



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA
AUTOMOTRIZ

Trabajo de Titulación:
**REPARACIÓN DE MOTOR DE UN VEHÍCULO CHEVROLET
OPTRA 1.8 LITROS**

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

Autor:
Andrés Sebastián Ojeda Ramirez
Zhandel Mauricio Lara Calle

Director de tesis:
Mgst. Diego Francisco Torres Moscoso

Cuenca – Ecuador
2026

1. Dedicatoria:

Dedico este trabajo de titulación a mis padres, Wilson Ojeda y Maritza Ramírez, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional. Gracias por confiar en mí y por enseñarme, con su ejemplo, el valor de la responsabilidad y la perseverancia. A mis hermanos, Kleyra y David, por estar siempre presentes y brindarme su compañía durante este proceso. A mi novia, Keyla Chávez, por su amor, paciencia y apoyo constante, incluso en el desarrollo de proyectos de mi carrera. Su presencia fue una motivación importante para culminar esta etapa. A mi tía, Cynthia Ramírez, por sus consejos, por cuidar mis intereses y por recordarme siempre la importancia de mi formación universitaria. A mis primos y amigos, por su compañía, sus palabras de ánimo y por formar parte de este camino.

Con gratitud y cariño, dedico este logro a todos ellos.

-Andrés Sebastián Ojeda Ramirez-

A mis padres, Galo Lara y Mirian Calle mis primeros maestros. Gracias por inculcarme la disciplina, la honestidad y el amor por el trabajo bien hecho. Sus consejos y su determinación me han permitido ver que, con perseverancia, cualquier meta es alcanzable.

- Zhandel Mauricio Lara Calle-

2. Agradecimientos:

Agradecemos a nuestro tutor, Mgst. Diego Francisco Torres Moscoso, por su guía, acompañamiento y orientación durante el desarrollo de este trabajo de titulación. Sus observaciones y recomendaciones fueron importantes para llevar a cabo el proceso de diagnóstico, reparación y documentación del motor.

De igual manera, expresamos nuestro agradecimiento al Tecnólogo Luis Tapia, quien, aunque actualmente se encuentra jubilado, brindó su apoyo y conocimientos durante los años anteriores de nuestra formación académica. Su ayuda fue valiosa en distintas etapas de aprendizaje dentro de la carrera.

También agradecemos a la Universidad del Azuay, a la Facultad de Ciencia y Tecnología y a los docentes que formaron parte de nuestro proceso académico, por contribuir con sus enseñanzas, experiencia y apoyo a nuestra preparación profesional.

Andrés Sebastián Ojeda Ramirez

Zhandel Mauricio Lara Calle

3. Resumen

El presente trabajo constituye una memoria técnica sobre la reparación de motor de un vehículo Chevrolet Optra 1.8 litros, el cual presenta fallas relacionadas con consumo excesivo de aceite, pérdida de rendimiento y deterioro interno asociado a una deficiencia en el sistema de lubricación. El objetivo del estudio fue recuperar las condiciones operativas del motor mediante un proceso que incluyó diagnóstico, desmontaje, evaluación de componentes, rectificación y ensamblaje. Durante la intervención se identificaron daños en elementos críticos como cilindros, cojinetes, pistones y cabezote. A partir de estos hallazgos, se realizaron procesos de rectificación en el bloque, cigüeñal y cabezote, junto con el reemplazo de componentes que afectan el sellado y funcionamiento del sistema. El ensamblaje se llevó a cabo utilizando herramientas de medición y control de torque, respetando tolerancias y especificaciones técnicas. Como resultado, el motor presentó un funcionamiento estable, con valores de compresión entre 130 y 135 psi y pérdidas mínimas en la prueba de fugas. Además, se eliminó el consumo excesivo de aceite y las fallas iniciales, confirmando la recuperación del sellado interno y del desempeño del motor.

Palabras clave: motor F18D3, diagnóstico, rectificación, sistema de lubricación, consumo de aceite.

4. Abstract

This work constitutes a technical report on the repair of a Chevrolet Optra 1.8 liter vehicle engine, which presented failures related to excessive oil consumption, performance loss, and internal damage caused by lubrication system deficiency. The objective was to restore the engine's operating condition through a process that included diagnosis, disassembly, component evaluation, machining, and reassembly. During the intervention, damage was identified in critical components such as cylinders, bearings, pistons, and cylinder head. Based on these findings, machining was performed on the engine block, crankshaft, and cylinder head, along with the replacement of components that affected sealing and system performance. The engine was reassembled using precision measuring tools and torque control, following technical specifications. As a result, the engine showed stable operation, with compression values between 130 and 135 psi and minimal leakage during leak down testing. In addition, excessive oil consumption and initial issues were eliminated, confirming the recovery of internal sealing and engine performance.

Keywords: F18D3 engine, diagnosis, machining, lubrication system, oil consumption.

5. Índice de Contenidos

1.	Dedicatoria:.....	II
2.	Agradecimientos:	III
3.	Resumen.....	IV
4.	Abstract	IV
5.	Índice de Contenidos.....	VI
6.	Índice de tablas.....	VIII
7.	Índice figuras.....	VIII
8.	Introducción:	1
9.	Objetivos	2
9.1.1.	Objetivo general	2
9.1.2.	Objetivos específicos	2
10.	Marco Teórico.....	2
10.1.	Funcionamiento del motor de combustión interna de cuatro tiempos	2
10.2.	Procesos del Ciclo Térmico	3
10.3.	Sistema de lubricación del motor.....	3
10.4.	Sistema de refrigeración del motor	4
10.5.	Desgaste de componentes del motor.....	4
10.6.	Consecuencias de la falta de lubricación en motores.....	5
10.7.	Características técnicas del motor Chevrolet F18D3	5
10.8.	Especificaciones del Motor.....	6
11.	Procedimiento	7
11.1.	Comprobaciones Preliminares	8
11.1.1.	Consideraciones previas a la reparación de motor	8
11.2.	Desmontaje del conjunto motor.....	9
11.2.1.	Preparación y desmontaje de periféricos.....	10
11.2.2.	Gestión Electrónica.....	10
11.2.3.	Desmontaje de accesorios	11
11.2.4.	Drenaje de fluidos.....	12
11.2.5.	Limpieza y acondicionamiento del motor.....	13
11.3.	Despiece del motor	14
11.3.1.	Desmontaje del sistema de distribución.....	15
11.3.2.	Desmontaje de Cabezote.....	15
11.3.3.	Desmontaje del cárter y sistema de lubricación	17
11.3.4.	Extracción del conjunto pistón-biela.....	18
11.3.5.	Desmontaje del cigüeñal y cojinetes	18
11.3.6.	Limpieza de componentes internos.....	18
11.3.7.	Registro y análisis de evidencias	19

11.4.	Medición de holguras y tolerancias	20
11.4.1.	Criterios de intervención.....	21
11.5.	Proceso de rectificación.....	22
11.5.1.	Rectificación y acondicionamiento del bloque de cilindros.....	24
11.5.2.	Cepillado del bloque	24
11.5.3.	Rectificado y pulido del cigüeñal.....	25
11.5.4.	Acondicionamiento de bielas y reemplazo cojinetes	25
11.5.5.	Sustitución del conjunto pistón-anillos	25
11.5.6.	Rectificación y reparación de cabezote.....	26
11.5.7.	Sustitución de guías, sellos y válvulas	27
11.5.8.	Procesos complementarios.....	27
11.5.9.	Justificación técnica del proceso.....	28
11.6.	Armado del motor y comprobaciones previas.	28
11.6.1.	Comprobación dimensional y de superficies.	29
11.6.2.	Análisis de ovalización y conicidad.....	31
11.6.3.	Verificación de planicidad.	32
11.6.4.	Verificación de conductos de lubricación.	32
11.6.5.	Selección de componentes a sobremedida.	33
11.6.6.	Preparación para el ensamblaje.....	33
11.6.7.	Ensamblaje de conjunto motor inferior.....	33
11.6.8.	Ensamble del sistema de lubricación.	2
11.6.9.	Montaje del cabezote y sistema de distribución.....	36
11.6.10.	Montaje de componentes auxiliares y verificaciones previas al arranque.....	39
11.7.	Resultados después de la reparación.....	1
11.7.1.	Resultados de prueba de compresión.	42
11.7.2.	Resultados de las pruebas de fugas.	44
11.7.3.	Análisis del sistema de lubricación y consumo de aceite.....	44
11.7.4.	Evaluación del comportamiento general del motor.....	44
11.7.5.	Verificación de estanqueidad y temperatura de operación.....	44
11.7.6.	Evaluación del sistema de dirección	45
11.7.7.	Verificación de gases de escape.....	45
11.7.8.	Verificación final de funcionamiento.....	45
11.7.9.	Registro de costos de intervención	46
12.	Conclusiones	47
13.	Recomendaciones.....	48
14.	Referencias bibliográficas	48

6. Índice de tablas

Tabla 1. Ficha técnica del Motor	6
Tabla 2. Valores del Motor	7
Tabla 3. Análisis de componentes para reemplazo	20
Tabla 4. Análisis de componentes a rectificar	21
Tabla 5. Mediciones en el cilindro 1	29
Tabla 6. Mediciones en el cilindro 2	29
Tabla 7. Mediciones en el cilindro 3	30
Tabla 8. Mediciones en el cilindro 4	30
Tabla 9. Medición de compresión por cilindro	43
Tabla 10. Mediciones de hermeticidad	43
Tabla 11. Resultados prueba de gases de escape	45
Tabla 12. Valores por rectificación	46
Tabla 13. Valores de repuestos	46
Tabla 14. Valores insumos	47

7. Índice figuras

Figura 1 Extracción de motor	9
Figura2 Entrega de motor	9
Figura3 Despiece de motor	10
Figura 4 Extracción de arnés	11
Figura 5 Desmontaje de accesorios	12
Figura 6 Aceite lubricante extraído	13
Figura 7 Limpieza de motor	14
Figura 8 Clasificación de pernos y componentes	14
Figura 9 Sistema de distribución	15
Figura10 Orden de aflojamiento	16
Figura 11 Estado bloque motor	17
Figura 13 Pernos del cárter	18
Figura 14 Limpieza componentes internos	19
Figura 16 Cigüeñal marcado	22
Figura 17 Recepción de componentes rectificadora	23
Figura 18 Orden de trabajo rectificadora	23
Figura 19 Bloque rectificado	24
Figura 20 Cigüeñal rectificado	25
Figura 21 Pistones nuevos	26
Figura 22 Rectificación de cabezote	27

Figura 23	Reemplazo sellos de válvula	27
Figura 24	Elementos rectificados.....	28
Figura 25	Pruebas con alesómetro.....	31
Figura 26	Pruebas de planicidad	32
Figura 27	Instalación de cigüeñal	34
Figura 29	Holgura de anillo	34
Figura 28	Prueba plastigage.....	2
Figura 30	Calibración de anillos	2
Figura 31	Torque a las bielas	2
Figura 32	Pistones instalados.....	2
Figura 33	Instalación colador	2
Figura 34	Torque cárter	2
Figura 35	Reemplazo empaque cabezote.....	37
Figura 37	Torque cabezote	37
Figura 36	Árboles de levas	39
Figura 38	Distribución sincronizada.....	39
Figura 39	Armado del escape	39
Figura 40	Armado de admisión.....	39
Figura 41	Instalación de inyectores	1
Figura 42	Motor armado	1
Figura 43	Instalación de retén.....	1
Figura 44	Instalación de embrague	1
Figura 45	Motor listo para traslado	1
Figura 46	Compresión cilindro 1	42
Figura 47	Compresión cilindro 2	42
Figura 48	Compresión cilindro 3	43
Figura 49	Compresión cilindro 4	43
Figura 50	Fugas cilindro 1	44
Figura 51	Fugas cilindro 2	44
Figura 52	Fugas cilindro 3	43
Figura 53	Fugas cilindro 4.....	43

8. Introducción:

El motor Chevrolet F18D3, de cuatro cilindros en línea, distribución DOHC y 1796 cc pertenece a uno de los autores del presente trabajo de titulación. Al inicio de la investigación, la unidad presentaba deficiencias operativas críticas, mismas que se manifestaban a través de emisiones visibles de humo, vibraciones anormales, ruidos y consumo excesivo de combustible.

En la primera etapa de pruebas dinámicas se detectó una inestabilidad en el ralentí. Durante las pruebas de carga, el motor experimentó una falla mecánica con ruidos de impactos internos, presencia de humo, y pérdida del par motor, lo cual impidió completar los protocolos de diagnóstico preliminares, requiriendo el traslado de unidad mediante remolque para su posterior desmontaje.

En la etapa subsecuente, el motor fue extraído y trasladado a los talleres de la Universidad del Azuay en la facultad de Ciencia y Tecnología, donde se procedió a realizar la limpieza y extracción de los elementos anexos, para complementar el diagnóstico, se procedió con la extracción del aceite evidenciando una coloración marrón grisácea, razón por la cual los tutores y colaboradores de la Universidad sugirieron omitir pruebas de compresión del motor y medición de fugas para evitar más daños en el motor debido a la presencia de refrigerante en el aceite. Una vez terminado el diagnóstico se determinó que el estado del motor justifica técnicamente la necesidad de reparación integral para restablecer su funcionamiento y devolverlo a las especificaciones dadas por el fabricante.

El trabajo conlleva necesariamente una reparación interna de los componentes afectados, con el fin de corregir problemas de funcionamiento y emisiones contaminantes, además es necesario que la unidad de potencia cumpla con los parámetros técnicos y ambientales exigidos por la legislación ecuatoriana vigente. Esto implica que el vehículo sea capaz de aprobar la Revisión Técnica Vehicular (RTV) anual, garantizando que los niveles de emisiones contaminantes se mantengan dentro de los límites permitidos.

9. Objetivos

9.1.1. Objetivo general

Diagnosticar y reparar el motor F18D3 de un vehículo Chevrolet Optra 1.8 del año 2013.

9.1.2. Objetivos específicos

- Desmontar, desarmar y verificar el estado funcional de los componentes del motor del vehículo Chevrolet Optra 2013.
- Reemplazar o reparar los componentes que se encuentren fuera de los límites de tolerancia establecidos por el fabricante.
- Armar y verificar el correcto estado funcional del motor.
- Documentar la información recabada en un informe técnico.

10. Marco Teórico

10.1. Funcionamiento del motor de combustión interna de cuatro tiempos

En la gran mayoría de vehículos automotores, es el motor de combustión interna el cual representa el sistema de generación de potencia, el cual basa su funcionamiento en la transformación de energía química la cual se encuentra concentrada en el combustible donde, genera energía mecánica mediante procesos de combustión controlada dentro de los cilindros del motor (Heywood, 2018).

“En los motores de cuatro tiempos, el ciclo operativo consta de cuatro etapas: admisión, compresión, combustión-expansión y escape” (Heywood, 2018b). Cada fase tiene características únicas, es así como en la fase de admisión, el pistón desciende, lo cual da lugar a que la mezcla de aire y combustible ingrese en el cilindro. Posteriormente, en la etapa de compresión, el pistón asciende, dando lugar a una disminución del volumen de la mezcla, elevando su presión y temperatura. En la tercera fase, se produce la combustión que es provocada por la chispa de la bujía, la expansión de los gases impulsa el pistón hacia abajo, esto genera el trabajo mecánico. Finalmente, en la fase de escape, los gases resultantes de la combustión son expulsados del cilindro para iniciar de nuevo el ciclo.

A su vez el movimiento alternativo de los pistones se transforma en movimiento rotativo por medio del cigüeñal, permitiendo así la conducción de potencia hacia el sistema de transmisión del vehículo. Este proceso requiere una sincronización precisa entre los

diferentes componentes del motor, especialmente el sistema de distribución y los sistemas auxiliares como la lubricación y la refrigeración.

10.2. Procesos del Ciclo Térmico

Como se mencionó con anterioridad, el funcionamiento base de un motor de combustión interna de cuatro tiempos se divide en procesos específicos de transferencia de masa y energía. Para que el proceso de compresión sea efectivo y el motor encienda, la presión interna debe superar los límites mínimos establecidos por el fabricante. En el caso puntual del vehículo de uso particular analizado, los daños internos reducen la hermeticidad de la cámara, provocando que los gases se escapen antes de completar la fase de potencia, situación que impide su funcionamiento normal.

10.3. Sistema de lubricación del motor

La lubricación es fundamental para el óptimo funcionamiento de un motor de combustión interna, debido a que su principal función es minimizar la fricción entre las superficies metálicas en movimiento. Durante la operación del motor, componentes como pistones, cojinetes, árboles de levas y cigüeñal están sometidos a altas cargas mecánicas y temperaturas elevadas, por lo que la presencia de una película lubricante resulta indispensable para evitar el desgaste prematuro.

Es así como el aceite utilizado como lubricante, circula a través del motor mediante una bomba que impulsa el fluido a través de galerías internas hacia los diferentes puntos de lubricación. De esta manera se forma una capa protectora entre las superficies metálicas que permite reducir el contacto directo entre ellas, disminuyendo la fricción y contribuyendo a la disipación del calor generado por el funcionamiento del motor.

Además de reducir la fricción, el aceite cumple otras funciones, tales como: limpiar partículas contaminantes, proteger contra la corrosión, además de contribuir al sellado parcial entre los anillos del pistón y las paredes del cilindro. En el caso de que el suministro de lubricante sea insuficiente o se produzca una pérdida de presión en el sistema, se generan condiciones de fricción elevada que pueden ocasionar daños severos en los componentes críticos del motor.

10.4. Sistema de refrigeración del motor

El sistema de refrigeración tiene como finalidad mantener la temperatura de operación del motor dentro de rangos adecuados que permitan su funcionamiento eficiente y seguro. Durante el proceso de combustión se generan altas temperaturas mismas que, en caso de no ser controladas, pueden llegar a provocar deformaciones en los componentes metálicos, además de dar lugar a pérdida de lubricación y fallas estructurales en el motor.

Este sistema generalmente está compuesto por elementos como el radiador, la bomba de agua, el termostato, las mangueras de circulación y el líquido refrigerante. El refrigerante circula a través de conductos internos del bloque del motor y el cabezote absorbiendo el calor generado durante la combustión. Posteriormente el fluido caliente es transportado hacia el radiador donde se disipa el calor hacia el ambiente mediante el flujo de aire.

El adecuado funcionamiento del sistema de refrigeración permite mantener condiciones térmicas estables dentro del motor, lo cual contribuye a preservar las propiedades del lubricante y evitar daños en componentes sensibles como el cabezote, los pistones y los empaques del motor.

10.5. Desgaste de componentes del motor

El desgaste mecánico es un fenómeno inevitable que tiene lugar cuando dos superficies que se mantienen en contacto, experimentan fricción durante un periodo prolongado de tiempo. En el caso de los motores de combustión interna, el desgaste se genera principalmente en componentes sometidos a cargas elevadas y movimientos continuos, como cilindros, pistones, cojinetes y tren de válvulas.

Es importante recalcar que existen diversos tipos de desgaste que pueden presentarse en un motor, entre los que destacan el adhesivo, abrasivo y corrosivo. El desgaste adhesivo se presenta cuando las superficies metálicas entran en contacto directo debido a la ruptura de la película lubricante. Por otro lado, el desgaste abrasivo se genera cuando partículas sólidas presentes en el aceite actúan como agentes de fricción entre las superficies. Por último, el desgaste corrosivo combina la fricción con reacciones químicas que deterioran la superficie por medio de humedad, contaminantes y ácidos.

El análisis del desgaste permite identificar las condiciones de operación del motor y determinar las posibles causas de fallas mecánicas, lo cual resulta fundamental en procesos de diagnóstico y reparación.

10.6. Consecuencias de la falta de lubricación en motores

Tanto la ausencia como deficiencia del sistema de lubricación constituye una de las causas más comunes de daño severo en motores de combustión interna. Cuando el suministro de aceite es insuficiente, las superficies metálicas dejan de estar separadas por la película lubricante y se produce contacto directo entre ellas, lo que genera fricción y por lo tanto aumento significativo de la temperatura (Heywood, 2018).

Por consiguiente, bajo estas condiciones, los componentes que son sometidos a mayor carga mecánica (como los cojinetes de biela y de bancada) tienden a presentar desgaste acelerado, rayaduras o incluso deformaciones. Asimismo, los pistones y las paredes de los cilindros pueden sufrir daños debido al aumento de la fricción y la temperatura, lo que provoca pérdida de compresión y reducción en la eficiencia del motor (Heywood, 2018).

En casos severos, la falta de lubricación puede ocasionar el agarrotamiento de los componentes internos del motor, lo cual conduce a fallas catastróficas que requieren procesos de reparación o reconstrucción del conjunto motriz.

10.7. Características técnicas del motor Chevrolet F18D3

El motor F18D3 es un modelo utilizado en diversos vehículos de la marca Chevrolet y Daewoo. Este motor posee una cilindrada aproximada de 1.8 litros y cuenta con un sistema de distribución de doble árbol de levas en cabeza (DOHC), el cual permite un control preciso de la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape (General Motors, s. f.).

El diseño de este motor incorpora cuatro válvulas por cilindro, lo que contribuye a mejorar la eficiencia volumétrica del motor y a su vez a optimizar el proceso de combustión. Asimismo, el sistema de alimentación de combustible se realiza mediante inyección electrónica, lo que permite un control más preciso de la mezcla aire-combustible en diferentes condiciones de operación (General Motors, s. f.).

En sí, la configuración que presenta el motor F18D3 está diseñada para ofrecer un equilibrio estable entre rendimiento, eficiencia y confiabilidad, características que explican su empleo frecuente en vehículos de uso particular. Sin embargo, como cualquier motor de combustión interna, su funcionamiento adecuado depende especialmente del mantenimiento periódico y del correcto funcionamiento de sistemas esenciales como la lubricación y la refrigeración.

10.8. Especificaciones del Motor

Tabla 1. Ficha técnica del Motor

Descripción		Motor F18D3	
Tipo		F18D3 (E-TEC II)	
Disposición y número de cilindros		4 cilindros en línea	
Combustible		Gasolina	
Sistema de válvulas		DOHC, 16 válvulas accionadas por correa	
Desplazamiento cc (cu in)		1.799 (109.7)	
Diámetro y carrera mm (in)		80.5 x 88.2 (3.17 x 3.47)	
Relación de compresión		9.5:1	
Presión de compresión KPa (kg/ cm ² , psi) - rpm		1.275 (13.0, 185)-250	
Sincronización de válvulas	IN	Abierto BTDC	4°
		Cerrado ABDC	42°
	EX	Abierto BBDC	42°
		Cerrado ATDC	4°
Rpm en ralenti		800 ± 50 rpm	

Orden de encendido	1-3-4-2
--------------------	---------

Nota: Adaptado de “ Manual de servicio Chevrolet Optra / Daewoo Lacetti Motor 1.8L DOHC”

Fuente: (General Motors, s. f.)

Tabla 2. *Valores del Motor*

Compresión de motor	Compresión: 1.275 kPa (13.0 kg/cm ² , 185 psi) - 250 rpm Mínima: 1.034 kPa (10.5\$ kg/cm ² , 150 psi) - 250 rpm
Medición de Presión de aceite	kPa(kg/cm ² , psi)
800 rpm	30 - 150 (0.3 - 1.5, 4.3 - 21.7)
3.000 rpm	300 - 450 (3.1 - 4.6, 43.5 - 65.2)

Nota: Adaptado de “ Manual de servicio Chevrolet Optra / Daewoo Lacetti Motor 1.8L DOHC”

Fuente: (General Motors, s. f.)

11. Procedimiento

- I. Comprobaciones preliminares.
- II. Desmontaje del conjunto motor.
- III. Despiece del motor.
- IV. Comprobación de holguras y tolerancias de las distintas piezas del motor.
- V. Operación: Armado de motor.
- VI. Montaje del conjunto motor.
- VII. Comprobaciones de funcionamiento.
- VIII. Resultados después de la reparación.

11.1. Comprobaciones Preliminares

Se procedió a una evaluación inicial del vehículo con la finalidad de identificar los indicios de falla que provocaron su inoperabilidad y falta de seguridad en su funcionamiento, en este caso particular al generarse un sonido producido por el motor en su último encendido se determinó que no era seguro llevar a cabo las pruebas diagnósticas convencionales, tales como medición de compresión o pruebas de fugas, por lo que se optó por realizar un diagnóstico visual lo cual nos permitirá establecer pérdidas de refrigerante o aceite presente en el exterior del mismo.

Una vez realizada dicho diagnóstico, se pudo establecer que la falla se encontraba asociada con falta de lubricación por consumo de aceite optando por no encender el motor ni realizar pruebas que impliquen el funcionamiento de mismo, siguiendo así las recomendaciones técnicas para prevenir daños adicionales generando un mayor deterioro de los componentes internos, la ausencia de una película lubricante daría lugar a un contacto directo entre superficies metálicas, incrementando así el desgaste y el riesgo de daño catastrófico.

Todo lo que se ha llevado a cabo hasta ahora, nos ha permitido identificar un consumo elevado de aceite de un litro cada 500 km recorridos o cada 15 días aproximadamente, lo cual sería un indicador de posible desgaste en componentes como anillos de pistón, sellos de válvula, o sistema de ventilación del cárter (PCV), factores asociados a fallas progresivas en motores de combustión interna.

11.1.1. Consideraciones previas a la reparación de motor

En consideración con las señales que presenta el vehículo y la imposibilidad de poner en funcionamiento el motor, se optó por realizar el desmontaje del conjunto motriz en el lugar donde el vehículo permaneció inmovilizado durante la reparación esto es en la zona occidental de la ciudad de Cuenca, esta decisión respondió al costo del traslado y la distancia entre el vehículo y los talleres de la Universidad del Azuay sumado a ello con procedimientos recomendados en mantenimiento automotriz que señalan que, en casos de falla crítica del motor es viable realizar el desmontaje en el sitio y trasladar únicamente el conjunto motriz para su intervención especializada.

En la Figura 1 y 2 se observa la extracción del conjunto motor y su recepción en el taller de la Universidad del Azuay, etapa necesaria para continuar con el diagnóstico y desmontaje del motor.

Figura 1 Extracción de motor



Nota: Extracción del conjunto motor para su traslado al taller de la Universidad del Azuay.

Figura2 Entrega de motor



Nota: Recepción del motor en el taller de la Universidad del Azuay

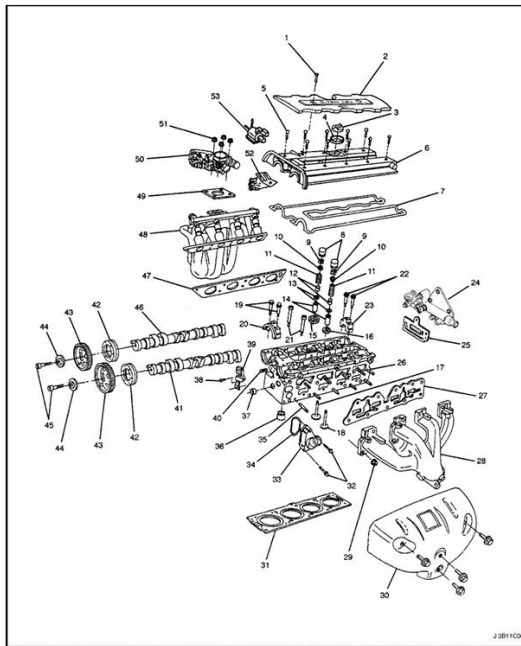
11.2. Desmontaje del conjunto motor

Una vez determinadas las condiciones del motor previas a su desmontaje se inició la preparación del motor y la desconexión de sus sistemas periféricos, proceso que se desarrolló siguiendo un orden técnico orientado a garantizar la integridad de los componentes y facilitar su posterior reparación.

El procedimiento se desarrolló utilizando prácticas de mantenimiento automotriz y lineamientos generales descritos en el manual de servicio del fabricante para este tipo de motor (General Motors, s. f.).

En la figura 3 se presenta el esquema de despiece del motor, utilizado como referencia para identificar el orden de desmontaje de los componentes.

Figura3 Despiece de motor



Nota: Esquema referencial utilizado para identificar la ubicación y orden de desmontaje de los componentes del motor.

Fuente: (1.8L DOHC ENGINE MECHANICAL, s. f.)

11.2.1. Preparación y desmontaje de periféricos

El procedimiento inició con la desconexión eléctrica de los sistemas auxiliares del motor, para evitar riesgos y daños durante la manipulación.

11.2.2. Gestión Electrónica

El primer paso fue desconectar los sockets de sensores y actuadores para su posterior almacenamiento, luego se realizó la desconexión progresiva del arnés eléctrico que conforma el tren motriz, separando conectores correspondientes a sensores y actuadores del sistema de la Unidad de Control de Motor (ECU).

Entre los principales elementos intervenidos se encontraron:

- Sensor de posición del cigüeñal (CKP)
- Sensor de posición del árbol de levas (CMP)
- Sensor de temperatura del refrigerante (ECT)

- Sensor (MAP)
- Válvula (IAC)
- Sensor de detonación (KNOCK)

Este procedimiento es fundamental para evitar daños en la unidad de control electrónico (ECU) y garantizar un desmontaje seguro del motor.

Figura 4 Extracción de arnés



Nota: Se retiró el arnés eléctrico del vano motor para su revisión.

11.2.3. Desmontaje de accesorios

Una vez que el motor se encontraba fuera del vehículo y ubicado en las instalaciones de la Universidad del Azuay, se continuó con el desmontaje de elementos anexos, permitiendo la liberación progresiva del conjunto motriz, para su posterior limpieza y despiece.

En esta etapa se extrajeron elementos como la banda de accesorios, bomba de dirección hidráulica, unidad de control de motor (ECU), motor de arranque y volante motor, logrando aislar completamente el bloque y sus componentes principales.

Este procedimiento permitió preparar el motor para la siguiente etapa, que corresponde al drenaje de fluidos, limpieza y acondicionamiento del conjunto.

Figura 5 Desmontaje de accesorios



Nota: Se retiro transmisión y los múltiples de admisión y escape

11.2.4. Drenaje de fluidos

Como parte del proceso previo a la reparación, se procedió con el drenaje de fluidos del motor para evitar derrames y facilitar las operaciones de desmontaje y el análisis de los fluidos, verificando el estado en que se encontraban en ese momento.

Se procedió a extraer el aceite mediante el tapón del cárter, durante esta etapa se evidenció una cantidad reducida de aceite lubricante lo cual confirma la condición crítica del sistema de lubricación y su relación directa con la falla presentada con posibles daños internos graves.

Esta situación es consistente con las fallas por falta de aceite, en las cuales la ausencia de aceite impide la formación de película hidrodinámica, generando desgaste acelerado en cojinetes y en superficies de fricción.

Figura 6 Aceite lubricante extraído



Nota: Extracción de Aceite y refrigerante previa al desmontaje interno

11.2.5. Limpieza y acondicionamiento del motor

Antes de proceder con el desensamblaje del motor se realizó un proceso de limpieza externa buscando eliminar residuos de aceite, grasas y suciedad acumulada en la superficie del motor y de la transmisión, este procedimiento es necesario para evitar la contaminación de componentes internos durante el despiece, así como para mejorar la visibilidad de zonas críticas durante la inspección.

La limpieza se llevó a cabo empleando productos como desengrasantes y herramientas manuales que facilitaron la remoción de la suciedad acumulada y adherida al bloque motor y la transmisión lo que permitió mejorar la visibilidad en posibles zonas afectadas de interés por la presencia de fugas o acumulación de residuos.

Figura 7 Limpieza de motor



Nota: Limpieza externa del motor antes del despiece.

11.3. Despiece del motor

Una vez terminado el proceso de limpieza del motor, se procedió al despiece completo del conjunto motor para evaluar el estado real de los componentes internos y determinar el grado de afectación ocasionado por la falta de lubricación y el tiempo de conducción en este estado.

El desensamble se efectuó manteniendo el orden y la identificación de cada componente, clasificando pernos por separado con el fin de preservar su posición original y facilitar tanto el diagnóstico de fallas como para su posterior proceso de ensamble.

Figura 8 Clasificación de pernos y componentes



Nota: Organización de pernos y piezas desmontadas del motor

11.3.1. Desmontaje del sistema de distribución

Se inició el desmontaje por el sistema de distribución, retirando las cubiertas protectoras, banda de distribución, tensores y poleas, hasta liberar el árbol de levas.

Como medida de seguridad, se verificaron las marcas de sincronización, revisando que estas se encuentren en la posición adecuada conforme a las especificaciones del fabricante y se realizaron marcas adicionales para facilitar el ensamble del sistema de distribución y evitar errores en la fase de puesta a punto del motor.

Este procedimiento ayuda a evitar errores en la sincronización del motor, los cuales pueden provocar fallas graves en su funcionamiento (General Motors, s. f.).

Figura 9 Sistema de distribución



Nota: Colocación en punto de la distribución del motor para empezar el desmontaje interno

11.3.2. Desmontaje de Cabezote

Se retiró el cabezote mediante el aflojamiento progresivo de los pernos en una secuencia cruzada en espiral de afuera hacia adentro, para liberar la tensión de forma gradual y evitar deformaciones o se fracture por un cambio brusco de presión.

Durante la inspección del cabezote se observó un deterioro significativo del empaque, destacando la ausencia de fragmentos de material en determinadas zonas, lo que indicó pérdida de integridad estructural del empaque. Esta condición puede comprometer el

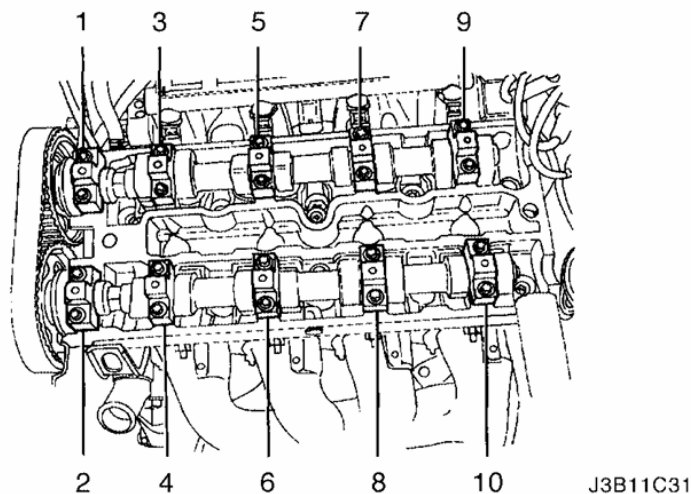
sellado adecuado entre el bloque y el cabezote, afectando la estanqueidad de los gases de combustión y los fluidos del motor.

Asimismo, en la zona correspondiente al alojamiento de las bujías y en la cámara de combustión se pudo apreciar una acumulación considerable de depósitos de carbonilla adherida y presencia de líquido refrigerante, en algunos casos, estos residuos cubrían parcialmente las bujías, lo cual indicó un proceso de combustión ineficiente.

Este fenómeno puede estar directamente relacionado con la presencia de aceite en la cámara de combustión, en cuyo estado se observó una acumulación del lubricante en el sistema de admisión. El mal funcionamiento del sistema de ventilación positiva del cárter, o PCV, puede estar vinculado con esa circunstancia. Si el PCV no funciona bien, puede dejar que los vapores de aceite fluyan en exceso hacia la admisión.

Como consecuencia el aceite ingresa al proceso de combustión generando depósitos de carbonilla tanto en válvulas, bujías y superficies internas del cabezote, este comportamiento puede ser una de las causas por las que se observa acumulación de residuos, y en cierta medida el consumo elevado de aceite previamente observado en el motor.

Figura10 Orden de aflojamiento



Nota: Secuencia utilizada para aflojar progresivamente los pernos del cabezote y evitar deformaciones durante el desmontaje.

Fuente: (1.8L DOHC ENGINE MECHANICAL, s. f.)

Figura 11 Estado bloque motor



Nota: Inspección del estado interno del bloque motor

Figura 12 Estado cabezote

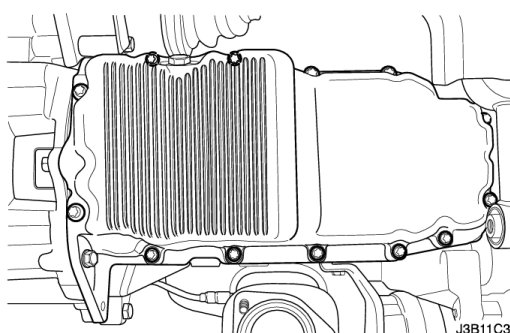


Nota: Estado de válvulas y cámara de combustión

11.3.3. Desmontaje del cárter y sistema de lubricación

Una vez retirado el cabezote, se procedió con el desmontaje del cárter del motor lo que permitió el acceso a componentes internos del sistema de lubricación como son la bomba de aceite y el colador de aceite, fue necesario realizar la inspección de estos elementos pues nos permite establecer el estado en el cual se encuentra los mismos, diagnóstico necesario a fin de establecer el funcionamiento deficiente que interfiere directamente con la buena distribución, lubricación, paso de aceite y el origen del daño, se logró observar indicios de desgaste como son virutas de metal dentro del cárter y algunas obstrucciones en la malla del colador de aceite que se pueden considerar como un factor de mala lubricación aclarando que este por sí solo constituye la causa que llevó a dañar la integridad del motor.

Figura 13 Pernos del cárter



Nota: Ubicación de los pernos retirados para desmontar el cárter y acceder al sistema inferior de lubricación.

Fuente: (1.8L DOHC ENGINE MECHANICAL, s. f.)

11.3.4. Extracción del conjunto pistón-biela

Debemos tener presente que la función que cumple el conjunto pistón-biela, es transmitir energía cinética al cigüeñal, lo que genera el ciclo de trabajo del automotor, es por ello que se procedió con la extracción del conjunto pistón-biela, elementos esenciales que como se tiene mencionado posibilita la transformación de la energía de combustión en movimiento mecánico, pues solo con su extracción se puede verificar su funcionamiento. Durante la inspección se apreciaron rayaduras en las paredes del pistón, desgaste en los anillos, y posibles marcas de fricción en los cilindros. Estos daños corresponden a fricción límite, donde no existe lubricación efectiva entre superficies.

11.3.5. Desmontaje del cigüeñal y cojinetes

Como siguiente paso, se optó por retirar las tapas de la bancada y proceder a la extracción del cigüeñal, en donde se pudo verificar que los cojinetes presentaron signos claros de desgaste, como decoloración por temperatura y marcas de arrastre, al igual que se pudo apreciar que estas condiciones son resultado del contacto directo entre superficies metálicas toda vez que los pistones se encuentran insertos dentro del bloque de cilindros, y al estar afectado, alterado, el sistema de lubricación no se puede mantener una presión adecuada.

11.3.6. Limpieza de componentes internos

Una vez finalizado el despiece del motor, se continuó con la limpieza de los componentes internos, con el objetivo de eliminar residuos de aceite degradado, carbonilla y partículas acumuladas durante su uso, lo que nos permite obtener una

evaluación precisa de dichos componentes al igual que se realizó una limpieza cautelosa de las superficies de contacto, zonas de fricción y elementos críticos del motor, que pueden enmascarar el daño real, esta limpieza se ejecutó utilizando desengrasantes y herramientas manuales, buscando siempre remover la mayor parte de contaminantes y obtener un acabado limpio, se prestó mayor atención a los orificios de lubricación y enfriamiento los cuales permiten una circulación adecuada del aceite y refrigerante, lo que permitirá el correcto funcionamiento del motor, evitando fugas o posibles obstrucciones en el sistema.

Posteriormente, los componentes fueron secados y organizados para su inspección detallada, permitiendo una mejor visualización de desgaste, deformaciones y daños asociados a la mala lubricación.

Figura 14 Limpieza componentes internos



Nota: Limpieza de las distintas piezas del motor, ya desarmado

11.3.7. Registro y análisis de evidencias

Durante el proceso de desarme se documentaron las condiciones y daños de cada componente permitiendo establecer qué componentes se encontraban en mal estado y cuáles podían aún ser utilizados, proceso que se registró mediante evidencias fotográficas y mediante la observación directa, lo que nos permitió encontrar las fallas debido a la falta de lubricación, ya que la presencia de desgaste generalizado en

componentes críticos como cojinetes, pistones, cabezote, cigüeñal y bloque motor, confirma que el motor operó bajo condiciones de lubricación insuficientes derivando en un deterioro prematuro de los componentes internos.

Tabla 3. *Análisis de componentes para reemplazo*

Componentes	Estado	Recomendación
Juego de empaques	Mal estado	Cambio de kit de empaques completo.
Válvula PCV	Mal estado	Reemplazo de válvula
Kit de embrague	Mal estado	Reemplazo de kit de embrague
Bombín de embrague	Funcional	Reemplazo preventivo
Bomba de aceite	Funcional	Reemplazo preventivo
Bomba de agua	Mal estado	Reemplazo de bomba de agua
Termostato	Funcional	Reemplazo preventivo
Kit de bandas	Funcional	Reemplazo preventivo

Nota: Lista de piezas en mal estado que fueron reemplazadas

11.4. Medición de holguras y tolerancias

Una vez finalizada la limpieza de componentes internos y externos, se inició con las comprobaciones visuales de los elementos críticos del motor para evaluar el alcance de los daños y determinar qué piezas son candidatas para su reutilización o requieren de

rectificación o reemplazo, considerando la presencia de daños evidentes como rayaduras, desgaste irregular y pérdida de material lo que afecta el normal desenvolvimiento del sistema.

Tabla 4. *Análisis de componentes a rectificar*

Componentes	Estado	Recomendación
Bloque Motor	Rayaduras visibles y perceptibles al tacto	Rectificado y cepillado de bloque
Cabezote	Desgaste del material	Rellenado de cabezote, cepillado cabezote y enguiada de cabezote
Pistones	Desgaste visible	Reemplazo
Válvulas	Mal estado	Reemplazo
Guías de Válvulas	Mal estado	Reemplazo
Cigüeñal	Marcas de fricción	Rectificado

Nota: Estado de las piezas consideradas para rectificación o reemplazo.

Una vez realizados los procesos de rectificación, se procedió a la verificación del estado de los componentes ya armados, comprobando que dichos ajustes se encontraran dentro de las condiciones adecuadas para su correcto funcionamiento, conforme a las especificaciones generales del fabricante (General Motors, s. f.).

11.4.1. Criterios de intervención

El criterio utilizado para determinar que era necesaria la rectificación de los componentes, se fundamentó en:

- Presencia de rayaduras profundas en los cilindros.
- Desgaste visible en pistones.

- Marcas de fricción entre componentes.
- Deterioro de cojinetes.

Estos factores son característicos de fallas asociadas a una lubricación deficiente, lo cual justificaba la rectificación de componentes sin necesidad de mediciones previas detalladas.

Figura 15 Bloque motor con daños



Nota: Bloque motor listo para la rectificación

Figura 16 Cigüeñal marcado



Nota: Cigüeñal en revisión para posterior rectificación

11.5. Proceso de rectificación

Antes de enviar los componentes a la rectificadora, se realizó una inspección visual y una comprobación básica del estado del bloque, cabezote, cigüeñal, identificando rayaduras, desgaste visible, marcas de fricción y pérdida de material. Debido a la condición crítica de las superficies, se determinó la necesidad de rectificación. El proceso de rectificación del cabezote, cigüeñal y block, se realizó en el taller especializado “Recticars”, procesos que se definieron en función del estado evidenciado en los mentados componentes y que se pudo evidenciar en la inspección visual como del proceso de despiece del motor, y así recuperar las condiciones dimensionales y

funcionales de los componentes afectados por la falla asociada al problema de lubricación.

Figura 17 Recepción de componentes rectificadora



Nota: Revisión de las piezas por parte del personal de la rectificadora

Figura 18 Orden de trabajo rectificadora

RECTICARS
RECTIFICADORA DE MOTORES
Monseñor Leonidas Proaño y Paseo Tres de Noviembre
0995458340

ORDEN DE TRABAJO 489

Recepción: 22/01/26 Entrega: _____ Maestro: _____
 Cliente: Muricio Lara Teléfono: 0981650708 Dirección: _____
 Vehículo: Optima Hatchback # Motor: _____

Trabajos		Repuestos	
Rectificada de Block (X)	60,00	Pistones (✓)	66,05
Enfundada de Block ()		Rines (✓)	23,20
Cepillada de Block (X)	35,00	Biela (✓)	11,45
Armado ¾ ()		Bancada (✓)	21,05
Rellenado block ()		½ luna ()	
Enguiada de Cabezote (X) (16) val + asentada	70,00	Válvulas admisión (✓)	121,00
Asientos () Calibrado () Armado (X)	20,00	Válvulas escape (✓)	
Rellenado cabezote (3) puntos	36,00	Guías de válvulas (16)	64,00
Cepillada Cabezote (X)	30,00	Asientos de válvulas ()	
Rectificada cigüeñal biela (2) bancada (20)	60,00	scillos	24,40
Pulida de cigüeñal biela () bancada ()			
Cambio tapones block (6) (#34)	24,00		
Cambio tapones cabezote () (#)			
Figuras block () cabezote ()			
Cambio de pistones (4)	20,00		
Acoplado de pistones (4)	20,00		
Cortado de rines (X)	15,00		
Cambio bujes de árbol de levas ()			
Cambio de bocines de brazos ()			
Comprobación Biela () Bancada ()			
Lavada de motor (X)	20,00		
Otros: 1 centro block / cabezote viene armado			
Sub total:	746,05		
Descuento			
Abono			
Saldo			

Nota: Datos sobre el trabajo de rectificación

11.5.1. Rectificación y acondicionamiento del bloque de cilindros

Se realizó la rectificación del bloque del motor, especialmente en la zona de los cilindros, para eliminar rayaduras, desgaste superficial, ovalización y conicidad, condiciones que afectan el desplazamiento del pistón y la capacidad de sellado de los anillos, generando pérdida de compresión y consumo de aceite, situación producida por el uso diario, el tiempo de funcionamiento del motor sin haber sido reparado y por la lubricación deficiente antes del fallo crítico que obligó a detener el vehículo.

Este proceso permitió recuperar la geometría cilíndrica adecuada, garantizando un buen ajuste y acople de los cilindros nuevos con sus respectivos anillos, al igual que se realizó el cambio de tapones del bloque, con el objetivo de prevenir fugas en el sistema de refrigeración, procesos son necesarios en motores afectados por el desgaste severo, permitiendo restablecer condiciones de operación seguras y eficientes.

11.5.2. Cepillado del bloque

Se realizó el cepillado del bloque con el objetivo de restablecer la planicidad en la zona de contacto del cabezote ya que las deformaciones en esta zona pueden provocar fugas de compresión, mezcla de fluidos o pérdida de presión en el sistemas de refrigeración, este procedimiento es fundamental para asegurar un buen sellado con la ayuda del empaque del cabezote, especialmente considerando el deterioro previamente identificado y las marcas visibles identificadas en puntos críticos en donde el empaque anteriormente llegó a su punto de fallo.

Figura 19 Bloque rectificado



Nota: Comprobaciones después de la rectificación

11.5.3. Rectificado y pulido del cigüeñal

El cigüeñal fue sometido a un proceso de rectificación en la bancada y los ejes de biela, con el objetivo de eliminar rayaduras, irregularidades y desgaste presentes en las superficies de contacto.

Además, se pulió el cigüeñal para mejorar el acabado superficial de los ejes de biela, reduciendo las rugosidades presentes y mejorando así la correcta formación de la película lubricante durante el funcionamiento del motor proceso habitual que permite reducir al máximo la fricción entre el cigüeñal y los cojinetes, así como también el prevenir el desgaste prematuro en los componentes, especialmente en motores con el mismo daño por operar bajo condiciones de lubricación crítica.

Figura 20 Cigüeñal rectificado



Nota: Proceso de rectificación del cigüeñal

11.5.4. Acondicionamiento de bielas y reemplazo cojinetes

Se realizó la verificación y acondicionamiento de las bielas, asegurando su correcta alineación y la integridad estructural del mismo, se debe señalar que en motores que trabajan bajo estas condiciones en las que hay una mala lubricación estos componentes pueden sufrir esfuerzos que alteran la geometría del mismo, se reemplazaron los cojinetes de biela y bancada, debido a las marcas de desgaste presentes en ellos pues estos elementos ayudan a mantener la lubricación entre las superficies móviles del motor, evitando el contacto directo entre metal con metal, por lo que su estado influye directamente en la vida útil del motor.

11.5.5. Sustitución del conjunto pistón-anillos

Se realizó el reemplazo de los pistones y de los anillos, debido al desgaste observado, en particular de los anillos pues suelen perder la capacidad de sellado cuando operan

con una lubricación deficiente, permitiendo el paso de aceite a la cámara de combustión lo que generaría carbonilla en la cámara, consumo elevado de combustible y ralenti inestable, es por ello que se contempló el correcto acoplamiento de pistones y el corte de los anillos para asegurar una correcta holgura en el cilindro logrando el correcto sellado en la cámara de combustión, evitando pérdidas de compresión y el consumo excesivo de aceite.

Figura 21 Pistones nuevos



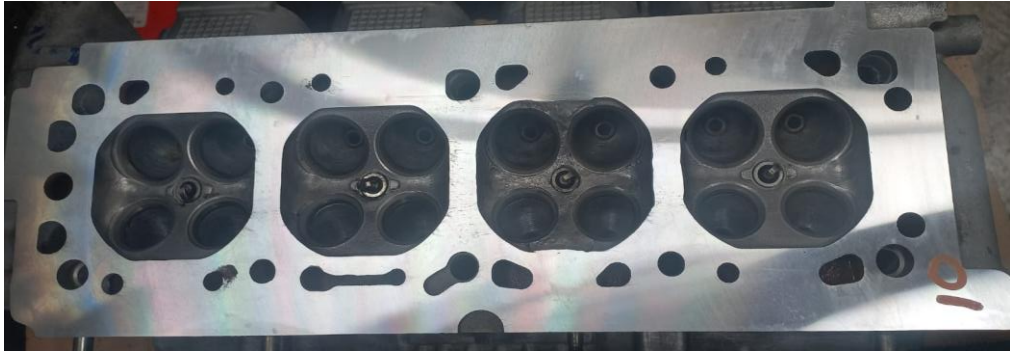
Nota: Pistones nuevos en medida 0.50

11.5.6. Rectificación y reparación de cabezote

El cabezote fue sometido a varios procesos de restauración, empezando por el cepillado del cabezote para recuperar la planicidad, acompañado del proceso de guiado mediante la sustitución de las guías de válvulas lo que permitió asegurar el correcto desplazamiento de las válvulas y evitar pérdidas de compresión, se realizó el proceso de asentamiento de válvulas, con el objetivo de obtener un cierre hermético en la cámara de combustión, en la zonas en donde se pudo apreciar un daño más severo, fue necesario realizar un proceso de rellenado, permitiendo recuperar el material y mantener la funcionalidad del componente.

Estos procedimientos fueron necesarios debido al desgaste, deterioro, presencia de aceite, carbonilla y deterioro del empaque del cabezote de manera catastrófica apreciados durante el desmontaje.

Figura 22 Rectificación de cabezote



Nota: Rectificación de cabezote y posterior comprobación de planicidad

11.5.7. Sustitución de guías, sellos y válvulas

Se realizó el reemplazo de válvulas de admisión y escape, así como de las guías y los sellos de válvula.

Se reemplazaron estos componentes porque son claves para asegurar un correcto sellado, evitando así el ingreso de aceite a la cámara de combustión, y mejorando la eficiencia en el proceso de combustión, evitando así también la emisión de gases contaminantes al medio ambiente.

Figura 23 Reemplazo sellos de válvula



Nota: Se cambiaron válvulas y sus respectivos sellos de válvulas

11.5.8. Procesos complementarios

Como parte de la hoja de trabajo presentada por el taller, se registraron procesos complementarios destinados a garantizar la calidad del trabajo:

- Lavado general del motor
- Limpieza de componentes

- Preparación de componentes y ensamble parcial de componentes para facilitar su transporte y manipulación.

Figura 24 Elementos rectificados



Nota: Recepción de las partes enviadas a la rectificadora

11.5.9. Justificación técnica del proceso.

Los procesos realizados corresponden a una rectificación integral, debido al desgaste generalizado ocasionado por la falta de lubricación, siendo necesarios para restablecer los parámetros recomendados por el fabricante.

La rectificación, el pulido y el reemplazo de componentes permitieron recuperar las condiciones de las condiciones de operación y parámetros correctos, buscando obtener una correcta lubricación del sistema, un adecuado ajuste entre piezas y un funcionamiento estable

11.6. Armado del motor y comprobaciones previas.

Una vez recibidos los componentes sometidos previamente a procesos de rectificación se inició con el proceso de armado, considerando criterios técnicos orientados a garantizar la fiabilidad en el motor y su correcto funcionamiento. Esta fase resultó de gran importancia ya que, si bien el motor venía de ser rectificado, los daños en los componentes fueron severos y era necesario controlar cuidadosamente cada etapa del armado para evitar dañar el motor o tener que repetir procesos por omisión, mal ensamble, o una mala rectificación.

En el caso particular del motor F18D3, cuya falla estuvo asociada a la falta de lubricación, se prestó especial atención a la verificación de superficies, conductos y

tolerancias, así como a la correcta preparación de los componentes antes del montaje, siguiendo las recomendaciones del fabricante y literatura técnica especializada para este tipo de motores (General Motors, s. f.).

11.6.1. Comprobación dimensional y de superficies.

Como parte del proceso de control posterior a la rectificación, se realizaron pruebas en los cilindros utilizando un alesómetro, con el fin de evaluar posibles deformaciones como ovalización y conicidad.

Las mediciones se realizaron en los ejes X y Y, en tres alturas considerando las zonas superior, media e inferior.

Tabla 5. *Mediciones en el cilindro 1*

Cilindro 1			
Posición	Eje Y (mm)	Eje X (mm)	Resultado
Superior	0.02	0.02	Dentro de tolerancia
Media	0.02	0.02	Dentro de tolerancia
Inferior	0.02	0.02	Dentro de tolerancia

Nota: Mediciones tomadas en el cilindro 1

Tabla 6. *Mediciones en el cilindro 2*

Cilindro 2			
Posición	Eje Y (mm)	Eje X (mm)	Resultados
Superior	0.01	0.02	Dentro de tolerancia

Media	0.01	0.02	Dentro de tolerancia
Inferior	0.01	0.01	Dentro de tolerancia

Nota: Mediciones tomadas en el cilindro 2

Tabla 7. Mediciones en el cilindro 3

Cilindro 3			
Posición	Eje Y (mm)	Eje X (mm)	Resultados
Superior	0.01	0.01	Dentro de tolerancia
Media	0.01	0.01	Dentro de tolerancia
Inferior	0.01	0.01	Dentro de tolerancia

Nota: Mediciones tomadas en el cilindro 3

Tabla 8. Mediciones en el cilindro 4

Cilindro 4			
Posición	Eje Y (mm)	Eje X (mm)	Resultado
Superior	0.01	0.02	Dentro de tolerancia
Media	0.01	0.02	Dentro de tolerancia
Inferior	0.01	0.01	Dentro de tolerancia

Nota: Mediciones tomadas en el cilindro 4

Estas mediciones permiten verificar el proceso de mecanizado, confirmando que cumple con las tolerancias necesarias para garantizar un adecuado acoplamiento entre pistón y cilindro, evitando pérdidas de compresión o consumo de aceite.

Figura 25 Pruebas con alesómetro



Nota: Revisión y pruebas, posterior a la rectificación

11.6.2. Análisis de ovalización y conicidad.

Los resultados obtenidos evidencian que las variaciones dimensionales en los cilindros se mantienen dentro de un rango reducido de tolerancia, entre 0.01 mm y 0.02 mm, lo cual indica que durante el proceso de rectificación se obtuvo un buen nivel de precisión.

Sin embargo en los cilindros 1 y 3 no se presenta ovalización y conicidad apreciable, lo que refleja una geometría uniforme. En los cilindros 2 y 4 se observaron ligeras variaciones entre los ejes X y Y, sin embargo, estas diferencias se mantienen dentro de parámetros aceptables.

En cuanto a la conicidad, no se aprecian cambios significativos entre las diferentes secciones de los cilindros, superior, media e inferior, lo que indica un proceso de mecanizado correcto, ya que es homogéneo en toda la longitud del cilindro.

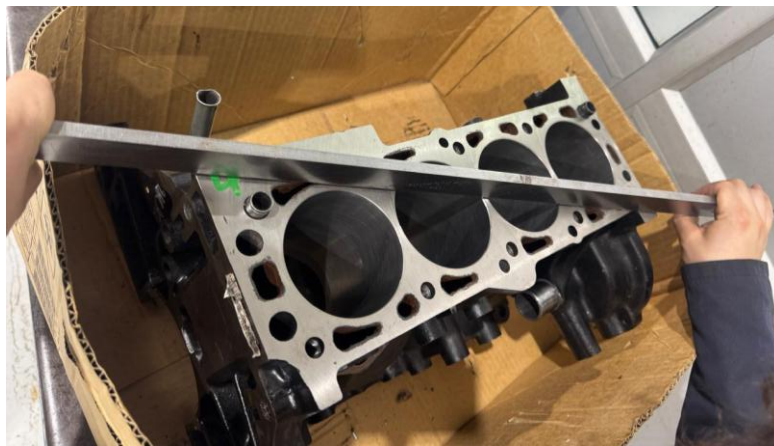
Estos resultados validaron la calidad del mecanizado, por lo que se continuó con el armado.

11.6.3. Verificación de planicidad.

Se verificó la planicidad tanto del bloque con el del cabezote, con el fin de asegurar un correcto sellado y contacto entre ambas superficies.

Este procedimiento es fundamental para garantizar que el empaque de la culata cumpla su función, evitando fugas de compresión, aceite o refrigerante durante el funcionamiento del motor, tal como lo establecen los procedimientos del fabricante (General Motors, s. f.).

Figura 26 Pruebas de planicidad



Nota: Pruebas de planicidad del bloque motor

11.6.4. Verificación de conductos de lubricación.

Considerando que la falla del motor estuvo directamente relacionada con la falta de lubricación, se consideró un enfoque más exhaustivo para verificar el estado de los componentes y conductos del sistema de lubricación. Por ello, se empleó un método práctico basado en la introducción de humo en las galerías de lubricación, lo que permitió visualizar el flujo interno y confirmar que no existan obstrucciones. Este procedimiento es importante, ya que una restricción en el paso de aceite, aunque sea mínima, puede comprometer nuevamente el funcionamiento del motor y afectar cojinetes y superficies de fricción.

Además, se consideró que problemas en el sistema de ventilación del cárter (PCV) pueden contribuir a la contaminación del aceite y a la acumulación de depósitos en el sistema de admisión, afectando de manera indirecta la lubricación del motor (General Motors, s. f.).

11.6.5. Selección de componentes a sobremedida.

Durante la rectificación fue necesario remover material para recuperar los parámetros de trabajo, se instalaron pistones en sobremedida de 0,50 mm, junto con anillos de la misma medida, se usaron cojinetes de biela en sobremedida de 0.50mm y cojinetes de bancada de 0.25mm, seleccionados en función del grado de rectificación del cigüeñal. La correcta elección de componentes utilizados y el grado de mecanizado debe ser directamente proporcional, permitiendo asegurar un adecuado ajuste entre los componentes, favoreciendo tanto el sellado como la lubricación del motor (General Motors, s. f.)

11.6.6. Preparación para el ensamblaje.

Antes de iniciar el proceso de armado, se verificó que todos los componentes se encuentren limpios y libres de contaminantes, se aplicó una capa de lubricante inicial en las superficies de contacto como cilindros, cojinetes y pistones, con el fin de evitar fricción durante el primer arranque, cuando el sistema aún no ha desarrollado presión de aceite. Este procedimiento es recomendado para procesos de ensamblaje de motores para prevenir desgaste prematuro (General Motors, s. f.)

11.6.7. Ensamblaje de conjunto motor inferior.

El armado, se inició por la parte inferior del motor, comenzando por la instalación del cigüeñal junto con los cojinetes de bancada previamente seleccionados en sobremedida y debidamente lubricados con aceite de ensamblaje, previo a su montaje, se verificó la limpieza en los alojamientos y la correcta alineación de los apoyos, con el fin de evitar desalineamientos que pudieran generar cargas irregulares durante el funcionamiento del motor. Para comprobar la holgura entre los cojinetes de bancada y el muñón del cigüeñal, se utilizó Plastigage, lo cual permitió validar que las tolerancias se encuentren dentro de parámetros adecuados para la formación de la película lubricante. En este aspecto, esta comprobación es fundamental, ya que una holgura inadecuada puede generar una pérdida de presión de aceite o producir un contacto directo entre superficies metálicas (General Motors, s. f.)

El ajuste de las tapas de bancada se realizó utilizando un torquímetro y un medidor de ángulo, aplicando el procedimiento recomendado por el fabricante, el cual consiste en un apriete inicial de aproximadamente 25 Nm, seguido de dos etapas angulares de 30° cada una. Este método de apriete controlado permite garantizar una distribución

uniforme de la carga y una correcta sujeción del cigüeñal al bloque (General Motors, s. f.)

A continuación, se montaron los conjuntos de pistones y bielas, calibrando los anillos de tal manera que el primer anillo de fuego, fue colocado a 0° , el segundo anillo de compresión, fue colocado opuesto al primero a 180° y por último el anillo de aceite, dividido en la primera sección a 90° , la zona media a 270° y la inferior desplazada 40° cualquiera de las dos para que no coincidan, para insertar los pistones en los cilindros se utilizó una faja compresora de anillos, herramienta que permite evitar daños en los anillos y en las paredes del cilindro durante el montaje (General Motors, s. f.).

El ajuste de los pernos de biela se realizó de igual manera mediante torquímetro y control angular, aplicando un torque inicial de 25 Nm seguido de un ángulo aproximado de 30° , garantizado así la correcta sujeción del conjunto y evitando fallas por aflojamiento o por exceso de torque. (General Motors, s. f.)

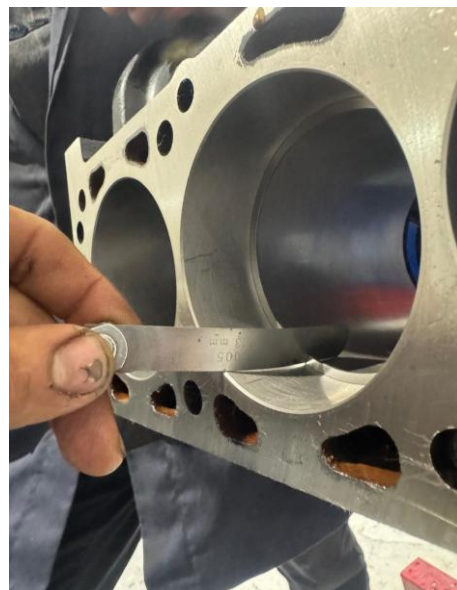
La correcta ejecución de este proceso es determinante, ya que este tipo de errores en el ensamblaje del conjunto inferior podrían derivar en múltiples fallas críticas, como agarrotamiento de cojinetes, pérdida de presión de aceite o un desgaste acelerado de los componentes.

Figura 27 Instalación de cigüeñal



Nota: Comprobación previa al armado.

Figura 29 Holgura de anillo



Nota: Revisión de luz de puntas de los cilindros.

Figura 28 Prueba plastigage



Nota: Prueba de Plastigage.

Figura 30 Calibración de anillos



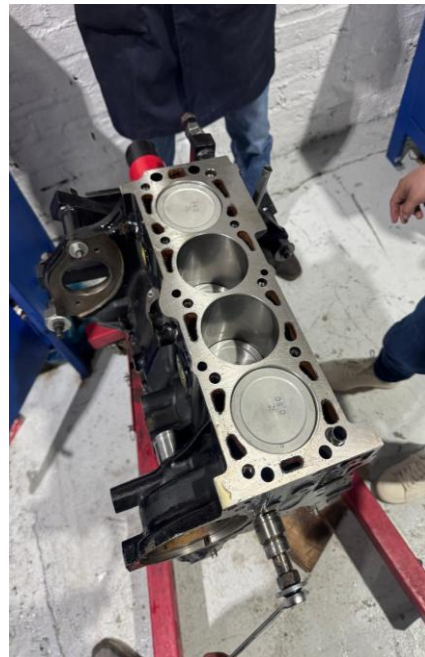
Nota: Colocación de rines y pistones nuevos.

Figura 31 Torque a las bielas



Nota: Apriete de bancadas de cigüeñal de acuerdo con el fabricante.

Figura 32 Pistones instalados



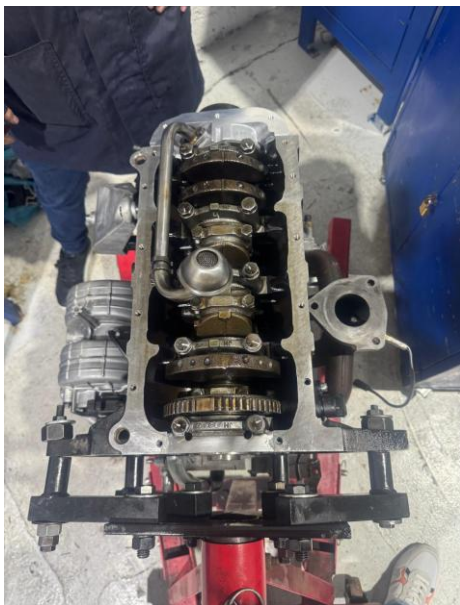
Nota: Revisión de armado de bloque motor.

11.6.8. Ensamble del sistema de lubricación.

Una vez ensamblado el cigüeñal, pistones y demás componentes, se procedió a la instalación del sistema de lubricación, comenzando por la bomba de aceite nueva, el montaje de la bomba se realizó asegurando su correcta alineación con el cigüeñal y comprobando el funcionamiento de la válvula de alivio, componente indispensable en la regulación de la presión del sistema. El apriete de los pernos de fijación se efectuó utilizando torquímetro, con un valor de 12 Nm, y se colocó una fina capa de silicona, buscando una fijación y un sellado correcto, conforme a recomendaciones dadas por el fabricante (General Motors, s. f.)

Una vez concluida la instalación de la bomba de aceite, se procedió a la instalación de el colador ya limpio y libre de las impurezas encontradas durante el desmontaje, para posteriormente concluir con la instalación del cárter del motor, colocando de igual manera una capa de silicona, y con el apriete de sus pernos mediante torquímetro, con un valor de 10 Nm, para así evitar deformaciones en la superficie y lograr un sellado hermético.

Figura 33 Instalación colador



Nota: Colocación del colador de aceite antes del cierre del cárter.

Figura 34 Torque cárter



Nota: Ajuste del cárter con torquímetro para asegurar el sellado del cárter.

11.6.9. Montaje del cabezote y sistema de distribución.

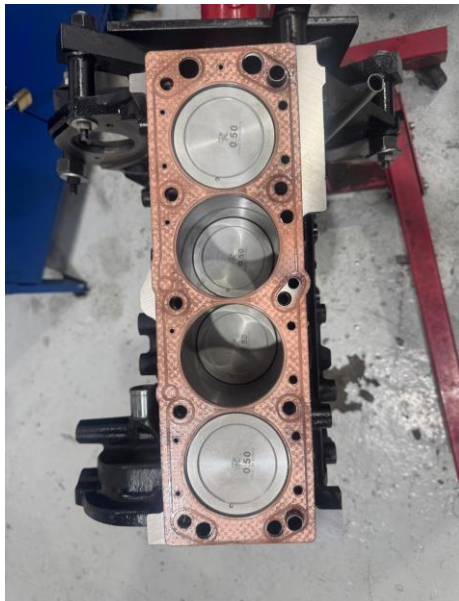
El montaje del cabezote se realizó utilizando un empaque nuevo, verificando previamente la limpieza y planicidad de las superficies de contacto, con el fin de garantizar un sellado adecuado y evitar fugas de compresión, aceite o refrigerante. Como parte de este procedimiento se utilizó un sellador en aerosol de cobre, que se colocó en el empaque del cabezote como apoyo para el sellado térmico del empaque, una vez puesto en posición correcta se procedió con el ajuste de pernos siguiendo una secuencia cruzada y progresiva, empleando el torquímetro y el medidor de ángulo. El procedimiento aplicado consistió en un apriete inicial de un valor de 25 Nm, seguido de un segundo apriete de 60 Nm, y posteriormente con dos etapas con el medidor angular de 90° cada una, conforme a las especificaciones del fabricante para motores de la familia GM 1.8 DOHC (General Motors, s. f.). Este método permite distribuir de manera uniforme las tensiones y evitar deformaciones en el cabezote.

Una vez instalado el cabezote, se procedió al montaje del sistema de distribución, como primer paso, se colocó el cigüeñal en punto muerto superior (PMS) del cilindro número uno, asegurando que la marca del engranaje del cigüeñal coincida con la referencia que trae el bloque integrado, procedimiento descrito en manuales de servicio del motor F18D3 como condición inicial para la sincronización (General Motors, s. f.), posteriormente se instalaron los árboles de levas, verificando que las marcas de sincronización de las poleas se encuentren alineadas con las referencias del cabezote, encontrándose en posición horizontal y enfrentadas entre sí. Esta configuración garantiza la correcta colocación en la posición de válvulas y pistones dentro del ciclo de trabajo del motor (General Motors, s. f.). Una vez alineados los componentes, se procedió a la instalación de la banda de distribución, iniciando con el engranaje del cigüeñal, continuando hacia las poleas de los árboles de levas y finalizando en el tensor, tratando de mantener la tensión en el lado opuesto al tensor para evitar desfase de la distribución durante el montaje (General Motors, s. f.). El tensor se ajustó conforme a las especificaciones dadas por el manual del fabricante, asegurando una tensión adecuada de la banda evitando errores comunes como el no usar la suficiente tensión dejando la banda floja y que a su vez esta falla provoque el deslizamiento de un diente y por ende se desincronice la distribución, o a su vez dejarla muy tensa generando un desgaste prematuro.

Como parte del procedimiento de revisión, se realizó un giro manual del motor mediante una llave de trinquete o carraca al cigüeñal, dando dos vueltas completas (720°), con el objetivo de confirmar que la distribución se armó de manera correcta, buscando descartar problemas como atasco, fuerza excesiva para girar el cigüeñal o que las marcas de distribución permanecieran alineadas al regresar a su posición inicial. Este procedimiento es recomendado en manuales de servicio y literatura técnica como método de validación de sincronización en motores de distribución mecánica (General Motors, s. f.)

La correcta ejecución de este proceso garantiza que el sistema de distribución opere de manera sincronizada, evitando fallas como es la pérdida de potencia, funcionamiento ineficiente o daños internos por el choque entre válvulas y pistones. (General Motors, s. f.; Heywood, 2018)

Figura 35 Reemplazo empaque cabezote



Nota: Colocación de empaque de cabezote

Figura 37 Torque cabezote



Nota: Armado de cabezote y torque necesario indicado por el fabricante

Figura 36 Árboles de levas



Nota: Colocación de árbol de levas de admisión y escape

Figura 38 Distribución sincronizada



Nota: Puesta a punto de motor y banda de distribución

11.6.10. Montaje de componentes auxiliares y verificaciones previas al arranque

Una vez terminado el ensamble del sistema de distribución, se procedió a la instalación de los componentes auxiliares del motor, incluyendo los sistemas de admisión, escape, encendido, inyección electrónica y arnés eléctrico. Durante este proceso, se verificó la correcta conexión de sensores críticos como CKP (posición del cigüeñal), CMP (posición del árbol de levas), ECT (temperatura del refrigerante), y MAP (presión absoluta del múltiple), los cuales son fundamentales para el sistema de inyección electrónica y correcto funcionamiento del motor ya que, si alguno no se conecta correctamente, el vehículo puede presentar un testigo en el tablero, inestabilidad del motor e incluso no encender en caso de no estar conectado (General Motors, s. f.)

Como parte de los procedimientos correctivos asociados a las fallas identificadas previamente, se realiza el reemplazo de la válvula PCV (Ventilación positiva del cárter), debido a que presentaba fallo grave al permitir el ingreso del aceite a la admisión y por ende se generaba la acumulación de depósitos de carbonilla observados durante el desarmado. La sustitución de este componente permite restablecer la correcta

ventilación del cárter, evitando el paso del aceite hacia la admisión y contribuyendo directamente a reducir el consumo de aceite (General Motors, s. f.).

Adicionalmente, se procedió al reemplazo del sensor de posición de la mariposa (TPS), debido a que presentaba lecturas erróneas, lo cual generaba aceleraciones involuntarias del motor y un ralentí inestable. Este tipo de falla afecta directamente el control de la mezcla aire-combustible y el ralentí del motor, condición muy común en los vehículos Chevrolet Optra 1.6 y 1.8, por lo que su sustitución era necesaria para garantizar el funcionamiento estable del sistema de inyección electrónica (General Motors, s. f.)

En paralelo con el ensamblaje del motor, se realizó la reparación de la cremallera de dirección, debido a que presentaba juego y fugas visibles, lo cual compromete la seguridad y maniobrabilidad del vehículo, esta intervención, aunque no forma parte directa del sistema motriz, resulta relevante ya que se pudo aprovechar el hecho de que el motor se encontraba desmontado y realizar así una instalación más fácil e integral de recuperación del vehículo, asegurando condiciones adecuadas de operación.

Figura . _ 39 Armado del escape



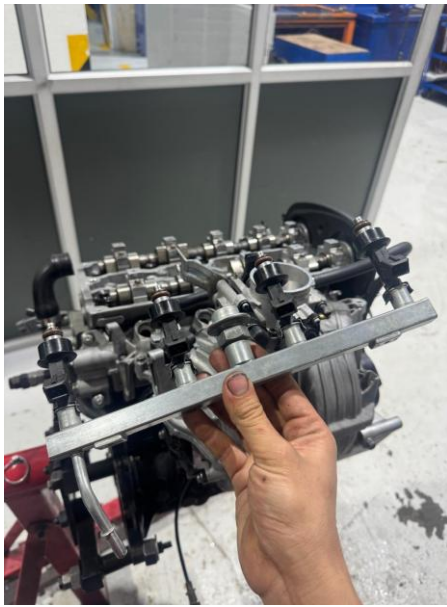
Nota: Colocación de empaque de múltiple de escape

Figura 40 Armado de admisión



Nota: Se instaló la admisión en el motor

Figura 41 Instalación de inyectores



Nota: Colocación de riel e inyectores ya lavados y comprobados

Figura 42 Motor armado



Nota: Revisión de motor después de culminar el armado

Posteriormente, se instalaron los accesorios del motor tales como el alternador, motor de arranque y bomba de dirección hidráulica, verificando su correcta fijación y alineación. Previo al arranque del motor, se llevaron a cabo pruebas de verificación del nivel de aceite, nivel de refrigerante, inspección de fugas de lubricante o refrigerante, comprobación del correcto montaje de mangueras y conexiones, adicionalmente, se realizó un cebado inicial al sistema de lubricación mediante el giro del motor sin encendido, ayudando a la circulación de aceite hacia los componentes internos antes del arranque. Este procedimiento es fundamental para evitar condiciones de fricción seca durante el primer arranque, especialmente en motores reparados. (General Motors, s. f.)

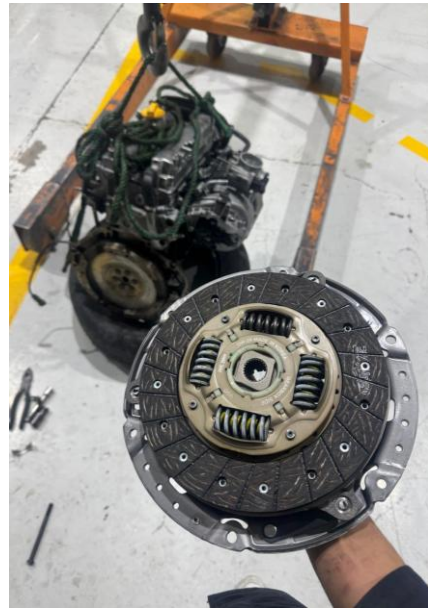
Estas comprobaciones permiten reducir significativamente el riesgo de fallas durante el primer arranque, garantizando así que el motor se encuentre en condiciones adecuadas para su arranque, y como revisión final del proceso de ensamble.

Figura 43 Instalación de retén



Nota: Se instaló el retén posterior del cigüeñal

Figura 44 Instalación de embrague



Nota: Montaje del disco y plato de embrague

Figura 45 Motor listo para traslado



Nota: Culminación de armado y revisión de aprietes de plato de embrague

11.7. Resultados después de la reparación

Finalizado el proceso de ensamblaje del motor y realizadas las verificaciones previas, se procedió a dar arranque al motor a fin de comprobar su desempeño como también analizar aspectos tales como por ejemplo si producía humo, ruidos internos, síntomas de sobrecalentamiento o fugas de aceite o refrigerante. En el primer arranque el vehículo

encendió de manera estable, sin presencia de vibraciones, se presentó un leve ruido en los taqués hidráulicos lo cuales permanecieron durante un minuto y luego desaparecieron, también se evidenció la presencia de humo por el escape, lo cual se generó como producto del aceite residual que aún se encontraba en el sistema de escape debido al fallo de la válvula PCV., debemos mencionar que el motor mantuvo un régimen de ralentí uniforme, lo cual evidenció el correcto funcionamiento del sistema de distribución y del sistema de inyección electrónica.

11.7.1. Resultados de prueba de compresión.

Con el fin de evaluar el sellado de los cilindros y la eficiencia del proceso de combustión, se realizó una prueba de compresión obteniendo los siguientes resultados:

Figura 46 Compresión cilindro 1



Nota: Presión de compresión del cilindro 1

Figura 47 Compresión cilindro 2



Nota: Presión de compresión del cilindro 2

Figura 48 Compresión cilindro 3



Nota: Presión de compresión del cilindro 3

Figura 49 Compresión cilindro 4



Nota: Presión de compresión del cilindro 4

Tabla 9. Medición de compresión por cilindro

Cilindro	Compresión (psi)
1	130 psi
2	135 psi
3	130 psi
4	130 psi

Nota: Tabla de datos con las mediciones de presión de compresión del motor

Los valores obtenidos durante la prueba presentan una variación mínima entre cilindros (± 5 psi), lo cual indica una distribución uniforme de la compresión y un adecuado sellado entre pistones, anillos y válvulas. Técnicamente, se considera dentro del rango aceptable una variación menor al 10% entre cilindros en motores de combustión interna, por lo que los resultados obtenidos se encuentran dentro de parámetros adecuados de funcionamiento.

Estos valores confirman que el proceso de rectificación fue adecuado, así como también del proceso de armado de pistones y anillos, y permitió recuperar la hermeticidad del motor.

11.7.2. Resultados de las pruebas de fugas.

En este punto se buscó confirmar el diagnóstico interno del motor, y que este logró recuperar su hermeticidad, se realizó una prueba de fugas por cilindro, obteniendo los siguientes valores:

Figura 50 Fugas cilindro 1



Nota: Verificación de fugas en cilindro 1

Figura 51 Fugas cilindro 2



Nota: Verificación de fugas en cilindro 2

Figura 52 Fugas cilindro 3



Nota: Verificación de fugas en cilindro 3

Figura 53 Fugas cilindro 4



Nota: Verificación de fugas en cilindro 4

Tabla 10. Mediciones de hermeticidad

Cilindro	Presión de entrada (kPa)	Presión retenida (kPa)
1	46 kPa	44 kPa
2	44 kPa	42 kPa
3	47 kPa	46 kPa
4	47 kPa	42 kPa

Nota: Prueba de hermeticidad realizada en cada uno de los cilindros

A partir de estos datos, se observa que la pérdida de presión es mínima en todos los cilindros, lo que indica una adecuada estanqueidad del sistema de combustión.

En términos técnicos, una baja diferencia entre la presión suministrada y la retenida refleja que no existen fugas significativas a través de válvulas, anillos o empaques, lo cual confirma que están asentados correctamente los componentes internos del motor.

El cilindro 3 presenta el mejor comportamiento con una pérdida de apenas 1 kPa, mientras que los demás cilindros muestran ligeras pérdidas adicionales, aunque estas se mantienen dentro de parámetros normales para un motor recién reparado.

11.7.3. Análisis del sistema de lubricación y consumo de aceite.

Durante las pruebas de funcionamiento, una vez que el vehículo terminara de quemar el aceite residual del escape, no se evidenció presencia de humo azul, ni tampoco indicios de consumo de aceite, este resultado representa una mejora frente a la condición inicial del motor

Con la rectificación de cilindros, la instalación de anillos nuevos, el reemplazo de sellos de válvula y la sustitución de la válvula PCV, se puede concluir que se logró una corrección integral del motor.

El sistema de ventilación del cárter desempeña un papel fundamental en el control del consumo de aceite, evitando su ingreso hacia la cámara de combustión.

11.7.4. Evaluación del comportamiento general del motor.

El motor presentó un funcionamiento estable en ralentí sin variaciones, lo cual confirma que el reemplazo del sensor TPS fue la decisión correcta ya que se consideró inicialmente que la causa podía ser la válvula IAC, pero tras un diagnóstico visual al igual que a través del escáner y el multímetro se comprobó que los datos de este sensor fueron erróneos. De igual manera, a la hora de realizar pruebas de aceleración, el vehículo no presentó ningún fallo como sería el caso de la pérdida de potencia, permitiendo corroborar el correcto funcionamiento del sistema de inyección y encendido.

11.7.5. Verificación de estanqueidad y temperatura de operación

Durante una prueba de ruta se exigió al vehículo en diferentes condiciones de operación para evaluar los sistemas de lubricación y refrigeración para comprobar que no existieran fugas de aceite ni de refrigerante, verificando que se instaló correctamente los empaques, en especial el del cabezote.

En cuanto a la temperatura de operación, el motor alcanzó valores normales sin presentar sobrecalentamiento, demostrando un funcionamiento correcto en el sistema de refrigeración.

11.7.6. Evaluación del sistema de dirección

Tras la reparación de la cremallera de dirección, se observó una mejora en la respuesta del sistema, eliminando fugas y holguras previamente presentes, lo cual contribuye a la seguridad y estabilidad del vehículo.

11.7.7. Verificación de gases de escape

Como parte de la verificación final del motor, se realizó una prueba de gases de escape en el taller de la Universidad de Azuay, con el objetivo de verificar el comportamiento del motor después de la reparación y comprobar si los valores de las emisiones se encontraban dentro de los límites permitidos.

La prueba realizada requería de datos como el modelo de vehículo, año modelo, cilindraje y odómetro. Durante la prueba se tomaron valores en ralentí y en aceleración, considerando parámetros como CO, CO₂, HC, O₂, lambda y revoluciones del motor.

Tabla 11. Resultados prueba de gases de escape

Condición de la prueba	RPM	Lambda	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	O ₂	Resultado
Aceleración	2510	1.018	0.48	13.2	85	0.74	Aprobado
Mínimo	740	1.025	0.45	13.0	139	0.91	Aprobado

Nota: Valores obtenidos en la prueba de gases de escape.

11.7.8. Verificación final de funcionamiento

Los resultados obtenidos permiten concluir que el motor recuperó sus condiciones operativas teniendo como datos que la compresión es uniforme entre cilindros, que tiene una adecuada estanqueidad interna, que existe una ausencia de consumo de aceite, que su funcionamiento estable y correcta obteniendo a su vez una respuesta del sistema eléctrico.

Estos resultados validan la correcta ejecución del proceso de diagnóstico, rectificación y ensamblaje, así como también la efectividad de las acciones correctivas implementadas para solucionar la falla original (General Motors, s. f.).

11.7.9. Registro de costos de intervención

Como parte complementaria del proceso de reparación, se realizó el registro de los costos asociados a la intervención del motor, con el propósito de cuantificar la inversión requerida para este proyecto.

Para ello, se consideraron rubros tales como: procesos de rectificación, adquisición de repuestos, mano de obra especializada, insumos utilizados durante el ensamblaje.

Tabla 12. *Valores por rectificación*

Concepto	Costo (USD)
Rectificación de bloque	139
Rectificación de cabezote	156
Cambio de pistones	159.70
Válvulas	121
Sellos de Válvulas y Guías de válvulas	88.40
Cigüeñal	60
Subtotal rectificadora	754.10 USD

Nota: Datos y presupuesto para la rectificación de piezas internas de motor

Tabla 13. *Valores de repuestos*

Repuesto	Costo (USD)
Juego de empaques	180
Bomba de aceite	140

Bomba de agua	160
Kit de embrague	110
Otros repuestos menores	60
Subtotal repuestos	450 USD

Nota: Valor de piezas que fueron cambiadas para el correcto funcionamiento

Tabla 14. *Valores insumos*

Insumo	Costo (USD)
Filtro de aire	8
Filtro de cabina	8
ATF para cremallera	10
Líquido de frenos DOT	10
Aceite de motor y refrigerante	60
Subtotal insumos	96 USD

Nota: Valor de los distintos insumos que se han utilizado post armado

12. Conclusiones

El diagnóstico realizado permitió determinar que el motor Chevrolet F18D3 presentaba fallas asociada al consumo de aceite y a un mal funcionamiento del sistema de lubricación. Durante el desármense observaron daños en componentes internos como pistones, anillos, cojinetes, bloque, cabezote y cigüeñal, lo que justificaba el realizar una reparación de motor.

El proceso de desmontaje ayudo a identificar el estado real de los componentes internos del motor. A partir de la revisión se determinó que elementos podían ser reutilizados, cuales requerían rectificación y cuales debían ser reemplazados, tomando en consideración el desgaste visible que presentaba, las marcas de fricción y la pérdida de material en las superficies de trabajo.

La rectificación del bloque, cabezote y cigüeñal permitió recuperar los parámetros de funcionamiento normales, además, el reemplazo de pistones, anillos, válvulas, sellos, empaques, etc, contribuyeron a mejorar el sellado interno, la lubricación y el funcionamiento en general del motor.

Durante el armado del motor se realizaron comprobaciones, armado y puesta a punto, de los componentes que conforman el motor, estas actividades se realizaron para evitar fallas durante el primer arranque y asegurar que los componentes trabajen de manera adecuada después de la reparación.

Las pruebas realizadas, como es en el caso de la compresión, se mantuvieron entre 130 y 135psi, con una variación mínima entre ellos, mientras que en la prueba de fugas mostro una adecuada hermeticidad interna, demostrando que el proceso de rectificación y armado, se ejecutó de la manera correcta.

Finalmente se realizó una prueba de gases de escape, para finalizar las comprobaciones. El vehículo aprobado dentro los parámetros normales, concluyendo en que se pudo recuperar las condiciones operativas del vehículo, eliminando sistemas relacionados con el humo, consumo excesivo de aceite, pérdida de rendimiento e inestabilidad.

13. Recomendaciones

Como recomendaciones, se debe realizar cambios de aceite y filtros dentro de los intervalos establecidos por el fabricante, utilizado un lubricante adecuado para el motor. Así como también el revisar de manera periódica el nivel de aceite. Especialmente después de una reparación, debido a que permite detectar a tiempo posibles consumos anormales.

También es importante verificar de manera periódica el estado de la válvula PCV durante los mantenimientos preventivos, debido a que por un fallo puede producir inestabilidad, pérdida de potencia y un testigo luminoso de Check Engine.

Se recomienda realizar una inspección visual del motor después de los primeros días, buscando fugas, o posibles daños que se pudieran producir y se hayan pasado por alto.

Es importan que durante el periodo de asentamiento del motor se debe tener precaución, de no exigir más de lo necesario, ya que en caso de no tener presente este conocimiento puede producir daños nuevamente, ya que, al encender la marcha de los vehículos, es el momento en el que más sufre el motor.

14. Referencias bibliográficas

Denton, T. (2018). Automobile mechanical and electrical systems (Second edition).

Routledge.

General Motors. (s. f.). Manual de Servicio Chevrolet Optra / Daewoo Lacetti Motor 1.8L

DOHC. General Motors Company.

Heywood, J. B. (2018). Internal Combustion Engine Fundamentals (2nd Edition).

McGraw-Hill

Education.

<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260116106>