de fugas o vacío	31

5. Índice de Figuras

Figura 1	Proceso de extracción del motor	4
Figura 2	Proceso de desmontaje y apertura	5
Figura 3	Cuerpo de admisión.....	6
Figura 4	Cuerpo de escape.....	6
Figura 5	Marca de sincronización del piñón del árbol de levas	7
Figura 6	Marca de sincronización del cabezote.....	7
Figura 7	Marca de sincronización del bloque y piñón-cigüeña.....	7
Figura 8	Cabezote.....	8
Figura 9	Sistema de válvulas	9
Figura 10	Cigüeñal	10
Figura 11	Conjunto pistón	10
Figura 12	Limpieza de cigüeñal	11
Figura 13	Limpieza tapa válvulas.....	11
Figura 14	Limpieza de Pistones.....	11
Figura 15	Limpieza del cabezote.....	11
Figura 16	Limpieza del Bloque motor.....	12
Figura 17	Limpieza del cárter.....	12
Figura 18	Limpieza de Bancadas.....	12
Figura 19	Limpieza de pernos y accesorios externos	12
Figura 20	Cilindros.....	13
Figura 21	Rectificación de cilindros.....	14
Figura 22	Pistones a 76.0mm	14
Figura 23	Pistones con sobre medida	15
Figura 24	Luz de cilindro-pistón	16
Figura 25	Luz entre puntas de rines.....	17

Figura 26 Luz lateral del ring side clearance.....	18
Figura 27 Medida muñón de biela.....	19
Figura 28 Muñón bancada.....	20
Figura 29 Juego axial.....	21
Figura 30 Desgaste cabezote.....	22
Figura 31 Vástago de válvula de admisión.....	22
Figura 32 Vástago de válvulas de escape.....	23
Figura 33 Alineación de anillos.....	24
Figura 34 Montaje del cigüeñal.....	25
Figura 35 Proceso de asentamiento de válvulas.....	26
Figura 36 Proceso de armado de cabezote.....	27
Figura 37 Múltiple de admisión y escape.....	28
Figura 38 Armado del cableado y mangueras.....	28
Figura 39 Instalación de bujías.....	29
Figura 40 Instalación del distribuidor.....	29
Figura 41 Instalación del termostato.....	29

6. Introducción

El correcto funcionamiento de un motor de combustión interna es fundamental para garantizar un desempeño eficiente del vehículo (Aldás et al., 2021). En este proyecto se realizará el diagnóstico y reparación del motor G4EK del Hyundai Accent, en el taller de la Universidad del Azuay con el objetivo de corregir el consumo excesivo de aceite y las fallas presentes en el sistema de encendido, permitiendo así un adecuado funcionamiento del motor.

Este trabajo surge de la necesidad de identificar y solucionar problemas que afectan el rendimiento de los motores de combustión interna. En muchos casos, los vehículos presentan fallas relacionadas con el consumo elevado de aceite o problemas en el sistema de encendido, lo que puede provocar pérdida de potencia, fallas en la combustión y un funcionamiento inestable del motor (Yusaf et al., 2014).

El sistema de encendido es el encargado de generar la chispa necesaria para la combustión de la mezcla aire-combustible dentro de los cilindros del motor. Este sistema está conformado por componentes como las bujías, cables de alta tensión, bobina de encendido y distribuidor, los cuales trabajan de manera conjunta para asegurar que la chispa se produzca en el momento adecuado (Richard, 2018).

Por otro lado, el consumo excesivo de aceite puede estar relacionado con el desgaste de componentes internos del motor, como los anillos de pistón, sellos de válvulas o problemas en el sistema de lubricación, lo que afecta directamente el rendimiento y la eficiencia del motor (Tormos et al., 2007).

Para el desarrollo de este proyecto se realizará un análisis detallado del estado del motor y de los componentes del sistema de encendido, utilizando herramientas de diagnóstico como multímetro, escáner automotriz y pruebas de compresión. A través de estas pruebas se podrán identificar las fallas presentes y realizar las correcciones necesarias, permitiendo un correcto funcionamiento del motor.

Este trabajo permitirá fortalecer los conocimientos técnicos en el diagnóstico y reparación de motores de combustión interna, aportando experiencia práctica en el área del mantenimiento automotriz.

7. Objetivos

7.1 Objetivo general

Diagnosticar el motor G4EK del Hyundai Accent para corregir el consumo de aceite y las fallas en el sistema de encendido.

7.2 Objetivos específicos

Identificar las causas mecánicas y funcionales que generan el consumo excesivo de aceite en el motor G4EK del Hyundai Accent, mediante pruebas de compresión, inspección visual y análisis de componentes.

Evaluar el estado y funcionamiento del sistema de encendido del motor G4EK mediante pruebas eléctricas y revisión de componentes, para determinar las fallas que afectan su desempeño.

8. Procedimiento

El protocolo para el diagnóstico y reparación se centrará en el motor G4EK del Hyundai Accent, que pertenece a la familia de motores de cuatro tiempos, reconocidos por su eficiencia en el uso urbano. Es necesario tener en cuenta que este motor dispone de cuatro cilindros distribuidos en línea, un sistema de suministro mediante inyección electrónica multipunto, y un sistema de activación controlado electrónicamente a través del distribuidor.

Los elementos fundamentales que conforman este motor incluyen: el bloque de cilindros, la culata, el cigüeñal, las bielas, los pistones, el sistema de válvulas, el sistema de lubricación, el sistema de refrigeración y el sistema de encendido electrónico. La Tabla 1 presenta las especificaciones técnicas fundamentales de este motor.

Tabla 1 Especificaciones motor G4EK

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Modelo de motor	G4EK
Tipo de combustible	Gasolina
Configuración del motor	4 cilindros en línea
Cilindrada	1495 cm ³
Sistema de válvulas	OHC – 12 válvulas
Número de válvulas por cilindro	3
Sistema de alimentación	Inyección electrónica multipunto (MPI)
Aspiración	Natural (atmosférico)
Potencia máxima	88 – 92 HP a 5600 rpm
Torque máximo	130 Nm a 3050 rpm
Diámetro del cilindro (Bore)	75.5 mm
Carrera del pistón (Stroke)	83.5 mm
Relación de compresión	10: 1
Capacidad de aceite del motor	3.3 litros
Disposición del motor	Delantero transversal
Sistema de tracción	Tracción delantera

Fuente: Ficha técnica Hyundai Accent I 1.5i

El diagnóstico se realizó debido a que el vehículo presentaba un consumo excesivo de aceite y de manera repetitiva se presentaban fallas en el sistema de encendido, si bien esto se puede relacionar con el desgaste natural por el paso de los años también se puede deber a falta de mantenimientos preventivos y correctivos. Por esta razón, se procedió al desmontaje, inspección y análisis técnico del motor y así identificar las causas del problema y realizar la respectiva reparación.

8.1 Desacople y extracción del motor G4EK

Se llevó a cabo el desmontaje del motor G4EK del Hyundai Accent, debido a la presencia de una fuga de aceite y una falla en el funcionamiento del motor; como se puede observar en la Figura 1. A lo largo de la inspección inicial, se constató la falta de chispa en el sistema de activación del distribuidor y una operación incorrecta de ciertos sensores del motor. En una etapa posterior, el vehículo fue elevado para facilitar el desmontaje del conjunto de motor. Los ejes de transmisión fueron retirados, debido a que el motor se extrae junto con la caja de cambios. En última instancia, una vez fuera del vehículo, la caja de cambios fue separada para trabajar exclusivamente con el motor durante el proceso de diagnóstico y reparación.

Figura 1 Proceso de extracción del motor



8.2 Desensamble general y apertura del motor

Se llevó a cabo el desmontaje de los componentes periféricos del motor (Figura 2), con el propósito de facilitar la apertura y inspección subsiguiente del conjunto motor. El motor de arranque, el alternador, los conductos del sistema de refrigeración, el radiador, los arnés de cableado eléctrico y los diversos sensores vinculados al sistema de gestión electrónica del motor.

A lo largo del procedimiento, se implementaron técnicas de desmontaje, procediendo a la retirada de pernos, tuercas y sujetadores utilizando las herramientas apropiadas. Adicionalmente, cada componente de sujeción fue categorizado y almacenado en conjunto con su correspondiente componente para preservar la secuencia del sistema y

garantizar un montaje posterior adecuado sin riesgo de confusión o pérdida de componentes.

Figura 2 Proceso de desmontaje y apertura



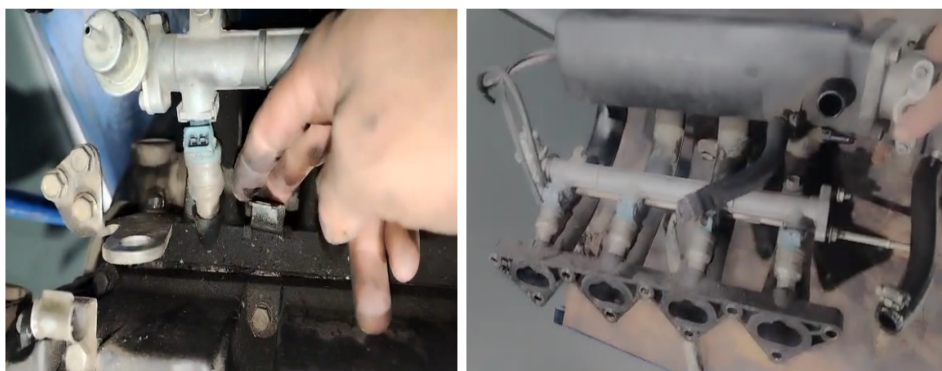
8.3 Desmontaje del sistema de admisión

Se utilizaron herramientas especializadas para el desmontaje, con el objetivo de prevenir deterioro en los componentes electrónicos y mecánicos del motor. En el transcurso de la intervención, se llevó a cabo la identificación y extracción regulada de los sensores que operan conjuntamente dentro del sistema de gestión electrónica del motor (ECU), garantizando que cada componente sea adecuadamente categorizado y almacenado junto con sus correspondientes conectores y elementos de sujeción.

El sensor MAP, encargado de cuantificar la presión absoluta del múltiple de admisión; el sensor MAF, encargado de cuantificar la masa de aire que ingresa al motor; y el sensor TPS, que establece la posición angular de la mariposa de aceleración.

Además, se llevó a cabo el desmontaje del sistema de inyección de combustible, retirando los inyectores para llevar a cabo una inspección técnica de su estado de funcionamiento. Este método facilita la verificación de posibles obstrucciones, deterioro o acumulación de residuos en los conductos de pulverización. Si se detecta contaminación o insuficiencias en el patrón de inyección, se contempla la implementación de un procedimiento de limpieza de inyectores, con la finalidad de restablecer una atomización apropiada del combustible y asegurar el funcionamiento óptimo del sistema de inyección electrónica. Como resultado podemos ver en la Figura 3 el cuerpo de admisión.

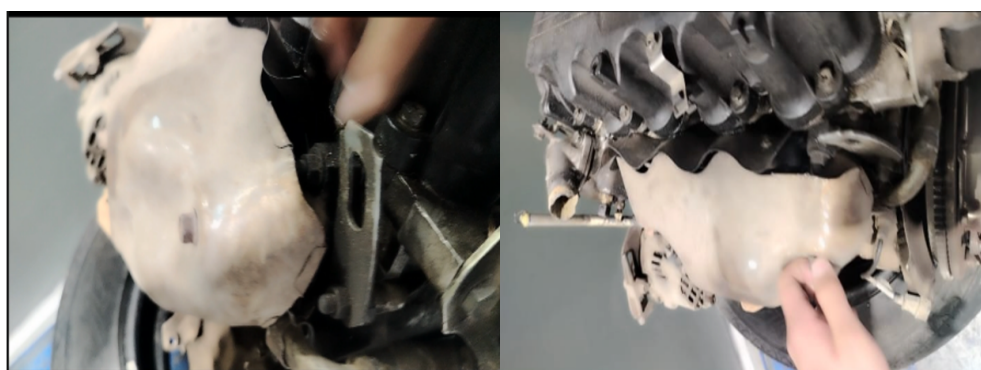
Figura 3 Cuerpo de admisión



8.4 Desmontaje del sistema de escape

Este procedimiento implicó el desmontaje del sistema de escape (Figura 4) utilizando herramientas apropiadas y cumpliendo con las normativas de seguridad vigentes, teniendo en cuenta que este componente opera bajo temperaturas elevadas. Dados los fluctuantes ciclos térmicos, es habitual que los espárragos y tuercas manifiesten agarrotamiento debido a corrosión o dilatación, con el potencial de fractura y daño en la rosca del bloque motor. Sin embargo, durante la intervención no se observaron alteraciones significativas. Una vez desmontado el múltiple de escape, se procedió al retiro de la junta de sellado, debido al deterioro presentado y a la pérdida de sus condiciones adecuadas de hermeticidad.

Figura 4 Cuerpo de escape



8.5 Sincronización del sistema de distribución

La sincronización mecánica del motor se efectuó a través de la ubicación del cigüeñal en el Punto Muerto Superior (PMS) del cilindro número uno durante la carrera de

compresión, mientras que el cilindro número cuatro permanecía en la etapa de traslado de válvulas. Este método facilitó la correcta determinación de la referencia de tiempo del motor y garantizó la alineación exacta del sistema de distribución.

Se procedió a corroborar la correspondencia entre las marcas de sincronización del árbol de levas y del cigüeñal y sus correspondientes referencias en la culata y el bloque motor, asegurando una sincronización mecánica óptima del conjunto motor. Las Figuras 5, 6 y 7 ilustran las referencias de sincronización asociadas con el árbol de levas, la culata y el piñón del cigüeñal empleados durante el proceso.

Figura 5 Marca de sincronización del piñón del árbol de levas



Figura 6 Marca de sincronización del cabezote



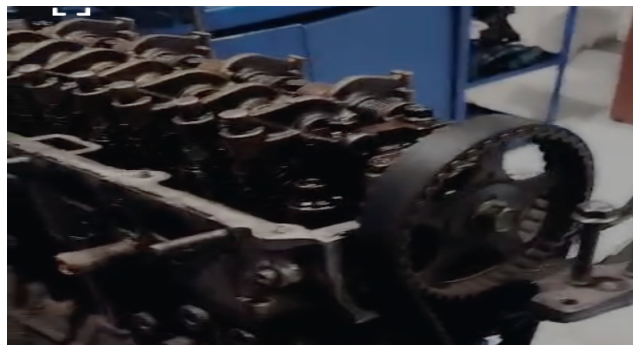
Figura 7 Marca de sincronización del bloque y piñón-cigüeña



8.6 Desmontaje del cabezote

Se procedió al desmontaje de la tapa de válvulas con el objetivo de acceder al conjunto de la culata. A continuación, se llevó a cabo el aflojamiento y extracción de los pernos de sujeción siguiendo una secuencia de tipo caracol, desde el lado externo hacia el centro, con el objetivo de prevenir deformaciones en el cabezote y liberar de manera uniforme las tensiones del conjunto. La Figura 8 ilustra el cabezote desmontado para su inspección técnica correspondiente.

Figura 8 Cabezote

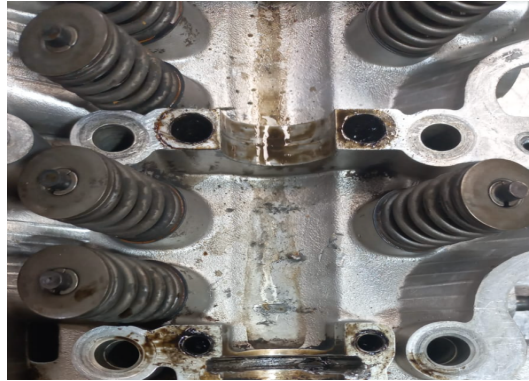


8.7 Desmontaje del sistema de válvulas

Una vez desmontada la culata o cabezote, se procedió al retiro e inspección de las válvulas y componentes del tren de válvulas (Figura 9). Inicialmente se aflojaron las bancadas del árbol de levas en secuencia técnica para evitar deformaciones, retirando posteriormente el eje para su verificación.

Durante la inspección se evidenció desgaste anormal en los apoyos del árbol de levas, indicando deficiencia de lubricación o trabajo excesivo. Los pistones presentaban alta carbonización y señales de sobrecalentamiento. Asimismo, la junta de culata mostraba deterioro térmico, condición que puede generar pérdida de compresión, fugas de gases y contaminación entre aceite y refrigerante, afectando el motor.

Figura 9 Sistema de válvulas



8.8 Desmontaje del cigüeñal y del conjunto biela-pistón

Se llevó a cabo el desmontaje del conjunto inferior del motor G4EK para este procedimiento. En un primer paso, se procedió a la eliminación del cárter de aceite, lo que facilitó el drenaje completo del lubricante del motor para prevenir la contaminación durante el examen interno. Subsecuentemente, se procedió a desmontar el volante motor, el cual está vinculado al cigüeñal y constituye un componente integral del sistema de transmisión de potencia. Posterior a la extracción de este componente, se llevó a cabo el aflojamiento y desmontaje de los sombreretes de bancada del cigüeñal, siguiendo una secuencia gradual de tipo caracol para liberar de forma uniforme la presión aplicada sobre el cigüeñal y prevenir deformaciones en el bloque del motor.

A lo largo de este procedimiento, se realizó la eliminación de las semilunas o cojinetes de bancada, que son responsables de disminuir la fricción entre el cigüeñal y el bloque. De manera similar, se procedió a desmontar los sombreretes de biela, junto con sus correspondientes cojinetes, lo que permitió liberar el conjunto pistón-biela. Finalmente, se llevó a cabo la extracción de los pistones de los cilindros con el objetivo de llevar a cabo una inspección técnica del estado de los anillos, paredes de los cilindros y posibles indicadores de desgaste, rayaduras o carbonización que podrían comprometer el funcionamiento adecuado del motor. En la Figura 10 podemos observar al cigüeñal y en la Figura 11 el conjunto de pistón.

Figura 10 Cigüeñal

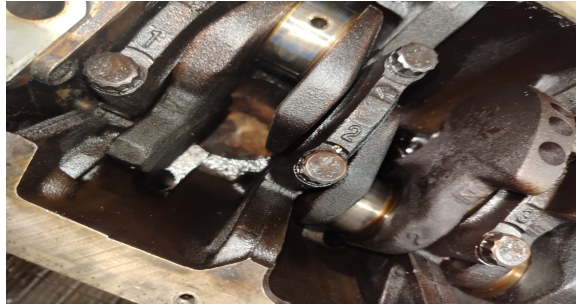
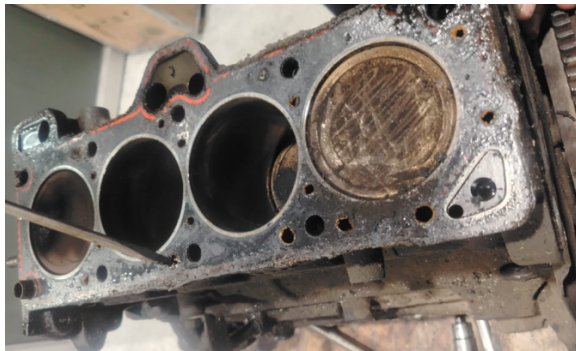


Figura 11 Conjunto pistón



8.9 Proceso de higienización y descontaminación de componentes

Posterior al desmontaje, se procedió a realizar la limpieza de todos los componentes retirados, con el objetivo de eliminar residuos de aceite, carbonilla y sedimentos generados durante el funcionamiento del motor. Para este proceso se utilizaron solventes como gasolina y agentes desengrasantes, los cuales permiten remover eficazmente la suciedad adherida a las superficies metálicas de las diferentes piezas del motor.

Una vez finalizada la limpieza, cada componente fue secado y sometido a una inspección técnica, con el fin de verificar el estado de desgaste de los pistones, bielas, cigüeñal, válvulas y cilindros, así como detectar posibles rayaduras, deformaciones o fisuras. Este procedimiento permite determinar si las piezas pueden reutilizarse o si requieren rectificación o reemplazo para garantizar el correcto funcionamiento del motor. Desde la Figura 12 hasta la 19 podemos observar los diferentes componentes que pasaron por el proceso de limpieza.

Figura 12 Limpieza de cigüeñal



Figura 13 Limpieza tapa válvulas



Figura 14 Limpieza de Pistones



Figura 15 Limpieza del cabezote



Figura 16 Limpieza del Bloque motor



Figura 17 Limpieza del cárter



Figura 18 Limpieza de Bancadas



Figura 19 Limpieza de pernos y accesorios externos



8.10 Evaluación de tolerancias y holguras en el conjunto pistón-cilindro

En esta fase del procedimiento, se llevaron a cabo mediciones dimensionales y comprobaciones técnicas en los elementos fundamentales del conjunto móvil del motor, con la finalidad de cuantificar el grado de deterioro presente y contrastar los hallazgos con las especificaciones prescritas por el fabricante. Las pruebas comprendieron el examen del bloque motor, cilindros, pistones, anillos, muñones de biela, muñones de bancada y el juego axial del cigüeñal. A lo largo de la inspección del bloque motor, no se observó deformación en la superficie superior de respaldo del cabezote, manteniéndose en condiciones apropiadas para el procedimiento de rectificación y ensamblaje subsecuente. La Figura 20 ilustra la condición de los cilindros antes del procedimiento de mecanizado.

Figura 20 Cilindros



Posteriormente, se efectuó la medición del diámetro y desgaste de los cilindros, determinándose variaciones dimensionales respecto a las medidas originales del fabricante, razón por la cual fue necesario realizar el proceso de rectificación del bloque motor a sobremedida de 76.0 mm. Los datos los podemos visualizar en la Tabla 2.

Tabla 2 Datos de holguras y tolerancia de los cilindros

	Manual	Desgaste	Rectificado
Cilindro 1	75.5 mm	0.25 mm	76.0 mm
Cilindro 2	75.5 mm	0.22 mm	76.0 mm
Cilindro 3	75.5 mm	0.18 mm	76.0 mm
Cilindro 4	75.5 mm	0.25 mm	76.0 mm

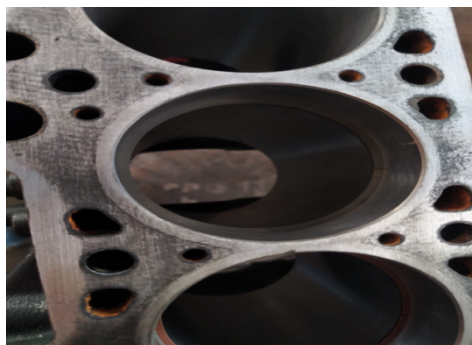
Fuente: Hyundai Motor Company. (2003)

La Figura 21 muestra el proceso de rectificación efectuado en los cilindros del bloque motor, mientras que en la Figura 22 se observan los pistones nuevos utilizados con sobremedida de 76.0 mm para compensar el desgaste detectado.

Figura 21 Rectificación de cilindros



Figura 22 Pistones a 76.0mm



A continuación, se realizaron verificaciones de las dimensiones de los pistones recién instalados en el motor, corroborando que la sobremedida seleccionada se ajusta a las especificaciones necesarias tras la rectificación del motor. La Figura 23 presenta los pistones con sobremedida utilizados durante el proceso de reconstrucción del motor.

Tabla 3 Datos de holguras y tolerancia de los pistones

	Manual	Sobre medida	Nuevo
Pistón 1	75.5 mm	0.50 mm	76.0 mm
Pistón 2	75.5 mm	0.50 mm	76.0 mm
Pistón 3	75.5 mm	0.50 mm	76.0 mm
Pistón 4	75.5 mm	0.50 mm	76.0 mm

Fuente: Mitchell Repair Information Company. (2011)

Figura 23 Pistones con sobre medida



De igual manera, se realizó la medición de la luz existente entre cilindro y pistón, con la finalidad de garantizar un adecuado ajuste y correcto funcionamiento del conjunto móvil durante la operación del motor.

Tabla 4 Datos de la luz de cilindro-pistón

	Manual	Pertenece
Cilindro 1	0.020 mm a 0.040 mm	0.030 mm
Cilindro 2	0.020 mm a 0.040 mm	0.030 mm
Cilindro 3	0.020 mm a 0.040 mm	0.030 mm
Cilindro 4	0.020 mm a 0.040 mm	0.030 mm

Fuente: Hyundai Motor Company. (2006)

La Figura 24 muestra el procedimiento de verificación de la holgura entre el pistón y la pared del cilindro.

Figura 24 Luz de cilindro-pistón



Asimismo, se verificó la separación entre puntas de anillos de compresión y anillo de aceite, parámetros fundamentales para asegurar un correcto sellado de la cámara de combustión y control del lubricante.

Tabla 5 Datos de luz entre puntas de rines

	Manual fabricante	Pertenece
Primer anillo	0.20 mm a 0.35 mm	0.20 mm
Segundo anillo	0.37 mm a 0.52 mm	0.22 mm
Anillo de aceite	0.20 mm a 0.70 mm	0.20 mm

Fuente: Hyundai Accent GL Engine Manual – Piston Ring End Gap Specifications.

La Figura 25 evidencia el procedimiento de medición de la separación entre puntas de anillos.

Figura 25 Luz entre puntas de rines



A continuación, se llevó a cabo la inspección de la luz lateral de los anillos en las ranuras del pistón para corroborar que las mediciones obtenidas se encuentran dentro de los intervalos de tolerancia autorizados por el fabricante.

Tabla 6 Datos de luz lateral del ring side clearance

	Manual fabricante	Pertenece
Primer anillo	0.04 mm a 0.085 mm	0.04 mm
Segundo anillo	0.04 mm a 0.085 mm	0.04 mm
Anillo de aceite	0.08 mm a 0.15 mm	0.04 mm

Fuente: Hyundai Motor Company. *Piston Ring Side Clearance Inspection.*

La Figura 26 muestra la medición correspondiente a la luz lateral de los anillos de pistón.

Figura 26 Luz lateral del ring side clearance



Asimismo, se llevó a cabo la cuantificación de los muñones de biela del cigüeñal, con el objetivo de cuantificar el desgaste existente en las superficies de apoyo y evaluar la necesidad de emplear cojinetes sobremedida.

Tabla 7 Datos de los muñones de biela

	Manual fabricante	Medida actual	Desgaste
Muñón biela 1	44.98 mm	44.94 mm	0.04 mm
Muñón biela 2	44.98 mm	44.94 mm	0.04 mm
Muñón biela 3	44.98 mm	44.94 mm	0.04 mm
Muñón biela 4	44.98 mm	44.94 mm	0.04 mm

Fuente: Hyundai Crankshaft Journal Specifications. Mitchell Repair Information Company.

La Figura 27 muestra la medida del muñón de biela.

Figura 27 Medida muñón de biela



De la misma manera, se verificaron las dimensiones de los muñones de bancada del cigüeñal, evidenciándose desgaste uniforme en las superficies de contacto.

Tabla 8 Datos de los muñones de bancada

	Manual de fabricante	Medida actual	Desgaste
Muñón bancada 1	49.98 mm	49.94 mm	0.04 mm
Muñón bancada 2	49.98 mm	49.94 mm	0.04 mm
Muñón bancada 3	49.98 mm	49.94 mm	0.04 mm
Muñón bancada 4	49.98 mm	49.94 mm	0.04 mm

Fuente: Hyundai Engine Mechanical Journal Bearing Data. Mitchell Repair Information Company.

En la Figura 28, se ilustra el muñón de bancada.

Figura 28 Muñón bancada



A causa del desgaste observado en los muñones de biela y bancada, se procedió a la instalación de cojinetes con una sobremedida de 0.25 mm, con el fin de compensar las variaciones dimensionales y restablecer las tolerancias de funcionamiento. Se llevó a cabo la verificación del juego axial del cigüeñal, un parámetro esencial para asegurar el adecuado desplazamiento longitudinal del eje durante el funcionamiento del motor.

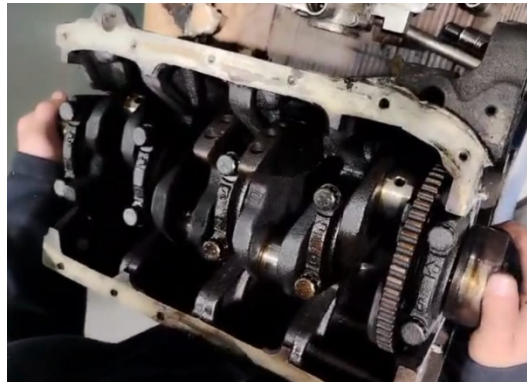
Tabla 9 Datos del juego axial de cigüeñal

Rango estándar	Límite máximo	Desgaste
0.05 mm a 0.25 mm	0.30 mm	1.00 mm

Fuente: Hyundai Crankshaft End Play Specifications.

En la Figura 29 tenemos la vista completa del juego axial.

Figura 29 Juego axial

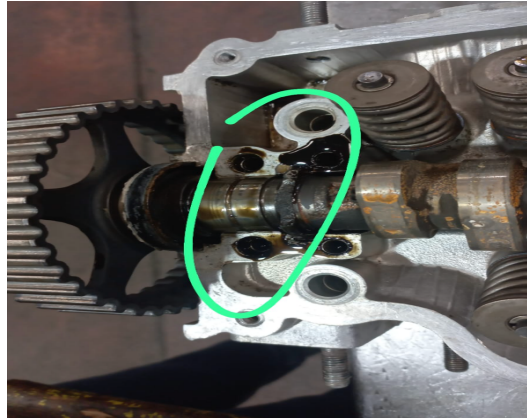


Los resultados obtenidos demostraron un juego axial que excede el límite máximo permitido por el fabricante. Por lo tanto, fue necesario llevar a cabo la recuperación del componente mediante la adición de material, con el fin de restablecer las dimensiones nominales y garantizar el correcto funcionamiento del conjunto rotativo.

8.11 Evaluación geométrica y funcional del cabezote

No se evidenció deformación en la superficie inferior del cabezote. Sin embargo, se detectó desgaste severo y fractura en los apoyos del árbol de levas (Figura 30), por lo que fue necesario realizar recuperación de material en la zona afectada. Además, se encontró presencia de partículas metálicas de aluminio en el cárter, originadas por el desgaste de los soportes del árbol de levas.

Figura 30 Desgaste cabezote



El árbol de levas mostró un desgaste significativo en las superficies de apoyo, resultado del deterioro de los soportes, por lo que se tomó la decisión de proceder con su reemplazo.

Tabla 10 Datos de vástago de válvula de admisión

Válvulas de admisión	Guías de válvulas	Luz entre vástago y guía	Rango permitido	Holgura dejada
5.95 mm	5.91 mm	0.04 mm	0.020 mm a 0.047mm	0.03 mm

Fuente: Hyundai Motor Company. (2006).

En la Figura 31 se observa el proceso de medición de la luz entre vástago y guía en las válvulas de admisión

Figura 31 Vástago de válvula de admisión



Tabla 11 Datos del vástago de válvulas de escape

Válvulas de escape	Guis de válvulas	Luz entre vástago y guías	Rango permitido	Holgura dejada
5.95 mm	5.91 mm	0.07 mm	0.050 mm a 0.082 mm	0.04 mm

Fuente: Hyundai Motor Company. (2006).

En la Figura 32 se observa el proceso de medición de la luz entre vástago y guía en las válvulas de escape.

Figura 32 Vástago de válvulas de escape



Se llevó a cabo la sustitución de las válvulas y guías de válvula debido al deterioro observado en sus superficies laborales. Los resortes de válvula registraron una longitud libre de 42 mm y una presión de 114 libras, valores que se alinean con las especificaciones prescritas por el fabricante. Además, se procedió a la sustitución de la bomba de aceite, la bomba de agua y los ductos del sistema de refrigeración, debido al progresivo estado de corrosión y deterioro observado en estos componentes.

8.12 Procedimiento de ensamble y acoplamiento del motor

Antes de proceder con el ensamblaje del conjunto móvil del motor, se llevó a cabo la instalación y alineación de los anillos de pistón, con el objetivo de asegurar un sellado adecuado de la cámara de combustión y un control eficiente del lubricante durante el funcionamiento del motor. La disposición de cada anillo fue determinada conforme a las

especificaciones técnicas del fabricante, evitando la alineación de las aberturas entre los anillos con el fin de minimizar las pérdidas de compresión.

Tabla 12 Datos de alineación de anillos

Tipo	Posición	Angulo
Anillo de compresión 1	Frontal de pistón	0°
Anillo de compresión 2	Parte trasera	180°
Anillo de aceite superior	Lado izquierdo	120°
Anillo de aceite inferior	Lado derecho	240°

Fuente: Mitchell Repair Information Company, LLC. (2011).

La Figura 33 muestra la disposición y alineación de los anillos de compresión y anillos de aceite instalados en el pistón antes de su montaje en el bloque motor.

Figura 33 Alineación de anillos



8.12.1 Montaje de cigüeñal y conjunto rotativo

El rearmado del cigüeñal y el conjunto pistón–biela se necesita que este limpio la superficie (Figura 34). Primero se colocan los cojinetes de bancada en el bloque, se lubrica con aceite de motor y se instala el cigüeñal suavemente, después se introducen las bancadas en las señales previas al desarmado, con lo cojinetes y al torque especificado.

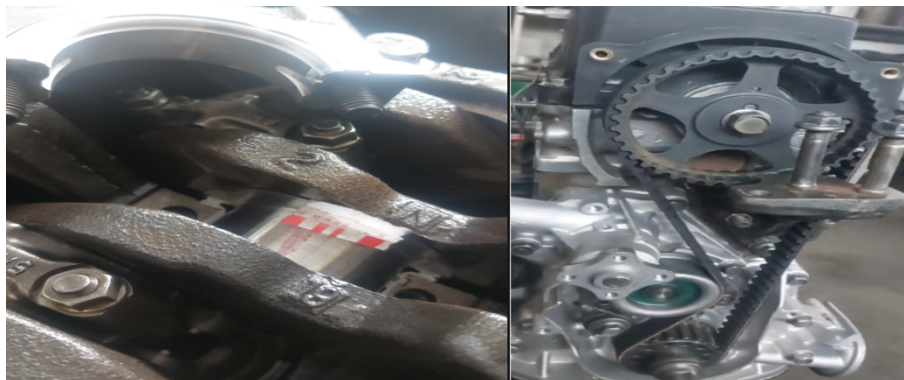
Luego, se montan los pistones con sus anillos previamente alineados, introduciéndolos con un compresor de anillos hacia cada cilindro. Se acoplan los cojinetes de biela y bancada de biela al cigüeñal, asegurando que coincidan sus marcas y aplicando el torque adecuado en los pernos se adiciona también el prefiltro de aceite y cárter. Es fundamental verificar que el giro del cigüeñal sea suave después del montaje.

Tabla 13 Datos del torque del cigüeñal

	Torque en libras (lb)	Torque en newton (Nm)
Bancadas de cigüeñal	41 – 44 lb	55 – 60 Nm
Bancadas de biela	24 – 26 lb	32 – 35 Nm
Volante motor	52 – 58 lb	70 – 78 Nm
Cárter	7 – 9 lb	10 – 12 Nm

Fuente: Hyundai torque specifications database.

Figura 34 Montaje del cigüeñal



8.12.2 Asentamiento de válvulas

Se aplicó una pasta esmeril en la superficie de contacto de la válvula, introduciéndola en su guía y haciéndola girar manualmente con ventosa, realizando movimientos alternos hasta obtener un contacto uniforme (Figura 35). Este proceso se repite hasta observar un anillo continuo en ambas superficies, lo que se indica un buen sellado. Finalmente, se

limpió completamente los residuos y se verifica la estanqueidad antes del armado final del motor.

Figura 35 Proceso de asentamiento de válvulas



8.12.3 Ensamblaje del cabezote

El procedimiento se inició con la instalación de las guías de válvula previamente sustituidas, seguida de la instalación de sellos de válvula lubricados para prevenir fugas. Posteriormente, las válvulas fueron instaladas en sus respectivas ubicaciones, en conjunto con los resortes y retenedores, garantizando su adecuado alineamiento (Figura 36). A continuación, se procedió a la instalación del árbol de levas, alineando las marcas de distribución y lubricando los apoyos para prevenir el desgaste durante el arranque inicial. En última instancia, la culata fue colocada sobre el bloque utilizando un empaque nuevo, ajustando los pernos en la secuencia de caracol desde el interior hacia el exterior.

Tabla 14 Datos del torque del cabezote

	Torque
Pernos de cabezote	20 Nm – 40 Nm
Bancadas de árbol de levas	20 Nm – 27 Nm
Tornillos de tapa válvulas	8 Nm – 10 Nm

Fuente: Hyundai Engine Mechanical Tightening Procedures.

Figura 36 Proceso de armado de cabezote



8.12.4 Instalación de los colectores de admisión y escape

El colector o múltiple de admisión y escape fue instalado correctamente alineando los puertos con la culata utilizando empaques nuevos, y apretando sus pernos de manera uniforme y cruzada para garantizar un sellado apropiado (Figura 37). La bomba de aceite se montó en el bloque previamente lubricado, verificando el acoplamiento adecuado con el cigüeñal. Por otro lado, la bomba de agua se montó en su empaque nuevo, garantizando la alineación con la correa de distribución o los accesorios correspondientes. El conjunto completo fue ajustado utilizando una llave dinamométrica conforme a los torques especificados.

Tabla 15 Datos del torque de la admisión y del escape

	Torque
Múltiple de admisión	15Nm – 20 Nm
Múltiple de escape	20Nm – 25 Nm
Bomba de aceite	10Nm – 12 Nm
Bomba de agua	9Nm – 12 Nm

Fuente: Hyundai torque specifications database.

Figura 37 Múltiple de admisión y escape



8.12.5 Instalación de componentes auxiliares del motor

La instalación de los componentes se llevó a cabo sistemáticamente. El alternador se asegura en su base y se calibra la tensión de la correa; los conductos de agua se conectan mediante abrazaderas robustas para prevenir fugas. El distribuidor se instala sincronizando la marca de tiempo con el cilindro N° 1 en el punto muerto superior, asegurando una sincronización adecuada de encendido. Las bujías se sitúan con el torque apropiado, se inspeccionan todas las conexiones eléctricas y de vacío para garantizar una operación constante y sin fallos. Se han instalado sensores de temperatura, oxígeno, ckr, map, maf, tps, entre otros. Desde la Figura 38 hasta la 41 podemos observar los diferentes componentes.

Figura 38 Armado del cableado y mangueras

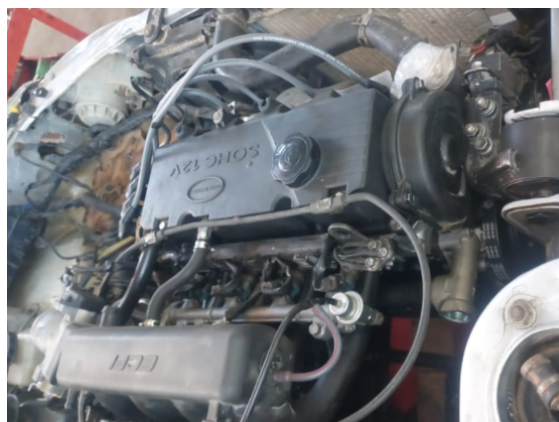


Figura 39 Instalación de bujías



Figura 40 Instalación del distribuidor

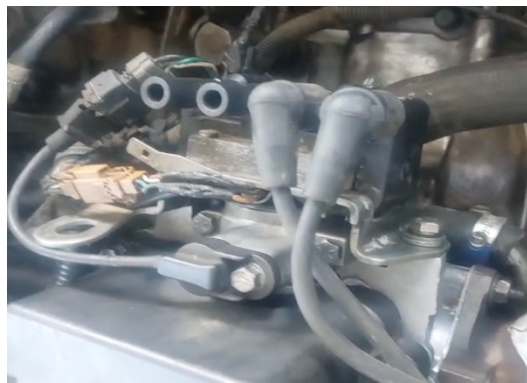


Figura 41 Instalación del termostato

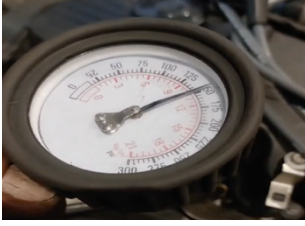
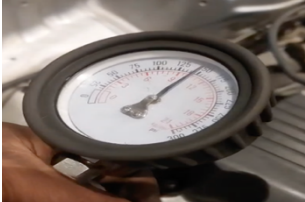




8.12.6 Verificación de compresión de cilindros

Una vez finalizado el proceso de ensamble, acoplamiento técnico y sincronización de los componentes internos y periféricos del motor, se procedió a realizar la prueba de compresión mecánica de los cilindros. La medición se efectuó utilizando un manómetro.

Los valores obtenidos en cada uno de los cuatro cilindros tras la reconstrucción del motor se detallan en la Tabla 16.

Tabla 16 Resultados de la medición de compresión de cilindro





N° Cilindro	Resultado	Registro fotográfico
Cilindro 1	140 PSI	
Cilindro 2	145 PSI	
Cilindro 3	145 PSI	
Cilindro 4	140 PSI	

8.12.7 Verificación de fugas o vacío

Como siguiente prueba, se llevó a cabo la verificación de fugas o vacío en cada uno de los cilindros, con el objetivo de evaluar la hermeticidad de la cámara de combustión y comprobar el adecuado sellado entre las válvulas, los anillos y los cilindros.

Para este procedimiento, se empleó un detector de fugas de cilindro, aplicando presión de aire comprimido de forma individual en cada cilindro. Los resultados obtenidos demostraron valores consistentes de 60 PSI en los cuatro cilindros, lo que indica condiciones adecuadas de sellado y un funcionamiento correcto del conjunto interno del motor.

Tabla 17 Resultados de la verificación de fugas o vacío

N° Cilindro	Resultado	Registro fotográfico
Cilindro 1	60 PSI	
Cilindro 2	60 PSI	
Cilindro 3	60 PSI	
Cilindro 4	60 PSI	

9. Resultados

Al realizar el proceso de diagnóstico al motor G4EK del Hyundai Accent se pudo identificar técnicamente las principales causas que originaban el consumo excesivo de aceite y las fallas de funcionamiento del sistema de encendido. En la parte mecánica se encontró que los cuatro cilindros tenían un desgaste considerable de entre 0.18 mm y 0.25 mm respecto a la medida estándar del fabricante, por lo que fue necesario hacer la rectificación del bloque a 80.0 mm e instalar pistones con sobremedida de 0.50 mm. De igual manera, se observó desgaste en los anillos de pistón, juego axial excesivo del cigüeñal de 1.00 mm, desgaste uniforme en muñones de biela y bancada, así como deterioro térmico de la junta de culata, condiciones que permitían el paso de aceite a la cámara de combustión.

Se encontró en el cabezote desgaste severo en los soportes del árbol de levas, limalla de aluminio presente en el cárter, válvulas y guías fuera de condiciones óptimas de trabajo por lo que se procedió al reemplazo de válvulas, guías y árbol de levas para restablecer el sellado y la correcta apertura de admisión y escape. También se reemplazaron piezas auxiliares fundamentales como la bomba de aceite, la bomba de agua, los ductos de refrigeración, los empaques, los sellos y elementos del sistema de encendido logrando eliminar fugas, mejorar la lubricación y optimizar la sincronización del motor.

Al finalizar el proceso de armado y calibración, se realizó la prueba final de compresión que arrojó valores de 140 PSI, 145 PSI y 145 PSI en los primeros tres cilindros, demostrando una notable recuperación de la presión interna, mejor combustión y funcionamiento uniforme del conjunto motriz. Así, el motor mostró menor consumo de aceite, mejor estabilidad de marcha, correcto encendido y mayor eficiencia mecánica.

10. Conclusiones

Se logró cumplir con el objetivo general del proyecto al diagnosticar y reparar de forma satisfactoria el motor G4EK del Hyundai Accent, corrigiendo las fallas que ocasionaban el consumo excesivo de aceite y el funcionamiento irregular del sistema de encendido. A través del desmontaje total del motor, la inspección visual, la limpieza técnica, la medición de holguras y su comparación con las especificaciones del fabricante, se pudo determinar el estado real de cada uno de los componentes internos y externos del conjunto motriz. En este proceso se determinó que las causas principales del alto consumo de aceite estaban relacionadas con el considerable desgaste de cilindros, pistones, anillos, cojinetes, guías de válvulas, juego axial excesivo del cigüeñal y deterioro de la junta de culata, elementos que ocasionaban pérdida de compresión, deficiencia de sellado y filtración de lubricante hacia la cámara de combustión.

También se observó un desgaste muy considerable en el árbol de levas y en los soportes del cabezal, así como fallas en piezas auxiliares como la bomba de aceite, bomba de agua y conductos de refrigeración, lo que afectaba la adecuada lubricación y estabilidad térmica del motor. En el sistema de encendido se encontraron irregularidades en la sincronización y falta de funcionamiento correcto en ciertos componentes de control, lo que afectó directamente la producción de la chispa y la eficiencia de la combustión. Ante estas condiciones se realizaron trabajos de rectificación del bloque motor, instalación de

pistones sobremedida, cambio de anillos, cojinetes, válvulas, guías, árbol de levas, bomba de aceite, bomba de agua, empaques y demás componentes necesarios, así como el armado técnico y la sincronización de acuerdo a los parámetros establecidos por el fabricante.

Finalmente, los resultados de la prueba de compresión obtenidos, con valores entre 140 y 145 PSI, permitieron comprobar una recuperación favorable de la hermeticidad interna, una combustión más uniforme, una reducción del consumo de aceite y un funcionamiento más estable y eficiente del motor, demostrando que el proceso de diagnóstico y reparación fue efectivo y permitió restablecer las condiciones óptimas de operación del vehículo.

11. Referencias

Aldás, J., Guamán, A. & Morocho, V. (2021). Análisis de eficiencia térmica en motores de combustión interna. *INGENIUS, Revista de Ciencia y Tecnología*, 26, 15–24. <https://ingenius.ups.edu.ec/index.php/ingenius/article/view/26.2021.02>

Hyundai Motor Company. (2003). Hyundai Accent service manual: Engine mechanical inspection and piston specifications. Hyundai Motor Company. <https://www.scribd.com/document/516827040/HYUNDAI-Accent-MANUAL-DE-SERVICIO-ANO-2003-ANO-1-5L>

Hyundai Motor Company. (2006a). Engine mechanical tightening procedures and repair specifications. Hyundai Technical Information System. <https://www.hamannual.com/accent-349.html>

Hyundai Motor Company. (2006b). Workshop manual: Piston to cylinder clearance and crankshaft journal inspection. Hyundai Motor Company Technical Service Division. <https://www.hamannual.com/accent-349.html>

Hyundai Specs Database. (2024). Hyundai Accent engine bolt torque specifications and fastener values. Hyundai Technical Specifications Repository. <https://hyundai-specs.com/accent/2006-2011/1.6l-engine/torque-specs>

Mitchell Repair Information Company, LLC. (2011). Hyundai Accent piston ring, crankshaft and cylinder block dimensional specifications. Mitchell Repair

Information Company. <https://www.manualslib.com/manual/2483053/Hyundai-Accent-Gl-2002.html>

Richard, S. (2018). Controlled ignition for premix engines: Need and principle. *Techniques de l'Ingénieur*. <https://www.techniques-ingenieur.fr/en/resources/article/ti151/controlled-ignition-for-premix-engines-need-and-principle-bm2570/v1>

Tormos, B., Martín, J. & Novella, R. (2007). A review of solutions and mechanisms for oil consumption in internal combustion engines. *SAE Technical Papers*. <https://saemobilus.sae.org/papers/a-review-solutions-mechanism-oil-consumption-internal-combustion-engines-2007-01-1973>

Ultimate Specs. (s. f.). Hyundai Accent I vs Hyundai Accent I – Comparación de especificaciones técnicas. <https://www.ultimatespecs.com/es/car-comparator/4355,4354/Hyundai-Accent-I-vs-Hyundai-Accent-I.html>

Yusaf, T., Hamawand, I. & Baker, P. (2014). Combustion characteristics and engine performance analysis. *Energy Procedia*, 61, 256–259. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1540748914004283>