

Instituto Superior Tecnológico Público
“De las Fuerzas Armadas”



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL
TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL MOTOR 4A
1997 PARA RECUPERAR EL TOYOTA COROLLA XL COMO
MATERIAL DE INSTRUCCIÓN DEL TALLER MECÁNICA
AUTOMOTRIZ DEL IESTPFFAA, 2024

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
MECÁNICA AUTOMOTRIZ

PRESENTADO POR:

APAZA CAYRA, Jack Mijael

NAJARRO DIAZ, Oscar Luis

LIMA, PERÚ

2025

Dedicatoria

Queremos agradecer a nuestras familias por su apoyo y confianza que nos han dado durante toda esta etapa de nuestra formación.

Agradecimientos

Reconocemos a nuestros docentes por compartir con sus conocimientos y percibir nuestras metas como estudiantes. A lo largo de cada clase, nos motivaron a acoger una visión más amplia sobre el mundo automotriz, y esperamos poder fructificar plenamente sus enseñanzas.

Asimismo, la armonía con la comunidad educativa del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público "De las Fuerzas Armadas" permitió la oportunidad de convertirnos en profesionales en esta emocionante carrera técnica.

Por último, expresamos con gratitud a todas las personas que nos han manifestado aliento en este largo camino, resistiendo y alcanzando con admirable paciencia nuestro esfuerzo para llevar a cabo este trabajo de aplicación.

Índice

Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	ix
Introducción.....	x
Capítulo I. Determinación del problema.....	11
1.1. Formulación del problema.....	11
1.1.1. Problema general.....	11
1.1.2. Problemas específicos.....	11
1.2. Objetivos	13
1.2.1. Objetivo general.....	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
1.3. Justificación.....	13
Capítulo II. Marco teórico.....	15
2.1. Estado de arte.....	16
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1. Motor Toyota 4A.....	18
2.2.2. Motor de Combustion interna Otto.....	19
2.2.3. Funcionamiento del motor Otto.....	19
2.2.4. Características clave del motor Otto.....	20
2.2.5. Partes principales del motor Otto.....	21
2.2.6. La culata y componentes.....	22
2.2.7. Componentes principales de la culata.....	22
2.2.8. El Monoblock.....	24
2.2.9. Diagnóstico del motor.....	26
2.2.10. Pasos comunes del diagnóstico.....	27
Capítulo III. Desarrollo del trabajo.....	32
3.1. Finalidad.....	33

3.2. Propósito.....	33
3.3. Actividades desarrolladas.....	34
3.3.1. Inspección visual del motor.....	34
3.3.2. Desmontaje del motor.....	34
3.3.3. Evaluación y limpieza.....	38
3.3.4. Reparación de motor, reemplazo de componentes.....	40
3.3.5. Montaje.....	42
3.3.6. Pruebas y ajustes.....	47
Capítulo IV. Resultados.....	48
4.1. Resultados.....	49
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.....	50
5.1. Conclusiones.....	51
5.2. Recomendaciones.....	52
Referencias bibliográficas.....	54
Apéndices.....	56
Apéndice A. Cronograma de actividades.....	57
Apéndice B. Organización del trabajo.....	58
Apéndice C. Actividades realizadas.....	59

Índice de figuras

Figura 1. Motor de combustion Interna.....	17
Figura 2. Funcionamiento del motor Otto.....	20
Figura 3. Caracteristicas del ciclo Otto.....	21
Figura 4. Partes principales del motor Otto	22
Figura 5. Componentes principales de la culata.....	23
Figura 6. El Monoblock.....	24
Figura 7. El Monoblock y componentes.....	24
Figura 8. Tipos de motores según posicion de cilindro.....	26
Figura 9. Diagnostico de motor.....	26
Figura 10. Diagnostico visual del motor.....	27
Figura 11. Prueba de presion de combustible.....	27
Figura 12. Desconexión de componentes.....	28
Figura 13 Levantamiento y separacion del motor.....	29
Figura 14. Calibración de anillos para reemplazo.....	30
Figura 15. Inspección de bujias.....	34
Figura 16. Desconexion de mangueras, cables.....	35
Figura 17. Retiro de motor.....	35
Figura18. Desmontaje de culata.....	36
Figura 19. Desmontaje de Monoblock.....	37
Figura 20. Desmontaje de pistones.....	37
Figura 21 Inspección de Monoblock.....	38
Figura 22. Inspección de culata.....	38
Figura 23. Inspección de valvulas.....	39
Figura 24. Inspeccion de metales de bancada.....	39
Figura 25 Bruñido de cilindro.....	40
Figura 26. Reemplazo de anillos.....	41
Figura 27. Asentado de valvulas.....	41
Figura 28 Presentando metales de bancada.....	42
Figura 29. Preparacion de Block de motor.....	43

Figura 32. Montaje de múltiple de admisión	44
Figura 33. Montaje de carter.	45
Figura 34. Puesta a punto	45
Figura 35. Acondicionamiento del compartimiento del vehículo	46
Figura 36. Montaje de motor	46
Figura 37. Pruebas de motor.....	47
Figura 38. Desmontaje del motor	59
Figura 39. Desarmado de componentes del bloque de motor.....	60
Figura 40. Desmontaje de cigüeñal del bloque de motor	60
Figura 41. Desmontaje de componentes del motor	60
Figura 42. Desmontaje de culata	61
Figura 43. Desmontaje de pistones del bloque de motor	61
Figura 44. Desmontaje de cárter y componentes.....	61

Resumen

El motor 4A de 1997, instalado de fábrica en el modelo Toyota Corolla XL, es un propulsor a gasolina de cuatro cilindros en línea, reconocido por su eficiencia y confiabilidad, cualidades para las que fue diseñado. Para garantizar un funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil, es indispensable aplicar métodos adecuados de mantenimiento preventivo, correctivo y de recuperación en el motor y sus sistemas asociados. El mantenimiento preventivo examina la sustitución del aceite, sus filtros de aire y de combustible, la exploración del sistema de refrigeración, como el cambio de bujías, control de los filtros de aire, de combustible y los ensayos de compresión en frío o de gases de escape, para impedir los desgastes garrafales y las averías prematuras que ocasionan por el mal programa de mantenimiento. La prueba de componentes del motor (colectores, tapa de culata, juntas, sistema de escape) resulta importante para la detección de fugas o desgastes prematuros por corrosión. La reparación de las averías, bien mediante la inspección visual, bien con las pruebas de compresión o las pruebas de los gases de escape. Las acciones correctivas son sustituciones de componentes o sistemas tales como la cadena de distribución, sensores y el sistema eléctrico o de inyección. La alineación de componentes y el ajuste de válvulas suponen también las técnicas adecuadas a incorporar en la recuperación del motor.

Con el fin de poder asegurar el correcto funcionamiento del motor es recomendable realizar pruebas de potencia, emisiones y el comportamiento correcto del motor después de las reparaciones realizadas. La clave del éxito de estas intervenciones técnicas radica en seguir estrictamente el contenido de los manuales técnicos de taller, utilizar repuestos de calidad garantizada, y dar capacitación a los técnicos acerca de técnicas modernas de diagnóstico de averías y reparaciones. Este conjunto de técnicas, cuando son correctamente aplicadas y puntuales, garantiza el correcto funcionamiento y la larga vida del motor 4A 1997 garantizando la seguridad y el correcto funcionamiento del vehículo y su uso diario.

Introducción

La adecuada conservación de los motores de automóviles es primordial para mantener su rendimiento y vida útil. En el campo de la mecánica del automóvil, el conocimiento y aplicación adecuada de técnicas de reparación y mantenimiento aseguran que se eviten estas fallas, además de costes y mecanización. Específicamente, el motor 4A de Toyota Corolla XL es uno de los motores más corriente con este fin, dado su buen funcionamiento, su bajo coste de conservación y fácil reparación. El motor 4A como motor de gasolina de cuatro cilindros en línea intima comportamientos específicos de mantenimiento preventivo, correctivo y de recuperación. La aplicación correcta de las técnicas de diagnóstico, inspección y reparación, conjuntamente del discernimiento sobre sus componentes y sus sistemas, son esenciales para que circule correctamente. Las operaciones más usuales son el cambio de lubricantes, la exploración de los sistemas de transmisión de potencia, la calibración de los sensores frente a su mecánica y la reparación de los componentes con fallos producidos por las operaciones, como cadenas, bujías, sistemas de inyección y eléctricas.

El presente trabajo de aplicación posee como intención ahondar más en las técnicas y en los procedimientos de la reparación y el mantenimiento del motor 4A 1997, cavilando sobre aspectos técnicos, metodológicos y prácticos. Además, procura sensibilizar sobre la importancia del mantenimiento para optimizar la estabilidad operativa del motor, su funcionalidad y sortear los costosos fallos que afecta al mismo. La diligencia correcta de estos conocimientos de mantenimiento contribuye a mejorar la calidad de la atención técnica en el taller automotriz y a la capacitación del personal de mecánicos calificados en la recuperación de motores de esta generación. En definitiva, esta aplicación tiene como objetivo aportar información acerca de las técnicas que favorecen el correcto funcionamiento del motor 4A 1997, en torno a buenas prácticas que aseguren la durabilidad y la eficiencia del mismo a la luz de la actualidad de la Mecánica Automotriz.

Capítulo I

Determinación del problema

1.1 Formulación del problema

El vehículo Toyota Corolla XL, equipado con un motor a gasolina del tipo 4A, es un automóvil en condiciones de inoperatividad como consecuencia de falta de mantenimiento preventivo por el cual afectó a los sistemas, así como al estado defectuoso de conservación del motor.

En el proceso de evaluación y diagnóstico del motor y sistemas, se determinó que aún es posible recuperar el vehículo y ponerlo en operatividad al servicio de los usuarios de la carrera de Mecánica Automotriz como vehículo de instrucción para las unidades específicas y afines.

La recuperación del vehículo implica un reto puesto de manifiesto ya que se trata de un vehículo en deplorables condiciones de funcionamiento, siendo el motor el principal mecanismo a intervenir con procedimientos técnicos de reparación específicas para garantizar el funcionamiento correcto, según las especificaciones del fabricante.

En tal sentido, orientamos el Trabajo de Aplicación Profesional titulado: “Técnicas de mantenimiento y reparación del motor 4A para recuperar el Toyoya Corolla XL como material de instrucción del taller de mecánica automotriz del IESTPFFAA, 2024”

1.1.1. Problema general

¿Cuáles son los procedimientos técnicos de mantenimiento y reparación del motor 4A 1997 para recuperar el Toyota Corolla XL como material de instrucción desarrollado en el taller de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA, 2025?

1.1.2. Problemas específicos

¿Qué técnicas de diagnóstico y reparación permiten recuperar la funcionalidad óptima del motor 4A 1997 como material de instrucción del taller de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA, 2025?

¿Qué procedimientos de mantenimiento preventivo se realiza para recuperar y extender la vida útil del motor 4A 1997 como material de instrucción del taller de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA, 2025?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Establecer y aplicar los procedimientos técnicos de mantenimiento y reparación del motor 4A 1997 para recuperar el Toyota Corolla XL como material de instrucción desarrollado en el taller de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA, 2025.

1.2.2. Objetivos específicos

Establecer las técnicas de diagnóstico y reparación aplicados al motor 4A 1997 para recuperar el Toyota Corolla XL como material de instrucción del taller de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA, 2025

Establecer procesos de mantenimiento preventivo para el motor 4A 1997, para la recuperación que permitan la vida útil del motor Toyota Corolla XL como material de instrucción desarrollado en el taller de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA, 2025.

1.3. Justificación

El direccionamiento de las técnicas de mantenimiento y reparación a aplicar en el motor 4A 1997 del vehículo Toyota Corolla XL, se realiza con los procedimientos estrictos de calidad con estimaciones señaladas por el fabricante, considerando que es un vehículo usado y que por lo general estuvo en condiciones de abandono en cuanto a mantenimiento y cuidados y se ignoró las señales de advertencia de un motor deteriorado y llevaron a averías graves requiriendo reparaciones mucho más complejas y costosas.

El reparar un vehículo usado es evitar una inversión mucho mayor en un motor nuevo o en un vehículo nuevo, además de restaurar el rendimiento, la eficiencia y la vida útil del vehículo actual. por lo que reparar un motor deteriorado es una solución para corregir los efectos de la falta de cuidados que se debieron sugerir y aplicar para no permitir daños en todos los sistemas.

Las razones principales para reparar un motor deteriorado son concretas en cuanto a ahorro económico si se trata de comprar un motor nuevo o un vehículo completamente

nuevo, el restablecimiento del rendimiento con una reparación eficiente restaura la potencia, y el funcionamiento correcto del motor, mejorando la experiencia de conducción, mayor vida útil del vehículo, posponiendo la necesidad de reemplazarlo por completo el ahorro de combustible, lo que se traduce en un ahorro a largo plazo para el usuario, la reducción de gases contaminantes con un motor en buen estado, lo que contribuye a un menor impacto ambiental, prevención de fallas mayores.

La correcta realización y aplicación de las técnicas de mantenimiento y reparación, en el motor Toyota 4A contribuyen a mejorar el rendimiento del motor y logran involucrar una reducción de los gastos en el mantenimiento mecánico de forma tal que se pueda garantizar una mayor seguridad y eficiencia del vehículo.

Por otro lado, el trabajo de aplicación permitirá a los estudiantes obtener y renovar sus conocimientos para que puedan aplicar las mejores prácticas y puedan tener procedimientos más efectivos y seguros.

En la actualidad, en el contexto en el que la eficiencia, la optimización de recursos y la reparación de vehículos se tornan importantes, este estudio resulta interesante, ya que sirve de base para practicar un mantenimiento más eficaz y sostenible, alineamientos que sin lugar a dudas redundarán en la mejora de la calidad del servicio técnico y, por ende, garantizarán una mayor durabilidad y confiabilidad de los vehículos que funcionan con el motor 4A 1997.

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Estado de arte

Según Pérez et al. (2018), el mantenimiento predictivo y correctivo de motores de combustión interna, ha sido enormemente trabajado en la literatura especializada, con la evolución de sus técnicas tanto diagnósticas como de reparación. Las modernas tecnologías por sí mismas, tales como el análisis de gases o bien la diagnosis electrónica, permiten una aproximación muchísimo más precisa de la detección de fallas en motores automotrices, y así permitiendo un mantenimiento un tanto más eficiente y oportuno.

En este sentido, también apuntan que la modernización de los procedimientos tradicionales con la utilización de monitorización en tiempo real, a través de sistemas de sensores conectados a ECU, ha hecho que detectemos anomalías previas a la producción de daños; a esta práctica se le conoce como mantenimiento predictivo y, de acuerdo con García y López (2019), puede reducir el coste de la reparación un 30% frente a otra alternativa tradicional.

Sobre el uso de motores como el 4A 1997, en la investigación de Morales (2017), entre otros, se hace hincapié en la importancia de las técnicas de diagnóstico visual y las pruebas de compresión en relacionar el estado del motor en etapas más iniciales, en motores de tecnología muy antigua o de mecánicas más convencionales. Sin embargo, matiza que la propia falta de protocolos de actuación sobre motores de tal antigüedad la anulan (Martínez, 2021).

Para Cuenca (2024) resalta la importancia de la formación continua en el enfoque técnico., la capacitación en el aprendizaje de las técnicas de reparación y el conocimiento de las herramientas modernas son clave para mejorar la calidad del mantenimiento y reparaciones de los vehículos, sobre todo en aquellos talleres donde el trabajo se centra en vehículos clásicos o de baja tecnología.

La realización de estudios centrados en estos modelos resulta esencial para mejorar los procesos y mejorar su vida útil. A pesar de las oportunidades que proporcionan los avances tecnológicos para el diagnóstico y el reparado, continúa existiendo una brecha en su aplicación para motores en particular como el 4A 1997 que requiere de adaptaciones y de protocolos concretos (Martínez et. al 2024).

2.2.1. Antecedentes internacionales

Kumar et. al (2018) analizaron la efectividad de lo que se entiende por mantenimiento preventivo aplicado a motores de combustión interna de ciclo Otto, donde se terapeuta entender la manutención periódica de componentes como bujías, válvulas y sistema de distribución para alargar la vida útil de los motores y poner freno al número de fallas mecánicas.

Padmalinges h y otros (2017) estudiaron el desgaste de las piezas en el motor de vehículos compactos y apuntaron que el mantenimiento oportuno es una estrategia acertada para reducir fallos y mejorar la eficiencia del combustible. La investigación apunta que, el mantenimiento de piezas como válvulas, bujías y el sistema de transmisión, debe ser revisado regularmente.

Martínez y Ochoa (2021) estudiaron el hecho del mantenimiento predictivo utilizando sensores situado en tiempo real en motores automotrices, el cual logró disminuir un 30% las fallas catastróficas. La investigación demuestra la relevancia de aplicar tecnología moderna para el diagnóstico y la reparación de motores.

2.2.2. Antecedentes nacionales

Guerra Paredes (2018). En su estudio " Sincronización de Motor 5e-Fe Toyota Corolla representa como empresa el desarrollo del mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo que se aplica para los motores Toyota. Se ha considerado este estudio por tener relevancia con el fin del trabajo aplicativo y considerar los servicios de mantenimiento que ofrecen.

Meneses., & Tello, R. (2022). En su estudio determina la importancia de la mecánica ligera en el mantenimiento preventivo de los vehículos. El mantenimiento preventivo de un auto es un procedimiento que permite su correcto funcionamiento, la conservación de su valor evitando incurrir en mayores gastos. La mecánica ligera trata de las revisiones habituales importantes, tales como, el cambio de filtros, aceites, revisión, frenos y escape y mantenimiento en la suspensión. Al vigilar estos parámetros técnicos se logra y mejoras de operación y controlar los costos de mantenimientos.

Flores, P. (2020). "Costos y eficiencia en el mantenimiento de motores de maquinaria liviana en Perú". *Revista de Tecnología y Gestión*, 8(3), 134-146. Presenta un análisis sobre el costo asociado con diferentes tipos de mantenimiento en motores que se utilizan en la maquinaria ligera en Perú y promueve una mejora en las prácticas.

Quispe, D. (2017). "Reparación y mantenimiento de los componentes críticos en los motores de autos en el Perú". *Revista Técnica Automotriz del Perú*, 4(1), pp. 55-65. Se centra en los procedimientos para la reparación de los componentes críticos, con lo cual se logran eficiencias en todo el proceso de reparación y se reducen costos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Motor Toyota 4 A

El motor 4A de Toyota es un motor de combustión interna de cuatro cilindros en línea, tecnología de ciclo Otto y sistema de distribución por cadena, que se dio a conocer en algunos modelos del modelo Toyota Corolla y en otros vehículos de la marca en los años 90 y principios de la del 2000 por su conocido grado de fiabilidad, eficiencia y bajo consumo de combustible (Toyota Motor Corporation, 1996).

Las características técnicas existentes del motor son 4 cilindros en línea, 16 válvulas DOHC (Doble árbol de levas en cabeza). Sistema de combustible: Inyección electrónica multipunto (EFI). Sistema de encendido Electrónico con distribuidor. El motor 4A trabaja gracias a una combustión interna que transforma la mezcla de aire y combustible en energía mecánica. El ciclo de combustión normal que sigue este motor es el ciclo Otto, en el cual la mezcla de combustible se comprime e inicia su combustión por una chispa producida por las bujías, que origina una expansión, la cual es la que hace mover el pistón (Toyota, 1996).

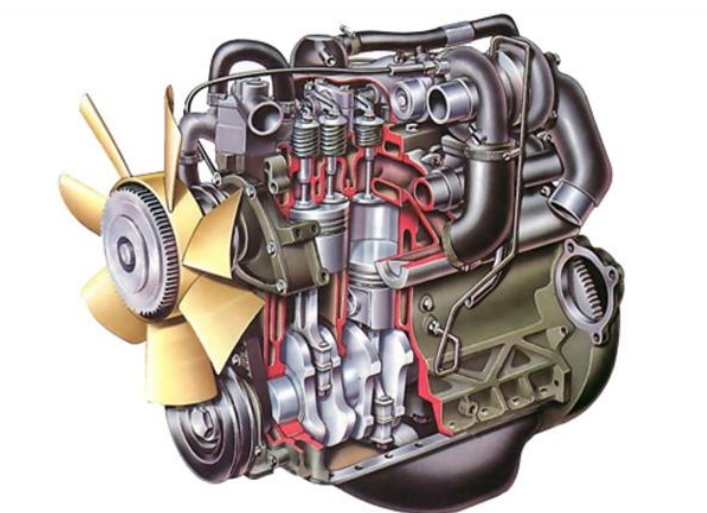
El sistema de distribución por cadena permite una mejor durabilidad y menor mantenimiento que las correas, asegurando un buen sincronismo del árbol de levas con el cigüeñal, que es imprescindible para el buen funcionamiento del motor. El correcto mantenimiento del 4A como la sustitución periódica del aceite, la revisión de bujías y la limpieza de inyectores, es primordial para asegurar su fiabilidad y eficacia (García, 2019). Entre las averías frecuentes están el desgaste de las bujías, el falló de las juntas de culata, la pérdida de compresión y problemas en el sistema de alimentación de combustible.

2.2.2. Motor de Combustión interna Otto

El motor de combustión interna Otto, o motor de gasóleo, se define a sí mismo como un motor que funciona por la combustión de una mezcla de aire y combustible dentro de una cámara y que es capaz de proveer suficiente fuerza para mover un pistón y, por lo tanto, el resto del mecanismo del motor. Su funcionamiento está basado en el ciclo Otto, el ciclo termodinámico de cuatro tiempos que consiste en admisión, compresión, combustión y escape.

Figura 1

Motor de Combustión Interna

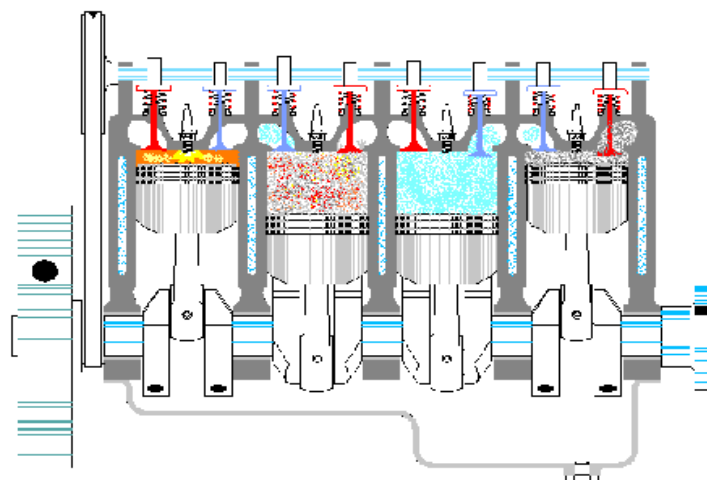


Fuente. Motor Otto [Imagen], Idóneo ©2025

<https://idoneo.es/motorpedia/motor-otto>

2.2.3. Funcionamiento del motor Otto:

- Admisión: La mezcla de aire y combustible entra al cilindro a través de la válvula de admisión cuando el pistón se desplaza hacia abajo.
- Compresión: La válvula de admisión se cierra y el pistón se desplaza hacia arriba, comprimiendo la mezcla de aire y combustible.
- Combustión: Una chispa producida por la bujía se encarga de encender la mezcla comprimida, provocando una explosión que empuja el pistón hacia abajo.
- Escapar: La válvula de escape se abre y el pistón sube para expulsar los gases quemados del cilindro.

Figura 2*Funcionamiento del Motor Otto*

Fuente. Funcionamiento del Motor Otto [Imagen], tesla.us.es

http://tesla.us.es/wiki/index.php/Ciclo_Otto

2.2.4. Características clave del motor Otto:

- a) Ciclo de cuatro tiempos: Admisión, compresión, combustión y escape.
- b) Encendido por chispa: La combustión se inicia con una chispa que produce la bujía.
- c) Utilización habitual de este tipo de motor: Los motores Otto son ampliamente utilizados en automóviles de pasajeros y muchos vehículos de bajo peso.

Ventajas del motor Otto:

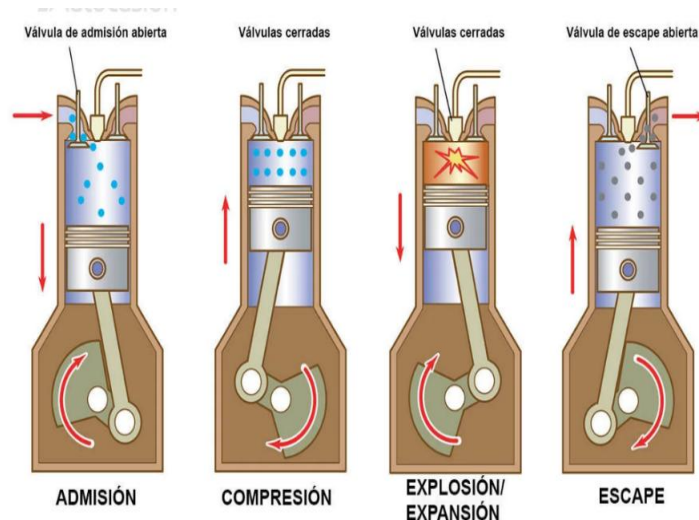
- a) Menor complejidad de la construcción en comparación con otros tipos de motores,
- b) Funcionamiento más silencioso,
- c) Menor costo inicial en comparación con otros tipos de motores.

Desventajas del motor Otto:

- a) Menor eficiencia energética en comparación con el motor diésel,
- b) Mayor consumo de combustible,
- c) Mayores emisiones contaminantes.

El motor de combustión interna Otto, conocido como motor de gasolina, es el tipo de motor que se sirve de la combustión de una mezcla de aire y combustible en el interior de una cámara, de forma que se genera la fuerza que provoca el movimiento de un pistón y, en definitiva, del resto de mecanismos del motor. Este motor funciona gracias al ciclo Otto, un ciclo termodinámico que describe los cuatro tiempos que son el de admisión, compresión, combustión y escape.

Figura 3
Características, Ciclo Otto

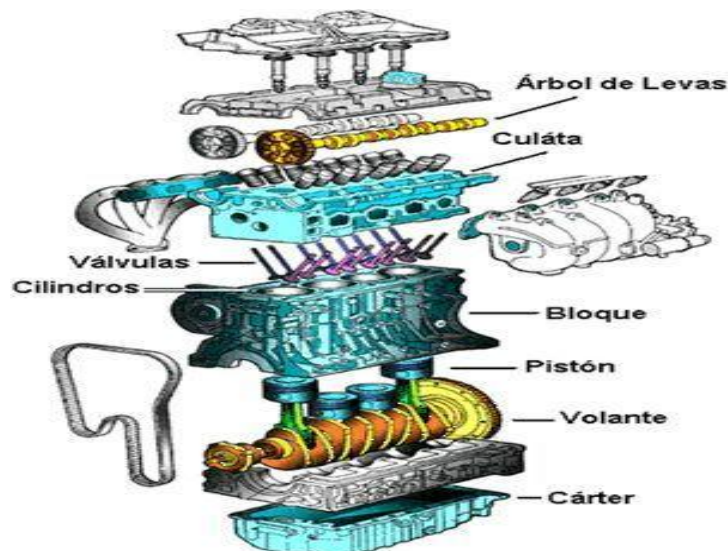


Fuente. Ciclo Otto [Imagen], autocasion.com

<https://www.autocasion.com/diccionario/motor-de-combustion-interna/>

2.2.5 Partes principales del motor Otto

Las partes principales de un motor Otto son: el bloque; la culata; el cárter; el pistón; la biela; el cigüeñal; el árbol de levas; las válvulas; las bujías; y el sistema de distribución. El bloque de motor es la parte principal, ya que es la parte que aloja a los cilindros y las más partes. La culata consiste en la parte superior del bloque que corona los cilindros por arriba, y que también contiene las válvulas y las bujías. El cárter es la parte que recoge el aceite lubricante. El pistón es la parte que se mueve dentro del cilindro y es la responsable de generar la fuerza de la combustión. La biela conecta el pistón al cigüeñal. El cigüeñal es la parte que permite transformar el movimiento lineal del pistón en un movimiento rotatorio. El árbol de levas es la parte encargada de abrir y cerrar las válvulas. Las válvulas son las partes que regulan el flujo de los gases de entrada y de salida. Las bujías son la parte que se encarga de encender la mezcla de aire y combustible. Por último, el sistema de distribución es la parte que se encarga de sincronizar las válvulas con el pistón.

Figura 4*Partes principales del Motor Otto*

Fuente. Partes principales de motor Otto [Imagen], David Asensio Bueno, 2010
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/9682/03_Mem%C3%B2ria.pdf

2.2.6 La Culata y componentes

La culata de un motor, también conocida como cabeza de cilindro, es una de las piezas clave que está destinada a sellar los cilindros y albergar distintas piezas y elementos clave en el funcionamiento del motor. Entre los principales elementos podemos encontrar: la cámara de combustión, donde tiene lugar la mezcla de aire y combustible; la válvula de admisión y escape, que controla la entrada y salida de los gases que circulan por el motor; el árbol de levas, que actúa sobre estas válvulas; y las bujías (en motores de gasolina) o los inyectores (en motores de diésel), que son los responsables de iniciar la combustión. Por otro lado, la culata también alberga los conductos de refrigeración, las guías y asientos de válvulas, etc.

2.2.7 Componentes principales de la culata:

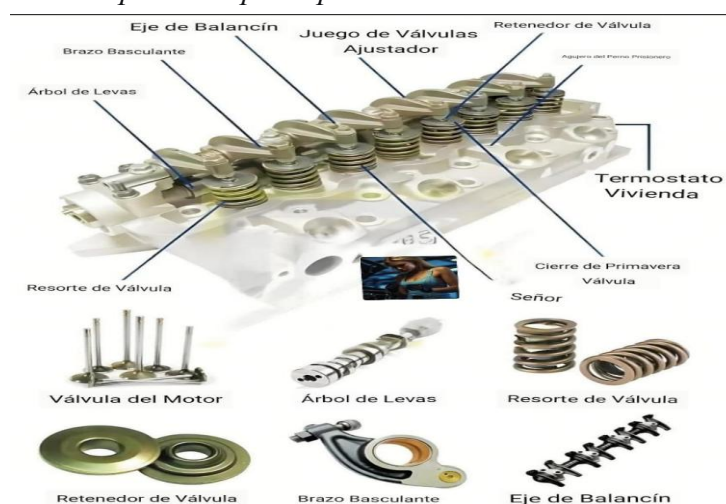
- a) Cámara de combustión: Es el espacio que se crea para llevar a cabo la explosión de la mezcla aire-combustible.
- b) Válvulas de admisión y escape: Permiten controlar la entrada y salida de gases en los cilindros, de tal forma que se produce un ciclo óptimo.
- c) Árbol de levas: Es el responsable de abrir y cerrar las válvulas en el tiempo correcto y en sincronismo con el movimiento de los pistones.

- d) Bujías (motores gasolina) / Inyectores (motores diésel): Se encargan de provocar la chispa o inyectar el combustible en la cámara de combustión para llevar a cabo la explosión.
- e) Muelles de válvulas: Aseguran que las válvulas permanezcan cerradas cuando no son movidas por el árbol de levas.
- f) Balanzas o taqués: Elementos que trasladan la vibración que le da el árbol de levas a las válvulas.
- g) Conductos de refrigeración: Permiten que el líquido refrigerante circule para mantener la temperatura del motor en valores correctos.
- h) Junta de culata: Sella la culata del bloque del motor con el objetivo de evitar fugas de compresión o de líquido refrigerante.
- i) Asientos y guías de válvulas: Garantizan el correcto funcionamiento y sellado de las válvulas.
- j) Múltiples entradas y salidas: Conductos que llevan la mezcla de aire y combustible hacia los cilindros y los gases quemados hacia el exterior, respectivamente.
- k) Retenes de válvulas: Su función es evitar las fugas de aceite en las válvulas.

Podemos definir a la culata como una parte compleja e importante para el motor, implementado de un gran número de componentes necesarios para llevar a cabo la combustión y el buen funcionamiento del motor.

Figura 5

Componentes principales de la culata



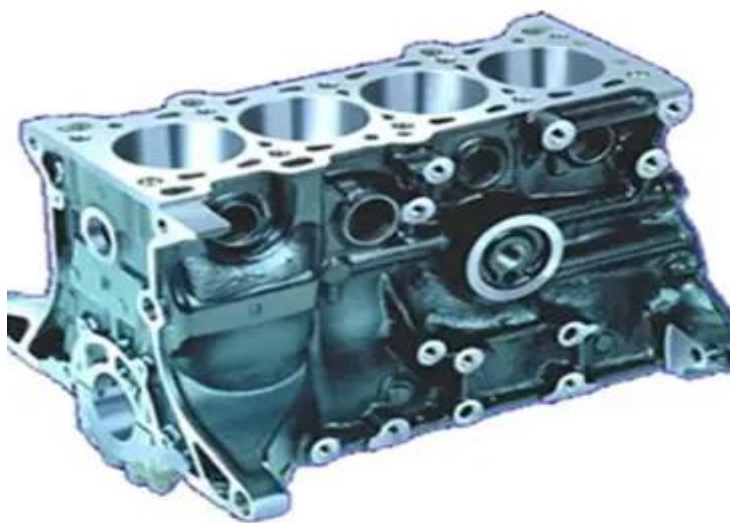
Fuente. Componentes de la culata [Imagen], chica mecánica
<https://web.facebook.com/MecanicaAutomtoriz>

2.2.8 El monoblock

Un monoblock, también conocido como bloque de motor o bloque de cilindros, es una pieza fundamental en los motores de combustión interna. Es un componente a manera de armadura principal donde se albergan los cilindros, bielas, pistones y otros mecanismos esenciales del motor.

Figura 6

El monoblock



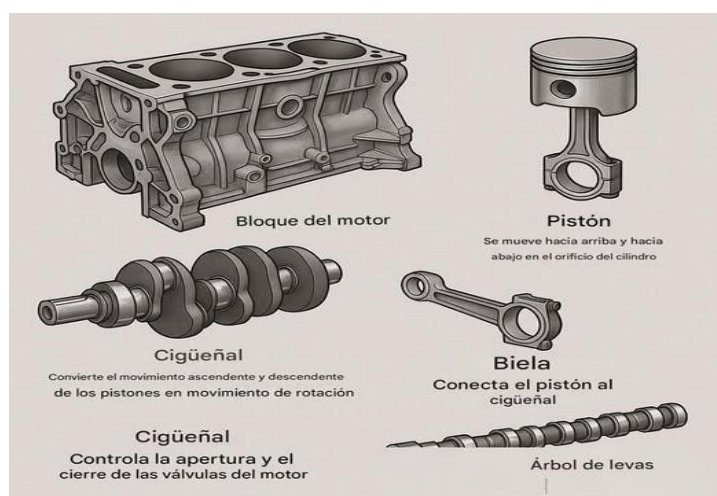
Fuente. Monoblock [Imagen], wordpress.com

<https://mecanicaautomotrizdg.wordpress.com/category/basico-de-motores/>

a) Componentes principales del monoblock:

Figura 7

El monoblock y componentes



Fuente. Componentes del Monoblock [Imagen], mecánica automotriz 97

<https://web.facebook.com/photo/?fbid=574783235630541&set=a.479856075123258>

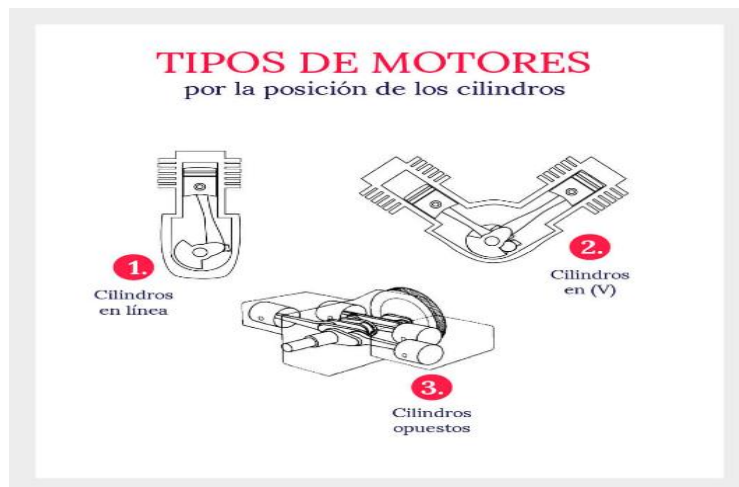
- Cilindros: Son las cavidades cilíndricas donde se deslizan los pistones, formando la combustión.
- Bielas: Son los brazos que conectan a los pistones con el cigüeñal, convirtiendo el movimiento lineal en rotatorio.
- Pistones: Son componentes que se desplazan dentro de los cilindros, comprimiendo la mezcla aire-combustible y recibiendo la fuerza de la explosión.
- Anillos de pistón: Son aros que sellan los pistones contra las paredes de los cilindros, impidiendo fugas de gases y aceite.
- Cigüeñal: Eje principal del motor que recibe impulso de las bielas y la convierte en movimiento rotatorio para transferir la potencia del motor.
- Camisas de cilindro: Llamadas también chaquetas de refrigeración, protegen las paredes de los cilindros y ayudan a la refrigeración.
- Conductos de lubricación: Cauces que permiten la circulación del aceite a presión para lubricar las partes móviles del motor.
- Conductos de refrigeración: Chaquetas y canales que facilitan la circulación del líquido refrigerante para conservar la temperatura adecuada del motor.

b) Funciones del monoblock:

- Alojamiento de componentes: El monoblock proporciona un espacio para alojar los cilindros, bielas, pistones, cigüeñal y otros componentes del motor.
- Soporte estructural: Opera como base para el motor, tolerando su peso y las fuerzas generadas durante la combustión.
- Canalización de fluidos: Conductos que permiten la circulación de aceite para lubricar y refrigerante para refrigerar el motor.
- Transmisión de potencia: El monoblock, a través de sus componentes, convierte la energía de la combustión en movimiento rotatorio.
- Estanqueidad: Los anillos de pistón y otras partes del monoblock como cilindros, pistones garantizan que los gases y líquidos no se escapen.

c) Tipos de monoblock:

- Monoblock en línea: Los cilindros se disponen en línea recta.
- Monoblock en V: Los cilindros se disponen en forma de V.
- Monoblock bóxer: Los cilindros se disponen horizontalmente y opuestos entre sí.

Figura 8*Tipos de motores según posición de cilindro*

Fuente. Tipos de motores. [Imagen], Aprende Intitute

<https://aprende.com/blog/oficios/mecanica-automotriz/tipos-de-motor/>

En resumen, el monoblock es una pieza esencial para el funcionamiento del motor, proporcionando soporte estructural, alojando componentes clave y permitiendo la conversión de energía para generar movimiento.

2.2.9 Diagnóstico del motor:

En el diagnóstico del motor y subsanar las fallas, implicó identificar la causa de los problemas en el motor del vehículo y se determinó las labores necesarias para solucionarlo. Este proceso ha incluido inspecciones visuales, pruebas de componentes, con el uso de herramientas de diagnóstico como manómetro de estanqueidad.

Figura 9*Diagnóstico de motor*

Fuente. Fuga de compresión. [Imagen], jf automecanica

<https://www.youtube.com/watch?v=Ys3Uk9zsjUM&pp=0gcJCdgAo7VqN5tD>

2.2.10 Pasos comunes en el diagnóstico:

- a) Recopilación de información: En primera instancia se dialoga con el propietario, sobre los síntomas observados y problemas de deficiencia experimentados con el motor, en este caso se ha tenido que evaluar en consenso.
- b) Inspección visual: En la inspección visual se revisa el motor en busca de fugas, cables sueltos, partes dañadas u otros problemas visibles.

Figura 10

Diagnostico visual del motor



Fuente. Inspección visual. [Imagen], dreamstime
<https://es.dreamstime.com/el-mec%C3%A1nico-hace-la-inspecci%C3%B3n-visual-del-motor-de-coche-diagn%C3%B3stico-con-capilla-abierta-auto-servicio-image143153947>

- c) Pruebas de componentes: Se ha realizado pruebas específicas en componentes como los del sistema de encendido, combustible, y la compresión del motor para identificar fallas.

Figura 11

Prueba de presión de combustible



Fuente. Presión de combustible. [Imagen], gmb north América
<https://gmb.net/es/cuando-es-el-momento-de-sustituir-una-bomba-de-combustible/>

- d) Uso de herramientas de diagnóstico: Se ha empleado herramientas y equipos acordes con el año del vehículo, pues el uso de escáneres no es compatible con el sistema, un vacuómetro es esencial para obtener información adicional sobre el problema.
- e) Análisis de resultados: Se analizó los datos conseguidos de las pruebas y la información compilada para establecer la causa raíz del problema.
- f) Presupuesto y reparación: Una vez descrito el problema, se efectuó el presupuesto para la reparación y se procede con la reparación del motor.
- d) Señales de problemas comunes:
- Ruidos extraños: Golpes, traqueteos o sonidos inusuales que se detectaron, indicaron problemas en el motor, como válvulas o pistones defectuosos.
 - Humo del escape: Indica problemas de consumo de aceite, mientras que el humo negro puede señalar problemas en la mezcla de combustible y aire, en el motor de este trabajo no hubo señales mencionadas, porque no funcionaba.
 - Pérdida de potencia: Es la dificultad para acelerar o una sensación de falta de potencia puede indicar problemas en el sistema de combustible, encendido o en el motor mismo.
- e) Importancia del diagnóstico:
- Un diagnóstico exacto ayuda a obviar reparaciones innecesarias y costosas.
 - Identifica dificultades antes de que empeoren y causen daños mayores al motor.
 - Un diagnóstico asegura que el motor sea eficiente y extiende su vida útil.
- f) Desmontaje del motor:

Figura 12

Desconexión de componentes



Nota. Desconexión de acumulador de motor Toyota 4A

- Se desconectó la batería y dreno los fluidos (aceite, refrigerante).
- Se retiró componentes externos como la tapa de balancines, el múltiple de admisión, el distribuidor (si lo tiene), etc.
- Se procedió a desmontar la culata (tapa de cilindros) cuidadosamente, asegurándose de retirar los componentes internos como las válvulas y resortes.
- Se ejecutó la extracción del bloque motor y separar el cárter.
- Se procedió a desmontar los pistones, bielas y cigüeñal.

Figura 13

Levantamiento y separación del motor



Nota. Desmontaje del motor Toyota 4A

g) Evaluación y Limpieza:

- Se realizó el proceso de limpiar a fondo todas las partes con productos específicos para remover suciedad, carbón y depósitos de aceite.
- En la inspección visual de cada componente se ubicó desgaste, daños y deformaciones.
- Se realizó la medición de tolerancias y holguras de acuerdo a las especificaciones del fabricante (diámetro de cilindros, juego de anillos, etc.).
- Se verificó el estado de las válvulas, asientos de válvulas, guías de válvulas, etc.

g) **Reparación o reemplazo:**

Figura 14

Calibración de anillos para reemplazo



Nota. Desmontaje del motor Toyota 4A-FE

- Se reemplazó anillos de pistón, cojinetes (bancada y biela), válvulas, guías de válvulas, juntas y retenes según especificación.
- Se hizo el proceso de bruñido de los cilindros, para restaurar su diámetro y concentricidad.
- Se procedió a rectificar las válvulas y asientos de válvulas para afirmar un buen sellado.
- Se hizo el reemplazo de la bomba de aceite, la bomba de agua, y otros componentes que presentaron desgaste y fallas.

h) **Montaje:**

- Se instalaron los pistones con sus anillos en los cilindros, lubricando adecuadamente.
- Se sujetaron las bielas en el cigüeñal y aseguro los cojinetes.
- Se realizó el montaje del cigüeñal en el bloque, con precaución de que los cojinetes estén correctamente instalados y lubricados.
- Al instalar la culata, se dio el torque a lo pernos con el par de apriete especificado y en el orden correcto.
- El montaje de los componentes de la culata, como válvulas, resortes, balancines, se realizó con las especificaciones recomendadas.
- Se instalo la bomba de aceite y el cárter con su junta.

- Se instaló el múltiple de admisión, el múltiple de escape y otros componentes externos.
- Se instaló la tapa de balancines y el sistema de encendido.
- Se procedió a conectar los sistemas de refrigeración y lubricación.
- Se verifico el orden de encendido.
- Se procedió a rellenar los fluidos y se conectó el acumulador.

i) Pruebas y ajustes:

- Se realizó pruebas de compresión para verificar el sellado de los cilindros.
- Al arrancar el motor y realizar pruebas de funcionamiento, se verifico la presión de aceite y la temperatura.
- Se hizo ajustes al sistema de encendido y componentes.

Es importante seguir las instrucciones del fabricante para cada motor en particular, ya que existen contrastes en los procedimientos y especificaciones técnicas. La reparación de un motor Otto solicita conocimientos técnicos y herramientas adecuadas, por lo que se recomienda que sea realizada por un mecánico calificado.

Capítulo III

Desarrollo del trabajo

3.1. Finalidad

Ejecutar un análisis absoluto y ordenado sobre las tecnologías de mantenimiento y reparación del motor Toyota 4A 1997, con el objetivo de forjar conocimientos técnicos que permitan mejorar sus procesos de técnicas de diagnóstico, reparación y mantenimiento. Este trabajo de aplicación busca contribuir a la mejora de las prácticas de reparación, prolongar la durabilidad del motor, reducir fallas que se producen por el tiempo de uso, y averías que pueden llegar a costos elevados en ese sentido se orienta a disminuir costos asociados al mantenimiento. En ese sentido, ensaya y ofrece una serie de recomendaciones y protocolos específicos para este modelo, ya que cada motor es peculiar y está sujeto a especificaciones de construcción que faciliten la labor de mecánicos y técnicos, originando la adquisición de mejores habilidades prácticas y el empleo adecuado de herramientas, y que los repuestos que van a ser cambiados sean los originales. En última instancia, el trabajo tiene como vértice fortalecer la eficacia del servicio técnico en el ámbito automotriz, suscitando la preservación del patrimonio vehicular del usuario y de la parte ejecutante en cuanto a mantenimiento conlleva a el desarrollo de conocimientos técnicos en el campo del mantenimiento automotriz.

3.2. Propósito

El propósito es brindar conocimientos técnicos específicos sobre el mantenimiento y reparación del motor Toyota 4A-FE 1997, con el fin de mejorar las habilidades de los mecánicos, optimizar los métodos de análisis y reparación, y promover prácticas que incrementen la eficacia y prolongar la vida del motor. Además, busca contribuir al entendimiento y aplicación de protocolos adecuados, fomentando un trabajo de mejor calidad y mayor conocimiento en el mantenimiento de este tipo de motores en el entorno de motores de la marca Toyota.

En otro segmento del trabajo aplicativo es demostrar las técnicas actuales que hacen posible optimizar motores con encendidos convencionales, prolongando su vida útil y asegurando su continuidad en el parque automotor. Este enfoque no solo contribuye a la preservación de vehículos clásicos, sino que también proporciona una solución práctica y sostenible para mantener en funcionamiento motores que aún ofrecen valor y utilidad en diversas aplicaciones y obtención de repuestos disponibles en el mercado.

3.3. Actividades desarrolladas

3.3.1 Inspección visual del motor

Al perpetrar una inspección detallada del motor, observamos la ausencia de varios elementos eléctricos esenciales, así como un notable desgaste de componentes auxiliares que presentaban signos de falta de mantenimiento. Estas carencias de servicio evidenciaron un deterioro significativo del motor, lo que afectó y perjudicó al motor en su funcionamiento y su capacidad para operar de manera óptima. Durante la revisión, se detectaron problemas de arranque que se evidenciaron en el funcionamiento deficiente del motor, incluyendo los sonidos característicos de desgaste de componentes internos, presencia de humo, pérdida de compresión, que comprometen el buen funcionamiento. Además, se encontraron fugas de fluidos, lo que indicaba fallos de hermeticidad y sellado, agravando las situaciones de funcionamiento del motor. Las instalaciones de mangueras y cañerías con sus acoples también presentaban deficiencias propias del tiempo de uso y caducidad de uso, elementos sueltos y dañados que requerían atención inmediata.

Figura 15

Inspección de bujías



Nota. Bujías del motor Toyota 4A

3.3.2 Desmontaje del motor

a) Para realizar el desmontaje o retiro de motor del vehículo, se ha tenido que efectuar la desconexión de mangueras, cables, acumulador(batería), con responsabilidad ante todo por los conectores de componentes de información tales como: aceite, combustible, temperatura,

arranque, sistema de carga, encendido, sistema de dirección hidráulica, sistema de embrague, sistema de refrigeración.

Figura 16

Desconexión de mangueras, cables



Nota. Mangueras y cables de motor Toyota 4A

b) El retiro del motor del vehículo, se efectuó con el empleo de un equipo de nombre pluma hidráulica de desmontaje de motor con el cual se opera para seguridad y por el peso del motor, no sin antes estar seguros de que no exista ninguna conexión de alguna manguera o cable.

Figura 17

Retiro de motor



Nota. Retiro de motor Toyota 4A con pluma hidráulica

c) Desmontaje de culata, se realiza en primer término con el retiro de los componentes que dificultan el acceso como: la tapa de balancines, los ejes de levas colectores de admisión y escape en el momento de la puesta del motor a la mesa de trabajo, se aflojan los pernos de culata en un orden específico, generalmente empezando desde el centro hacia los extremos para evitar el alaveo, previa evaluación de posibles defectos o anomalías ya que es un motor usado, con las herramientas propias para tal caso como llave hexagonal 12 mm. Con encastre de 1/2", palanca extensión porque presenta pernos con torque.

Figura 18

Desmontaje de culata



Nota. Culata de Toyota 4A

d) Bloque motor desmontado para inspección de daños o desgaste previo drenaje de fluido se retiró componentes externos del motor, es una pieza fundida en hierro o aluminio en este caso es de hierro, que aloja los cilindros, así como los soportes de apoyo del cigüeñal y mantener un orden en el desmontaje para evitar confusiones. Se recomienda para remover el óxido del motor EVAPO-RUST adecuado para óxido de metal hierro fundido.

Figura 19*Desmontaje Monoblock*

Nota. Monoblock de Toyota 4A

e) Desmontaje de pistones y bielas, respetando el orden de desmontaje, se efectuó un “escariado de cresta” que consiste en raspar la zona de trabajo de los segmentos del pistón y con herramientas adecuadas como es el dado 14 mm. con palanca de encastre de $\frac{1}{2}$ ” para aflojar las tapas de biela porque también está ajustado con torquímetro, se debe de realizar una inspección visual de los metales de biela de esa manera cerciorarse del estado de los mismos.

Figura 20*Desmontaje de pistones*

Nota. Pistón y biela de Toyota 4^a

3.3.3 Evaluación y limpieza

a) Inspeccionar algún defecto de componentes, se realiza limpieza con productos específicos para remover suciedad, carbón y depósitos de aceite, medición de tolerancias y holguras de acuerdo a las especificaciones del fabricante (diámetro de cilindros, juego de anillos, etc.).

Figura 21

Inspección de monoblock



Nota. Monoblock de Toyota 4A-FE

b) Limpieza de culata que se puede realizar con la aplicación del producto WD-40 multiusos sobre la superficie para eliminar toda la suciedad incluso la más incrustada, protegiéndola del óxido y corrosión, en el proceso de diagnóstico es importante verificar el desgaste de los asientos de válvula y las guías de válvula.

Figura 22

Inspección de culata



Nota. Monoblock de Toyota 4A

c) Limpieza y verificación de los componentes como válvulas, guías de válvulas, metales para reconocer el grado de desgaste de los componentes y tener información para poder realizar una reparación acorde con los lineamientos del fabricante.

Figura 23

Inspección de válvulas



Nota. Monoblock de Toyota 4A

e) Evaluación de metales de bancada para determinar el grado de desgaste y contrastar con el desgaste de los puños de cigüeñal y tener referencia para rectificado o acondicionamiento y posterior cambio de metales nuevos con nueva mediada o respetando la medida optar por nuevos.

Figura 24

Inspección metales de bancada



Nota. Metales de bancada de Toyota 4A

3.3.4 Reparación de motor, reemplazo de componentes

a) Bruñido de cilindros que consiste en mecanizar las paredes internas de los cilindros para lograr un patrón de rasguños cruzados que ayudan a la retención de aceite y sellado de los anillos del pistón. Este proceso suma al asentado de los anillos y el cilindro del motor, obteniéndose la eficiencia del motor, comprime el desgaste y alarga la vida útil del motor, se realizó con una herramienta específica para corregir ovalización y conicidad de los cilindros de esa manera logra tolerancia determinada por el fabricante o en este caso fue la apreciación de acuerdo a las medidas obtenidas en el diagnóstico.

Figura 25

Bruñido de cilindros



Nota. Motor de Toyota 4A

b) Reemplazo de anillos que se ejecuta luego de tomar medidas de tolerancia genérica de 1 milésima de milímetro x cada Pulgada de diámetro del pistón, se tiene que tomar en cuenta la orientación de los anillos de compresión y los de control de aceite encargados de que no presenten fuga de aceite hacia la cámara de combustión y permitir que se exponga humo azul por quema de aceite.

Figura 26*Reemplazo de anillos*

Nota. Motor de Toyota 4A

c) Asentado de válvulas y asiento, que se realiza para obtener un sellado entre los asientos de válvulas y las válvulas rectificadas, de esa manera se evita la fuga de compresión y se logra optimizar la estanqueidad de la cámara de combustión, se debe tener cuidado con la tolerancia de las guías de válvulas para evitar posibles fallos prematuros, también se debe tener cuidado en el montaje de los retenes de válvulas para evitar la filtración del aceite-

Figura 27*Asentado de válvulas*

Nota. Motor de Toyota 4A

d) Presentado de metales de bancada, mencionaremos a Los metales de bancada, conocidos en forma general como cojinetes de bancada, son componentes muy importantes en el motor de un vehículo y son los que soportan el cigüeñal. Estos metales, son fabricados en su mayoría de una aleación de tres metales (cobre, plomo y acero), y proporcionan una superficie de deslizamiento para el cigüeñal, evitando la fricción y el desgaste gracias al lubricante que es un rodamiento líquido. Tiene como función principal y es permitir el giro suave del cigüeñal, tolerar cargas pesadas y altas temperaturas, y conservar una película de aceite para la lubricación.

Figura 28

Presentado de metales de bancada



Nota. Motor de Toyota 4A

3.3.5 Montaje

El montaje del motor, comprende la cuidadosa instalación de sus componentes alcanzando un proceso específico. Esta secuencia incluye la limpieza y apresto del bloque motor, la disposición de los pistones y bielas, la culata, el cigüeñal, el árbol de levas, las válvulas, y finalmente, el montaje del cárter y otros componentes externos.

a) Preparación del bloque motor, el cual se hizo limpieza a fondo para evitar obstrucciones de conductos de lubricación y refrigeración.

Figura 29

Preparación del bloque motor



Nota. Motor de Toyota 4A

b) Instalación de pistones y bielas en los codos o puños de cigüeñal para el montaje de dichos componentes se aplicó un apriete inicial de 21 libras-pie (ft/lbs) y finalmente el apriete angula de 90 grados.

Figura 30

Instalación y apriete (torque) de biela



Nota. Motor de Toyota 4A

c) Montaje de la culata, teniendo en cuenta el apriete de la culata para el motor Toyota 4A-FE el apriete inicial es de 29 Nm (21 lb-pie), continuado de un apriete angular de 90 grados para luego ajustar a 60 grados más. Es importante seguir una sucesión de apriete específica, encabezando el orden de apriete desde el centro hacia afuera para afirmar una presión

uniforme. No sin antes, realizar limpieza de las roscas de los pernos, seguido de aplicar aceite de motor antes de la instalación para conseguir lecturas de torque precisas.

Figura 31

Montaje de culata



Nota. Motor de Toyota 4A

d) Montaje del múltiple de admisión, el cual es un componente que soporta al carburador por lo tanto tiene que estar perfectamente instalado.

Figura 32

Montaje del múltiple de admisión



Nota. Motor de Toyota 4A

e) Montaje de cárter, se realizó teniendo en cuenta la planitud del cárter y se tomó en cuenta de tener el motor limpio y accesible, se hizo limpieza de la superficie de contacto, con la

aplicación de sellador de juntas, se instaló el cárter con cuidado y se apretó los tornillos uniformemente, para luego finalmente, agregar el aceite de motor recomendado y se verifico que no haya fugas.

Figura 33

Montaje de cárter



Nota. Motor de Toyota 4A

f) Verificación y puesta a punto, luego del montaje se realiza tomando en cuenta los ajustes, la instalación de componentes, la sincronización, también se realiza una verificación exhaustiva de todas las piezas y conexiones. Se verifica la calibración de los bujes hidráulicos, se comprueba el orden de encendido y se realiza una puesta a punto general del motor.

Figura 34

Puesta a punto del motor



Nota. Motor de Toyota 4A

g) Acondicionamiento del compartimiento del motor, conocido como vano motor o bahía del motor. Es el sitio dentro del vehículo donde se sitúa el motor y sus componentes asociados.

Figura 35

Acondicionamiento del compartimiento del vehículo



Nota. Motor de Toyota 4A

h) Montaje de motor Toyota 4A es un proceso complejo que requiere de conocimientos técnicos y experiencia en la cual se ha demostrado el grado de preparación y práctica. Se ha consultado el manual del fabricante del motor y las instrucciones detalladas para evitar errores y asegurar un correcto funcionamiento.

Figura 36

Montaje del motor



Nota. Motor de Toyota 4A

3.3.6 Pruebas y ajustes

a) Realizar pruebas de compresión y estanqueidad es imprescindible, para poder determinar los valores de lectura de los instrumentos y comparar con las mediciones efectuadas antes de la reparación, es un proceso técnico que garantiza el trabajo realizado.

Figura 37

Pruebas del motor



Nota. Motor de Toyota 4A

Capítulo IV

Resultados

4.1 Resultados

Como punto de partida es el diagnosticar el estado del motor y sus componentes, se obtuvieron resultados que denotan desgaste y fatiga de los diferentes componentes que están asociados a los sistemas con que está equipado el vehículo. La comparación entre el funcionamiento previo a la reparación del motor y el funcionamiento después de la reparación, evidenció mejoras significativas en la estabilidad de operatividad y la respuesta favorable del motor y la eficiencia en general.

Uno de los cambios sustanciales fue de los componentes de la culata, los cuales presentaban desgaste en la válvula, asientos de válvulas, retenes resacos permitiendo filtración. Mientras que los componentes del monoblock también evidenciaron desgaste de metales, anillos, y cilindro ovalizado los que fueron mecanizados con herramientas adecuadas. Esto se tradujo en un proceso de refacción necesario en tal sentido el recambio de elementos nuevos garantiza la labor realizada.

Antes de la reparación, el motor requería varios intentos de encendido, especialmente en frío, debido a la pérdida de compresión por el desgaste de los elementos del monoblock, de la culata, estas deficiencias afectaban en cuanto al consumo de combustible, al rendimiento del motor cuando la exigencia de la misma era requerida por el usuario, luego de los trabajos realizados el motor encendió con mayor rapidez y sin dificultades, gracias a la compresión recuperada por cambio de componentes fundamentales en el motor.

El motor Toyota 4A-FE es reconocido por ser particularmente eficiente en términos de consumo, la recuperación efectuada, y los componentes asociados a sistemas ayudó a optimizar la relación compresión, la combustión se volvió más uniforme, reduciendo notablemente el consumo excesivo de gasolina, especialmente en ralentí y a velocidades constantes.

Para asegurar la fiabilidad en cuanto a la reparación, se realizaron pruebas de funcionamiento continuo. Durante periodos prolongados de operación, el motor mantuvo un rendimiento estable, sin interrupciones y lo más importante, sin ruidos que denotan desgaste caso bielas, buzos hidráulicos, metales de bancada ni síntomas de sobrecalentamiento durante el funcionamiento, esto confirmó que el mantenimiento y reparación no solo mejoró el desempeño del motor en condiciones normales, sino que también garantizó su operatividad en el tiempo.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

5. 1 Conclusiones

- a) La aplicación de técnicas de mantenimiento de componentes y reparación en el motor Toyota 4A-FE demostró la implementar y ser una solución efectiva para mejorar el rendimiento y la eficiencia del motor y sistemas asociados. A lo largo del proceso, se evidenció que este cambio no solo optimizó el rendimiento y performance, sino que también redujo la necesidad de mantenimiento programado y mejoró la respuesta del motor en diferentes condiciones de operación.
- b) El recambio de elementos principales y periféricos proporcionó estabilidad de funcionamiento, eliminando las vibraciones típicas en un motor con desgaste de componentes. Esta estabilidad permitió una combustión más eficiente y una mejor respuesta del motor, reduciendo irregularidades en la marcha y evitando pérdidas de potencia.
- c) Una de las mejoras más notables fue la rapidez con la que el motor logra encender, con anillos y sellos nuevos se perfila con un rendimiento aproximado a un motor nuevo, facilitando un arranque más rápido y confiable. Si bien la reducción en el consumo de aceite también es notoria, se observó un uso más eficiente del combustible. La eliminación de irregularidades en la compresión permitió que la mezcla de combustible se mantuviera más equilibrada, evitando desperdicios innecesarios, especialmente en ralentí y en condiciones de marcha constante.
- d) Con la reparación, se eliminaron varios puntos de desgaste de elementos. Componentes como guías de válvulas, anillos de pistón, metales de biela y bancada, juntas y mecanismos móviles ya no fueron factores de falla, reduciendo la necesidad de mantenimientos frecuentes podemos citar el recambio de aceite en sus parámetros establecidos.
- e) La instalación de las válvulas rectificadas y asientos nuevos responden a un tratamiento de éxito en términos de rendimiento, confiabilidad y eficiencia del motor Toyota 4^a-FE detalla en las aceleraciones que permiten un performance óptimo. La operación de bruñido permitió solucionar las deficiencias de desplazamiento de los pistones en los cilindros sin afectar la estructura del motor, logrando un equilibrio entre refacción y preservación. Con este servicio de mantenimiento y reparación, el mencionado motor se mantiene vigente, preparado para seguir en funcionamiento por muchos años más con eficiencia y adaptada a las necesidades actuales.

5.2 Recomendaciones

- a) Luego del mantenimiento y reparación del motor Toyota 4A -FE, se han identificado una serie de recomendaciones para asegurar un óptimo funcionamiento y prolongar la vida útil del motor. Estas sugerencias buscan maximizar los beneficios de los trabajos realizados y evitar posibles inconvenientes en los parámetros indicados por el fabricante.
- b) Es fundamental elegir repuestos originales para un desempeño correcto y garantizar el funcionamiento del motor Toyota 4A -FE. Una presión excesiva de aceite podría causar deterioro prematuro en los retenes originando desbordamiento inusual de aceite y posterior daño a elementos móviles, mientras que una presión insuficiente podría originar recalentamiento afectando a los metales con la consiguiente fundición de los mismos. Se recomienda observar siempre el indicador de presión del tablero y nivel correcto del aceite, para mantener el flujo adecuado en todo momento.
- c) Aunque el uso de aceite indicado por el fabricante reduce la necesidad de mantenimiento frecuente, es importante realizar inspecciones regulares del sistema de lubricación. Se recomienda revisar fugas, conexión del sensor de aceite y el estado del filtro de aceite de calidad para prevenir obstrucciones o fugas que puedan afectar el desempeño del motor.
- d) Tras la reparación, es conveniente monitorear el comportamiento del motor durante los primeros días de uso. Se deben observar posibles variaciones en el ralentí, dificultades en el arranque o aceleraciones automáticas realizadas sin aplicación del usuario y que van a repercutir en el consumo de combustible. Si se presentan anomalías, es recomendable diagnosticar la presión de la bomba de aceite o revisar las conexiones.
- e) Para mayor control y seguridad, se sugiere verificar el sistema de refrigeración ya que el recalentamiento es muy perjudicial para el motor. Esto puede ser en extremo muy dañino para el motor y puede sufrir daños irreparables rápidamente, evitar riesgos en caso de fallos eléctricos o fugas. El uso de refrigerante indicado por el fabricante es muy saludable en términos de funcionamiento a temperatura ideal del motor, se tiene que tener un concepto de uso adecuado de líquido refrigerante de calidad pues afecta a elementos móviles y un sistema de refrigeración óptimo representa un desempeño significativo en su funcionamiento, pero para garantizar

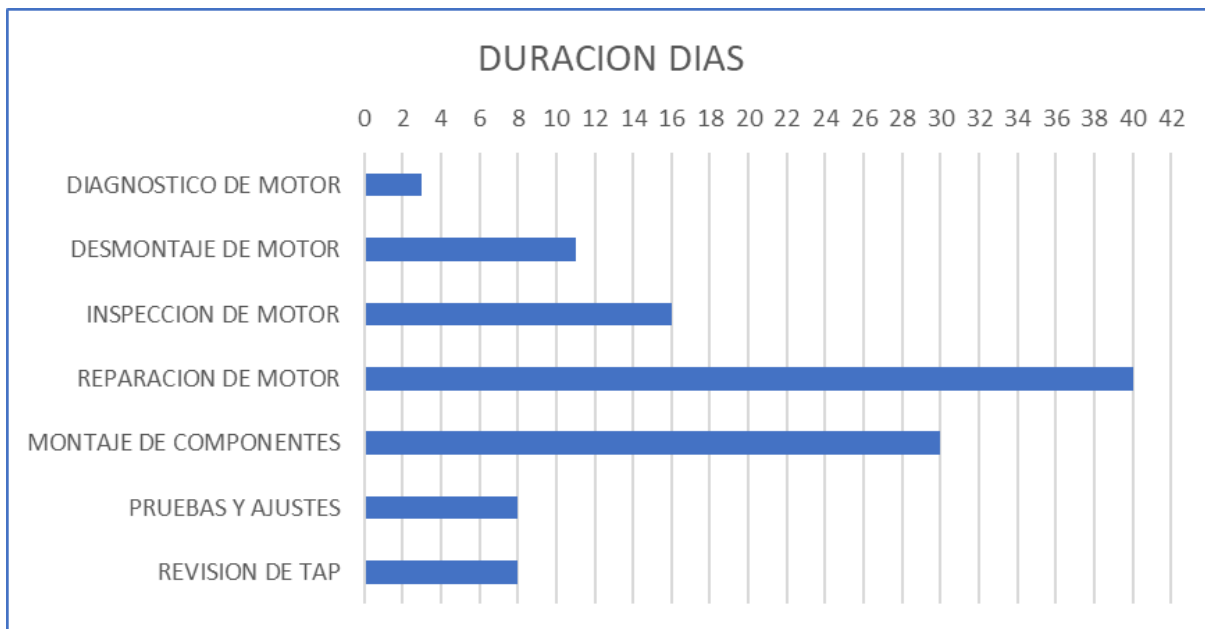
su máxima eficiencia es necesario un mantenimiento adecuado y un monitoreo constante de sistemas asociados al motor. Siguiendo estas recomendaciones, se garantiza un motor más estable, eficiente y con mayor vida útil.

Referencias bibliográficas

- Cuenca, M., Pin, F., Velasco, C., Casamin, C., & Bustamante, J. (2024). *Análisis de la importancia de la formación continua para los docentes y su impacto en la calidad de la educación*. *Polo del Conocimiento* (Pol. Con.), Edición núm. 91, Vol. 9(2), febrero 2024, pp. 2545–2566. ISSN 2550-682X.
<https://doi.org/10.23857/pc.v9i2.6768>
- Guerra Paredes, R. (2025). *Sincronización de motor 5E-FE Toyota Corolla* [Informe de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/8470?show=full>
- Lee, H., Kim, S. & Park, J. (2017). Analysis of component wear and maintenance strategies for small internal combustion engines. *International Journal of Automotive Maintenance*, 9(1), 44-52.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264127522006165>
- Martínez, R., Collaguazo, B., & Anchundia, F. (2024). *Technological advances in the automotive sector*. *Multidisciplinar* (Montevideo), 2, 66.
<https://doi.org/10.62486/agmu202466>
- Martínez, A., & Ochoa, F. (2021). *Predictive maintenance in automotive engines: application of sensor-based monitoring*. *Journal of Mechanical Systems and Signal Processing*, 147, 107001.
- Meneses Narvaez, R. & Tello Guzmán, N & Pinto Ayala, S. (2022). Importancia de la mecánica ligera en el mantenimiento preventivo del vehículo / Importance of light mechanics in preventive vehicle maintenance / Importancia da mecânica leve na manutenção preventiva de veículos. *Pol. Con.*, (Edición núm. 70), 7(9), 1609-1625. DOI: 10.23857/pc.v7i9

- Muft, and Priest, M., (2009) *Effect of Engine Operating Conditions and Lubricant Rheology on the Distribution of Losses in an Internal Combustion Engine*,” ASME J. Tribol.131(4), pp. 41101–41109
https://www.researchgate.net/publication/274431829_Effect_of_Engine_Operating_Conditions_and_Lubricant_Rheology_on_the_Distribution_of_Losses_in_an_Internal_Combustion_Engine
- Padmalinges, S. K., Narun, S. R., & Annamalai, V. (2021). An overview of electronic fuel injection system. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education (IJARIIE)*, 7(3), 2171–2178.
<https://www.ijariie.com/FormDetails.aspx?MenuScriptId=213443>
- Paz Zeballos, Ricardo. (2015). Influencia de la presión de inyección combustible y estado de los inyectores sobre el rendimiento y emisión de contaminantes del motor diésel. *Rev. Tecnológica [online]. vol.11, n.17, pp. 17-21. ISSN 1729-7532.*
http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-75322015000100003&lng=en&nrm=iso
- Kumar, S., & Patel, R. (2019). *Valves and piston rings wear in small engines: diagnosis and maintenance strategies*. *Journal of Mechanical Engineering Research*, 11(3), 45-59.
https://mjae.journals.ekb.eg/article_95176.html#:~:text=Abstract,the%20case%20of%20the%20sample.
- Kumar, V., Sinha, S. K., and Agarwal, A. K. (November 21, 2018). "Wear Evaluation of Engine Piston Rings Coated With Dual Layer Hard and Soft Coatings." ASME. J. Tribol. March 2019; 141(3): 031301. <https://doi.org/10.1115/1.4041762>

Apéndices

Apéndice A: Cronograma de Actividades**DIAGRAMA DE GANTT**

Apéndice B: Organización del trabajo

N.º	Materiales y componentes	Especificación técnica	Cantidad	Métrica	Costo parcial
1	Metales de bancada	0.50mm	1	Juego	120.00
2	Metales de biela	0.25mm	1	Juego	80.00
3	Guías de válvula	Bronce grafitado	16	Unidades	80.00
4	Asientos de válvulas	hierro	16	Unidades	320.00
5	Anillos	0.25mm	1	Juego	240.00
7	Bocinas de biela	Bronce grafitado	4	Unidades	120.00
8	Correa de sincronización	Elástica dentada	1	Unidad	70.00
9	Rodaje Templador	Cojinete	1	Unidad	75.50
10	Tapones de chaquetas	Bronce	1	Juego	95.00
11	Empaquetadura	s/m	1	Juego	160.00
SUBTOTAL					1360.50

N.º	Alquiler de herramientas, equipos, insumos y servicios	Unidades	Costo parcial
1	Torquímetro	1	100.00
2	Servicio de internet	Plan 79	79.00
3	Servicio lavado de motor	1	150.00
4	Gasolina	5 galones	90.00
5	Aceite Castrol	1 galón	160.00
SUBTOTAL			649.00

N.º	RESUMEN DE GASTOS	GASTOS TOTAL
1	Materiales y componentes	1360.50
2	Alquiler de herramientas y servicios	649.00
TOTAL		2009.50

Apéndice C: Actividades realizadas

Figura 38

Desmontaje del motor

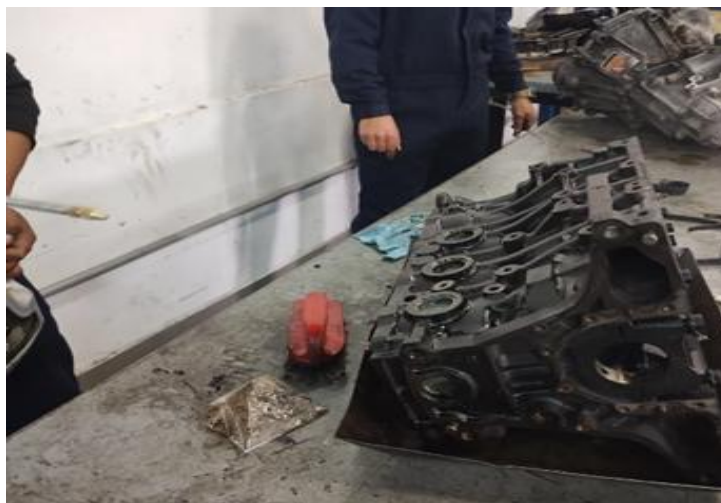


Figura 39

Desarmado de componentes del bloque de motor

**Figura 40**

Desmontaje de cigüeñal del bloque de motor

**Figura 41**

Desmontaje de componentes del motor



Figura 42

Desmontaje de culata



Figura 43

Desmontaje de pistones del bloque de motor



Figura 44

Desmontaje de cárter y componentes

