



Facultad de Ciencia y Tecnología  
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Trabajo de Titulación:  
Reparación integral de un motor 2E marca Toyota.

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

Nombres y Apellidos:  
Oscar Daniel Luna Dutan  
Henry David Orellana Jimbo

Director:  
Ing. Robert Esteban Rockwood Iglesias

Cuenca – Ecuador

2025

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a familia, quienes estuvieron de principio a fin apoyándome, en especial a mi padre, quien fue un pilar fundamental para lograr el objetivo, de la misma manera a mi hermano mayor de quien tengo el respaldo y siempre está dispuesto a ayudarme en lo que necesite.

Dedico este logro a mi esfuerzo, perseverancia y dedicación. Este es el resultado de mucho tiempo de trabajo y sacrificio, y me siento orgulloso de haber llegado hasta aquí.

Dedico a mis profesores quien gracias a sus conocimientos impartidos en todo este ciclo académico fueron muy necesarios para cumplir con los objetivos esperados.

-Oscar Daniel Luna Dutan-

Dedico este proyecto a quienes siempre me han apoyado y motivado a alcanzar mis metas. En primer lugar y especial a mi madre por su amor, paciencia y sacrificio que pasamos día tras día para salir adelante, sin los cuales este logro no habría sido posible. A mis seres queridos, por brindarme su apoyo incondicional durante todo este proceso.

Dedico a mis profesores quien gracias a sus aprendizajes y conocimientos impartidos en toda esta carrera académica fueron muy necesarios para cumplir con los objetivos esperados.

Finalmente, dedico este esfuerzo a mí mismo, por haber tenido la fuerza, valentía de perseverar, aprender y seguir luchando para salir adelante.

-Henry David Orellana Jimbo-

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi agradecimiento a todos los docentes que al largo de la carrera de tecnología nos compartieron todos los conocimientos necesarios para de esta manera llenarme de grandes enseñanzas, experiencias y sabiduría.

Expresó mis agradecimientos al Tecnólogo Luis tapia, Mgst. Robert Rockwood y al Ing. Fredy Vásquez por guiarnos en todo el proceso del proyecto técnico, el cual con ayuda de sus conocimientos nos orientó con sus enseñanzas a como reparar el motor de una manera eficaz.

## **Resumen**

La presente tesis tuvo como objetivo recuperar el estado funcional del motor de un vehículo Toyota tercer, modelo 1995, para ello se procedió con el diagnóstico, realizándose varias pruebas para conocer el nivel de desgaste de los componentes internos del motor, posteriormente se realizó el desmontaje, desarme y verificación de todos los componentes internos de motor, evaluando su estado en relación con los límites de tolerancia recomendados por el fabricante. Posteriormente, se realizó el reemplazo y reparación de los elementos que presentaban desgaste, daños o desviaciones significativas respecto a sus especificaciones. A continuación, se realizó el ensamblaje y las pruebas funcionales del motor, verificando su correcto desempeño y eficiencia operativa. Finalmente, se documentó toda la información técnica recopilada durante el proceso en un informe detallado.

**Palabras clave:** Toyota, diagnóstico, reparación, motor, automotriz.

## **Abstract**

The objective of this thesis was to restore the functional condition of the engine of a third-generation Toyota vehicle, model year 1995. To achieve this, a diagnostic was carried out, performing various tests to determine the level of wear of the engine's internal components. Subsequently, the engine was disassembled, dismantled, and all internal components were checked, evaluating their condition in relation to the tolerance limits recommended by the manufacturer. Then, the worn, damaged, or significantly deviated components were replaced or repaired according to specifications. Afterwards, the engine was reassembled and functional tests were conducted to verify its correct performance and operational efficiency. Finally, all the technical information gathered during the process was documented in a detailed report.

**Keywords:** Toyota, diagnostics, repair, engine, automotive.

## Índice de contenido

Dedicatoria.....	I
Agradecimiento .....	I
Resumen .....	II
Abstract.....	II
1. Introducción.....	1
2. Obgetivos.....	2
2.1. Objetivo general. ....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
3. Procedimiento.....	2
3.1. Comprobaciones preliminares. ....	2
3.1.1. Herramientas requeridas:.....	2
3.1.2. Descripción del proceso: .....	2
3.1.2.1. Comprobación de compresión de los cilindros.....	2
3.1.2.2. Comprobación de fugas en los cilindros.....	3
3.1.2.3. Verificación de fugas de aceite y refrigerante. ....	4
3.1.3. Observaciones:.....	5
3.2. Desmontaje del conjunto motor:.....	5
3.2.1. Herramientas requeridas:.....	5
3.2.2. Descripción del proceso: .....	5
3.2.3. Observaciones.....	7
3.3. Despiece del motor. ....	7
3.3.1. Herramientas requeridas. ....	7

3.3.2. Descripción del proceso.....	7
3.3.2.2. Despiece de todos los elementos que conforman el motor.....	7
3.3.2.3. Despiece de los elementos de la culata.....	8
3.3.2.4. Despiece del bloque motor. ....	9
3.3.3. Observaciones.....	10
3.4. Medición de holguras de motor. ....	10
3.4.1. Herramientas requeridas. ....	10
3.4.2. Descripción del proceso.....	10
3.4.2.1. Medición de la planicidad de la culata y bloque motor. ....	10
3.4.2.2. Holgura de los pistones (haz de luz).....	11
3.4.2.3. Medición de holgura canal anillo-pistón. ....	12
3.4.2.4. Medición del diámetro del pistón. ....	13
3.4.2.5 Holgura axial del cigüeñal.....	13
3.4.2.6. Comprobación del diámetro del vástago de las válvulas.....	14
3.4.2.7. Longitud del resorte de válvulas.....	15
3.4.2.8. Medición de excentricidad radial de cada válvula.....	16
3.4.2.9. Medición de descentramiento circular del cigüeñal. ....	17
3.4.2.10. Medición de descentramiento circular del eje de levas. ....	17
3.4.2.11. Medición de la altura del lóbulo de la leva.....	18
3.4.2.12. Holguras de lubricación.....	19
3.4.3. Observaciones.....	20
3.5. Armado del motor.....	20
3.5.1. Herramientas requeridas. ....	20
3.5.2. Descripción del proceso.....	21

3.5.2.1. Armado del bloque motor.....	21
3.5.2.2. Armado de la culata.....	22
3.5.2.3. Montaje de elementos periféricos del motor.....	23
3.5.3. Observaciones.....	24
3.6. Montaje del conjunto Motor.....	24
3.6.1. Herramientas requeridas.....	24
3.6.2. Descripción del proceso.....	25
3.6.3. Observaciones.....	25
4. Resultados después de la reparación.....	26
4.1. Recalibración de válvulas.....	26
4.2. Afinación del motor.....	26
4.3. Prueba de gases.....	27
5. Conclusiones.....	28
6. Referencias.....	29

## Índice de Tablas

Tabla 1. Datos técnicos del motor Toyota 2E .....	1
Tabla 2. Comprobaciones de compresión y fugas de cilindro.....	5
Tabla 3. Holguras del haz de luz de los cilindros. ....	12
Tabla 4. Holgura canal anillo-pistón. ....	12
Tabla 5. Medida del diámetro del pistón. ....	13
Tabla 6. Mediciones de diámetro del vástago de las válvulas de admisión. ....	15
Tabla 7. Mediciones de diámetro del vástago de la válvula de escape. ....	15
Tabla 8. Datos de la longitud medida de los resortes de válvulas. ....	16
Tabla 9. Medidas de excentricidad radial de las válvulas. ....	16
Tabla 10. Medidas del descentramiento circular del cigüeñal.....	17
Tabla 11. Medidas de descentramiento circular del eje de levas.....	18
Tabla 12. Medidas de altura de lóbulo de leva. ....	19

## Índice de Gráficos

Figura 1. Medición de compresión .....	3
Figura 2 . Comprobación de perdida de hermeticidad en los cilindros .....	4
Figura 3. Fuga de aceite en el retén del cigüeñal.....	4
Figura 4. Proceso de desmontaje del motor.....	6
Figura 5. despiece de las diferentes partes del motor.....	8
figura 6. Desmontaje de los muelles de válvulas.....	9
Figura 7. retiro del cárter. ....	9
Figura 8. Medición de planicidad de la culata.....	11
Figura 9. Medición del haz de luz. ....	11
Figura 10. Medición holgura canal anillo-pistón.....	12
Figura 11. Medición del diámetro del pistón.....	13
Figura 12. Comprobación del juego axial del cigüeñal. ....	14
Figura 13. Medición del vástago de la válvula. ....	14
Figura 14. medición de longitud del resorte de la válvula.....	15
Figura 15. Medición excentricidad radial de la válvula. ....	16
Figura 16. Medición de descentramiento circular del cigüeñal.....	17
Figura 17. Medición de descentramiento circular del eje de levas .....	18
Figura 18. Medición de la altura del lóbulo.....	18
Figura 19. Medición de luz de aceite entre cojinete y bancada de cigüeñal.....	20
Figura 20. Conjunto de bloque motor armado.....	22
Figura 21. Montaje del eje de levas en la culata.....	23
Figura 22. Motor armado con sus elementos periféricos.....	24
Figura 23. Montaje del conjunto motor ya restaurado.....	25

## 1. Introducción.

El presente proyecto busca recuperar el estado funcional óptimo del motor de un vehículo Toyota Tercel año 1995, el auto actualmente presenta desperfectos como: alto consumo de aceite, baja potencia, se presenta además contaminación del aceite lubricante del motor con líquido refrigerante, pérdida de compresión en los cilindros. A través de este trabajo, se busca restaurar el motor a su estado óptimo de funcionamiento, y también ofrecer una guía detallada sobre los procedimientos de diagnóstico, desmontaje, reparación y montaje.

El motor Toyota 2E es un motor de cuatro cilindros en línea y 1300 cm<sup>3</sup>, se ha utilizado ampliamente en varios modelos de la marca Toyota, reconocidos por su fiabilidad y rendimiento. Este tipo de motor se ha utilizado en vehículos de bajo y medio costo, por lo que es común encontrarlo en automóviles de diversas edades en circulación. A pesar de su durabilidad, como cualquier componente mecánico, el motor 2E está sujeto al desgaste y a diversas fallas que, de no ser tratadas adecuadamente, pueden afectar el rendimiento del vehículo y la seguridad del conductor.

*Tabla 1. Datos técnicos del motor Toyota 2E*

Tipo de motor:	Motor de gasolina de 4 tiempos, 4 cilindros en línea
Cilindrada:	1295 cc (1.3 litros).
Diámetro x carrera:	73 mm x 77,4mm
Relación de compresión:	9.3:1
Potencia máxima:	64 a 81 HP a 6000rpm
Par máximo:	89 a 98 Nm en 3600rpm
Sistema de alimentación:	Carburador
Sistema de refrigeración:	Refrigerado por agua
Sistema de distribución:	Árbol de levas en cabeza (SOHC), de 12 válvulas, accionado por correa dentada.
Sistema de encendido:	Ruptor Electrónico.

## **2. Obgetivos.**

### **2.1. Objetivo general.**

Diagnosticar y reparar el motor de un vehículo Toyota Tercel modelo 1995.

### **2.2. Objetivos específicos.**

- ✓ Desmontar, desarmar y verificar el estado funcional de todos los componentes del motor, del vehículo Toyota Tercel, modelo 1995.
- ✓ Reemplazar y/o reparar los componentes que se encuentren fuera de los límites de tolerancia recomendados por el fabricante.
- ✓ Armar y verificar el correcto estado funcional del motor.
- ✓ Documentar la información recabada en un informe técnico.

## **3. Procedimiento.**

El procedimiento empleado para el desarrollo del presente proyecto de titulación se presenta a continuación a manera de reporte técnico simplificado, detallándose la operación, herramientas requeridas, descripción de los procesos, imágenes de referencia, y observaciones.

### **3.1. Comprobaciones preliminares.**

#### **3.1.1. Herramientas requeridas:**

- Implementos de seguridad: Guantes, zapatos punta de acero, tapones de oídos, gafas de protección, overol.
- Juego de dados y racha.
- Compresor de aire.
- Manómetro para medir compresión en los cilindros.
- Comprobador de fugas de cilindro.
- Dado de bujías.

#### **3.1.2. Descripción del proceso:**

##### **3.1.2.1. Comprobación de compresión de los cilindros.**

- El motor se encuentra en temperatura de operación.
- Extracción de bujías.

- Colocación del manómetro en el alojamiento de la bujía.
- Con la palanca de cambios en la posición “neutro”, se acciona el giro del motor, pisando el acelerador al máximo, luego de varias carreras de compresión se reporta la presión registrada.
- Realizar los mismos pasos en cada cilindro y comparar las lecturas.



*Figura 1. Medición de compresión.*

### **3.1.2.2. Comprobación de fugas en los cilindros.**

- Extracción de las bujías.
- Girar el motor desde la polea del cigüeñal, hasta que el cilindro No.1 se encuentre en el punto muerto superior (PMS) – marca de 0° en la polea – fase de compresión.
- Conectar el manómetro al suministro de aire: 100 psi y al alojamiento de la bujía en el cilindro No.1 procedimiento demostrado en la (figura 2).
- Reportar la diferencia de presión encontrada y el/los lugares/es en donde se presentan las fugas.
- Repetir este proceso para el resto de cilindros – verificando que el pistón se encuentre en la fase de compresión y en PMS.
- El reporte se presenta en la tabla 2.



*Figura 2 . Comprobación de perdida de hermeticidad en los cilindros.*

### **3.1.2.3. Verificación de fugas de aceite y refrigerante.**

El vehículo fue colocado en la fosa de inspección, con el motor encendido y utilizando una linterna se observaron las diferentes fugas que se presentaban en el conjunto motor.

Presenta fugas de aceite por el retén del cigüeñal, tanto en la parte de la distribución del motor, como en la parte posterior, entre el motor y la caja de cambios además fugas de refrigerante por el radiador.



*Figura 3. Fuga de aceite en el retén del cigüeñal.*

### 3.1.3. Observaciones:

En la tabla 2 se observa una baja compresión de los cilindros, las fugas se presentan en: holguras en segmentos del pistón (aire fluye hacia el cárter), además hay falta de estanqueidad en las válvulas de admisión y escape (aire que fluye hacia el múltiple de admisión y escape). El cilindro No. 2 es el que presenta el menor porcentaje de estanqueidad, capaz de retener el 85% de la presión de aire inyectado en las pruebas ya que no hay estanqueidad en las válvulas de admisión y de escape.

*Tabla 2. Resultado de las comprobaciones de compresión y fugas de los cilindros.*

Cilindro No.	1	2	3	4
Porcentaje de hermeticidad en los cilindros (%)	95	85	95	90
Valores obtenidos de la medición de compresión en (PSI)	120	105	120	115

## 3.2. Desmontaje del conjunto motor:

### 3.2.1. Herramientas requeridas:

- Implementos de seguridad: zapatos punta de acero, guantes, gafas de protección, tapones de oídos, overol.
- Juego de llaves.
- Juego de dados.
- Juego de destornilladores.
- Martillo.
- Gato hidráulico.
- Embanques.
- Cuerdas para sujeción del motor.
- Pistola de impacto.
- Tecla tipo pluma.
- Mesa de trabajo.

### 3.2.2. Descripción del proceso:

- Desconexión de la batería y desmontaje para evitar cortocircuitos.
- Drenado de los líquidos: aceite del motor, refrigerante.

- Retiramos el capó para facilitar el acceso.
- Desconexión de las cañerías de alimentación y retorno de combustible.
- Desmontaje del sistema de admisión (filtro de aire, depurador, conductos de vacío)
- Desmontaje sistema de escape (colector y tubería conectada al motor).
- Retiramos radiador y mangueras del sistema de refrigeración.
- Desmontaje de accesorios (correa, alternador, bomba de agua, bomba de la dirección hidráulica etc.)
- Desconexión de sistema eléctrico.
- Motor de arranque.
- Desconexión de tomas a tierra.
- Desconexión de indicadores (presión de aceite, temperatura del refrigerante)
- Desmontaje de los pernos de sujeción que acoplan el motor con la caja de cambios.
- Embanque del vehículo.
- Desmontaje de las ruedas delanteras.
- Instalación de las cuerdas de sujeción del motor.
- Sujeción del conjunto motor con el tecele pluma.
- Desmontaje de las bases del motor.
- Extracción del conjunto motor.



*Figura 4. Proceso de desmontaje del motor.*

### **3.2.3. Observaciones.**

Al desconectar las mangueras del sistema de calefacción, hacerlo con mucha precaución ya que son conductos muy delicados que pueden sufrir deformaciones.

Se observaron bases del motor y cañerías de refrigeración en mal estado.

### **3.3. Despiece del motor.**

#### **3.3.1. Herramientas requeridas.**

- Implementos de seguridad: guantes, gafas de protección, overol, calzado punta de acero, tapones de oídos.
- Mesa de trabajo
- Juego de dados.
- Set de llaves.
- Destornilladores.
- Alicates.
- Martillo de goma.
- Compresor de válvulas.
- Recipientes.
- Palanca de fuerza.
- Franela.
- Desengrasante.

#### **3.3.2. Descripción del proceso.**

##### **3.3.2.2. Despiece de todos los elementos que conforman el motor.**

- Desmontaje del sistema de distribución verificando los puntos de sincronización del motor.
- Desconexión de mangueras.
- Retiro del carburador.
- Desmontaje del múltiple de admisión.
- Desmontaje del múltiple de escape.
- Desmontaje del distribuidor de encendido.
- Desacople de la bomba mecánica de combustible.
- Retiro de la tapa de válvulas.

- Desmontaje de la bomba de agua.
- Retiro de la varilla de aceite, soportes de motor.
- Desmontaje de la culata, se inició aflojando los pernos de sujeción comenzando desde afuera hacia adentro, con ayuda de una palanca de fuerza.



*Figura 5. Despiece de las diferentes partes del motor.*

### **3.3.2.3. Despiece de los elementos de la culata.**

- Retiramos los cojinetes del eje de levas.
- Retiramos el eje de levas.
- Retiramos los balancines.
- Retiramos los muelles.
- Desmontamos los sellos de válvulas.
- Desmontamos las válvulas de admisión y escape en orden.



*figura 6. Desmontaje de los muelles de válvulas.*

#### **3.3.2.4. Despiece del bloque motor.**

- Extracción de la bomba de aceite.
- Retiro del volante motor.
- Desmontaje del cárter.
- Extracción del colador de aceite.
- Desmontaje de bancadas de biela.
- Extracción del subconjunto pistón y biela.
- Desmontaje de bancadas del cigüeñal y retiro del cigüeñal.



*Figura 7. retiro del cárter.*

### **3.3.3. Observaciones.**

- Al extraer los elementos del motor se observó desgaste en los diferentes empaques y retenes de fluidos.
- Al desacoplar la culata el empaque presentaba roturas, lo que hacía en el líquido refrigerante se mezcle con el aceite del motor.
- Los pistones presentaron excesiva carbonilla en su cabeza debido a la quema de aceite en la cámara de combustión.
- La superficie tanto de la culata como del bloque motor, presentaban corrosión y pequeñas grietas.
- En el sistema de escape se observó que la junta estaba dañada y se tuvo que remplazar.
- Las válvulas presentan desgaste cóncavo en la superficie de contacto con los asientos de válvulas.
- Los anillos de pistones presentan excesiva luz de puntas.

### **3.4. Medición de holguras de motor.**

#### **3.4.1. Herramientas requeridas.**

- Galgas de espesores.
- Reloj comparador.
- Banco de torno.
- Micrómetro.
- Calibrador pie de rey.
- Regla.
- Hilo plástico “Plasti gauge”.
- Base magnética.
- Regla de precisión.

#### **3.4.2. Descripción del proceso.**

##### **3.4.2.1. Medición de la planicidad de la culata y bloque motor.**

Ubicamos la culata y el bloque motor en una superficie plana bien posicionados, colocamos la regla de precisión sobre la superficie de la culata y bloque, con una galga de espesores se mide la

holgura entre la regla y la superficie en diferentes puntos para comprobar desgaste o deformaciones irregulares.



*Figura 8. Medición de planicidad de la culata.*

#### **3.4.2.2. Holgura de los pistones (haz de luz).**

Se coloca el anillo No. 1 (rin de fuego) de cada pistón en su respectivo cilindro, con la galga de espesores se mide la pequeña separación que queda entre los dos extremos del aro.



*Figura 9. Medición del haz de luz.*

Tabla 3. Holguras del haz de luz de los cilindros.

Cilindros	1	2	3	4	Valor recomendado por el fabricante	Diagnostico
Anillo de fuego (mm)	0.60	0.55	0.50	0.55	0.26 a 0.49 mm	Fuera de tolerancia
Anillo de compresión (mm)	0.55	0.55	0.50	0.60	0.15 a 0.43 mm	Fuera de tolerancia
Anillo de aceite (mm)	1.05	1.05	1.05	1.05	0.20 a 0.83 mm	Fuera de tolerancia

### 3.4.2.3. Medición de holgura canal anillo-pistón.

Nos aseguramos que el pistón y los anillos estén completamente limpios, sin carbón ni residuos.

Insertamos el anillo correspondiente en su canal, con un calibrador de hojas medimos el espacio entre la cara superior del anillo y el borde superior del canal del pistón.



Figura 10. Medición holgura canal anillo-pistón.

Tabla 4. Holgura canal anillo-pistón.

Cilindros	1	2	3	4	Valor recomendado por el fabricante.	Diagnostico
Canal superior (mm)	0.05	0.08	0.08	0.08	0.04-0.08 mm	Rango normal
Segundo canal(mm)	0.05	0.07	0.05	0.07	0.04-0.08 mm	Rango normal

#### 3.4.2.4. Medición del diámetro del pistón.

Con la ayuda de un micrómetro se comprueba el desgaste de la falda del pistón, asegurándonos que la superficie de medición este en contacto con el pistón de manera uniforme.



Figura 11. Medición del diámetro del pistón.

Tabla 5. Medidas del diámetro de los pistones.

Pistón	Valor medido.	Valores de fábrica, pistón (STD)	Diagnostico.
1	73.43 mm	72.91 – 72.94 mm	Fuera de tolerancia.
2	73.44 mm	72.91 – 72.94 mm	Fuera de tolerancia.
3	73.44 mm	72.91 – 72.94 mm	Fuera de tolerancia.
4	73.43 mm	72.91 – 72.94 mm	Fuera de tolerancia.

#### 3.4.2.5 Holgura axial del cigüeñal.

La comprobación de holgura axial, se lo realiza con el cigüeñal en la posición de trabajo, posteriormente se coloca el reloj comparador y la base magnética de tal manera que el palpador tenga contacto con el cigüeñal, y luego se realizan movimientos axiales, se reporta el huelgo encontrado el mismo que indica el desgaste de los cojinetes axiales (lunas) dándonos como resultado un rango de tolerancia óptimo de acuerdo al manual.



*Figura 12. Comprobación del juego axial del cigüeñal.*

#### **3.4.2.6. Comprobación del diámetro del vástago de las válvulas.**

Con un micrómetro comprobamos el desgaste o irregularidades del vástago de cada una de las válvulas, tanto de admisión y escape.



*Figura 13. Medición del vástago de la válvula.*

Tabla 6. Mediciones de diámetro del vástago de las válvulas de admisión.

Cilindro	Medida válvula grande (mm)	Medida válvula pequeña (mm)	Medida del fabricante (mm)	Diagnostico
1	5.94	5.94	5.97 – 5.98	Fuera de tolerancia
2	5.94	5.95	5.97 – 5.98	Fuera de tolerancia
3	5.94	5.95	5.97 – 5.98	Fuera de tolerancia
4	5.94	5.94	5.97 – 5.98	Fuera de tolerancia

Tabla 7. Mediciones de diámetro del vástago de la válvula de escape.

Cilindro	Medida en (mm)	Medida del fabricante (mm)	Diagnostico
1	5.94	5.96 - 5.98	Fuera de rango
2	5.95	5.96 – 5.98	Fuera de rango
3	5.94	5.96 – 5.98	Fuera de rango
4	5.95	5.96 – 5.98	Fuera de rango

### 3.4.2.7. Longitud del resorte de válvulas.

Con la herramienta de medición pie de rey digital, lo colocamos de extremo a extremo para saber la longitud de cada resorte de válvulas.



Figura 14. medición de longitud del resorte de la válvula.

Tabla 8. Datos de la longitud medida de los resortes de válvulas.

Resorte de válvulas	Valor medido	Valor recomendado por el fabricante.	Diagnostico
Todos	41.40 mm	41.52 mm	Fuera de rango

### 3.4.2.8. Medición de excentricidad radial de cada válvula.

Con la ayuda de un reloj comparador medimos el juego excéntrico, colocamos las válvulas en la culata y realizamos movimientos oscilantes para verificar el huelgo respecto a su guía.



Figura 15. Medición excentricidad radial de la válvula.

Tabla 9. Medidas de excentricidad radial de las válvulas.

Válvulas de admisión grandes	Valor medido	Valor de fabrica	Diagnostico
Todos	0.10 mm	0.5 - 0.7 mm	Fuera de rango
Válvulas de admisión pequeñas	Valor medido	Valor de fabrica	Diagnostico
Todos	0.05 mm	0.5 - 0.7 mm	Rango normal
Válvulas de escape	Valor medido	Valor de fabrica	Diagnostico
Todos	0.07 mm	0.07 - 0.10 mm	Rango normal

### 3.4.2.9. Medición de descentramiento circular del cigüeñal.

Ubicamos el cigüeñal en el torno y junto con un reloj comparador comprobamos el descentramiento circular en cada bancada del cigüeñal.



Figura 16. Medición de descentramiento circular del cigüeñal.

Tabla 10. Medidas del descentramiento circular del cigüeñal.

Cigüeñal	Valor medido	Valor máximo recomendado	Diagnostico
Bancada 1	0.02 mm	0.03 mm	Rango normal
Bancada 2	0.02 mm	0.03 mm	Rango normal
Bancada 3	0.01 mm	0.03 mm	Rango normal
Bancada 4	0.02 mm	0.03 mm	Rango normal
Bancada 5	0.01 mm	0.03 mm	Rango normal

### 3.4.2.10. Medición de descentramiento circular del eje de levas.

Ubicamos el árbol de levas en el torno y junto con un reloj comparador comprobamos el descentramiento circular en cada bancada del eje (4 bancadas).



*Figura 17. Medición de descentramiento circular del eje de levas.*

*Tabla 11. Medidas de descentramiento circular del eje de levas.*

Eje de levas	Valor medido	Valor máximo recomendado	Diagnostico
Bancada 1	0.01 mm	0.04 mm	Rango normal
Bancada 2	0.01 mm	0.04 mm	Rango normal
Bancada 3	0.02 mm	0.04 mm	Rango normal
Bancada 4	0.01 mm	0.04 mm	Rango normal

### **3.4.2.11. Medición de la altura del lóbulo de la leva.**

Con un micrómetro medimos la altura de cada uno de los lóbulos del eje de levas, tanto de admisión y escape.



*Figura 18. Medición de la altura del lóbulo.*

Tabla 12. Medidas de altura de lóbulo de leva.

Levas de admisión (principal)	Valor medido	Altura mínima del lóbulo	Diagnostico
Lóbulo 1	35.42 mm	35.15 mm	Rango normal
Lóbulo 2	35.42 mm	35.15 mm	Rango normal
Lóbulo 3	35.43 mm	35.15 mm	Rango normal
Lóbulo 4	35.42 mm	25.15 mm	Rango normal
Levas de admisión (secundario)	Valor medido	Altura mínima del lóbulo	Diagnostico
Lóbulo 1	35.33 mm	35.18 mm	Rango normal
Lóbulo 2	35.33 mm	35.18 mm	Rango normal
Lóbulo 3	35.34 mm	35.18 mm	Rango normal
Lóbulo 4	35.32 mm	35.18 mm	Rango normal
Levas de escape	Valor medido	Altura mínima del lóbulo	Diagnostico
Lóbulo 1	35.45 mm	35.52 mm	Fuera de rango
Lóbulo 2	35.46 mm	35.52 mm	Fuera de rango
Lóbulo 3	35.46 mm	35.52 mm	Fuera de rango
Lóbulo 4	35.47 mm	35.52 mm	Fuera de rango

### 3.4.2.12. Holguras de lubricación.

Esta comprobación de holgura de lubricación (luz de aceite) se la realiza básicamente en las bancadas de cigüeñal y bielas.

Limpiamos la superficie del cigüeñal y del cojinete donde se medirá la holgura, colocamos una tira de plastic gauge, apretamos el cojinete con un torquímetro según el torque especificado en el manual del fabricante, aflojamos y retiramos el cojinete, comprobamos el grosor resultante de la tira aplastada con una escala de medición proporcionada por el fabricante del plastic gauge, verificamos si las medidas coinciden con las tolerancias del fabricante que en este caso nos entregaba un valor de (0.076 mm o 0.003 in) en todas las bancadas, lo cual se encuentran dentro del rango normal.



*Figura 19. Medición de holgura de lubricación entre cojinetes y bancadas del cigüeñal.*

### **3.4.3. Observaciones.**

Al momento de realizar las comprobaciones de cada elemento se pudo notar un gran deterioro, especialmente en los cilindros del bloque motor, ya que al realizar la medición de luz de puntas de los anillos, se verificó que tenían una holgura excesiva y esto nos indica que el cilindro presenta mucho desgaste, por lo cual se tiene que rectificar los cilindros a (0.75mm), cambiar pistones, juego de anillos, etc.

En la medición de la holgura entre canal y segmento se notó mayor desgaste en el rin de fuego esto debido a las temperaturas extremas y presiones altas.

Al momento de realizar las comprobaciones de la planicidad se observó un resultado fuera de la tolerancia recomendada en la culata, siendo necesaria la rectificación, que además presentaba grietas por corrosión, en la superficie para lo cual se realizó un relleno con suelda de aluminio.

Las válvulas presentaban un desgaste fuera de tolerancia en su vástago, además las válvulas de admisión (principal) tienen una holgura excéntrica fuera de rango lo que llevo a la sustitución del juego completo de válvulas y guías.

## **3.5. Armado del motor.**

### **3.5.1. Herramientas requeridas.**

- Juego de dados
- Destornilladores

- Set de llaves
- Martillo de goma
- Galgas de espesores
- Torquímetro
- Faja para anillos de pistón
- Aceitero
- Ventosas para pulir asientos de válvulas
- Compresor de muelles de válvulas
- Silicon gris
- Paño de lienzo

### **3.5.2. Descripción del proceso.**

#### **3.5.2.1. Armado del bloque motor.**

- Antes del armado, se realiza una inspección visual y dimensional del bloque, cigüeñal, pistones, bielas y componentes rectificadas, verificamos que todas las superficies estén libres de suciedad, óxido o rebabas, y que las tolerancias cumplan con las especificaciones del fabricante.
- El bloque es lavado internamente y externamente con detergente industrial y cepillos especiales para eliminar residuos metálicos, aceites o compuestos de rectificación. Posteriormente se seca con aire comprimido.
- Colocamos tapones de agua y de galerías de aceite, aplicando sellador cuando corresponde.
- Instalamos los cojinetes, asegurando su correcta alineación y asentamiento en sus respectivos alojamientos.
- Con los cojinetes ya lubricados, se procede a colocar el cigüeñal sobre el bloque. Se instalan las tapas de bancada y se aprietan los pernos siguiendo el orden y torque especificados por el fabricante.
- Verificamos el juego axial del cigüeñal utilizando un reloj comparador.
- Colocamos los aros de compresión y aceite en sus respectivos pistones respetando las orientaciones y separaciones recomendadas, lubricamos el conjunto y se introduce cuidadosamente en los cilindros mediante un compresor de aros.
- Instalamos las tapas de biela y ajustamos con torque controlado.

- Instalamos la bomba y colador de aceite.
- Colocamos el cárter.
- Instalamos los empaques y retenedores de aceite correspondientes.



*Figura 20. Conjunto de bloque motor armado.*

### **3.5.2.2. Armado de la culata.**

- Se realiza una limpieza exhaustiva de la culata y sus componentes utilizando solventes adecuados y aire comprimido.
- Se lubrica ligeramente las válvulas con aceite de motor y se introduce en su respectiva guía, previamente se verifica el correcto asentamiento de las válvulas mediante la prueba con pasta de esmerilar o tinta de contacto.
- Se colocan los retenes de válvula en cada guía, asegurando su posición con la herramienta adecuada, lo cual garantiza el sellado y evita el paso de aceite hacia la cámara de combustión.
- Con la ayuda de un compresor de resortes, se comprimen los resortes de válvula y se insertan los seguros o cuñas.
- Se monta el árbol de levas previamente lubricado. Se instalan los bujes o cojinetes, tapas o bancadas del árbol de levas, y se aprietan con torque siguiendo el orden especificado.
- Se colocan los elementos del tren de válvulas (balancines), Se debe respetar la orientación, limpieza y lubricación de todas las piezas móviles.
- Se realiza el ajuste de holgura o calibración de válvulas de manera preliminar.

- Una vez armada la culata, se procede a colocar la junta de culata nueva sobre el bloque del motor, asegurando su correcta alineación. Luego se instala la culata completa, y se aprietan los pernos de fijación en el orden y con el torque recomendado por el fabricante.



*Figura 21. Montaje del eje de levas en la culata.*

### **3.5.2.3. Montaje de elementos periféricos del motor.**

El montaje de los elementos periféricos constituye la etapa final del armado del motor. Estos componentes no forman parte directa del bloque o la culata, pero son esenciales para el correcto funcionamiento del motor.

- Instalación del múltiple de escape.
- Montaje del colector de admisión.
- Colocación de la tapa de válvulas.
- Instalación de algunos elementos del sistema de refrigeración.
- Montaje del kit de distribución.
- Instalación del sistema de alimentación (carburador).
- Montaje del volante de inercia.
- Instalación del kit de embrague.



*Figura 22. Motor armado con sus elementos periféricos.*

### **3.5.3. Observaciones.**

En esta parte del proceso se llegó a remplazar varias piezas deterioradas o en mal estado como: la bomba de agua, bomba de aceite, kit de distribución, pistones, rines, válvulas, sellos de válvulas, retenedores de aceite, empaques, mangueras de refrigeración, cables y bujías, etc.

En la superficie de la culata se realizó rellenos con suelda ya que presentaba grietas por corrosión.

### **3.6. Montaje del conjunto Motor.**

#### **3.6.1. Herramientas requeridas.**

- Implementos de seguridad industrial
- Juego de dados
- Set de llaves
- Palanca de fuerza.
- Pistola neumática de impacto
- Destornilladores
- Gato hidráulico
- Tecle tipo pluma
- Cuerdas para sujetar el conjunto motor
- Embanques

### 3.6.2. Descripción del proceso.

- Sujeción de conjunto motor a la grúa pluma de motores para incorporar al vehículo.
- Colocación del conjunto motor con sus respectivas bases.
- Conexión de los indicadores del tablero.
- Conexión de tierras: caja de cambios múltiple de admisión y motor.
- Conexión de los conectores eléctricos y mecánicos.
- Conexión de cañerías y mangueras.
- Colocación del radiador nuevo.
- Acople del múltiple de escape con el tubo evacuador de gases.
- Colocación del depurador y mangueras de vacío.
- Conexión de la batería.
- Colocación de todos los fluidos: líquido refrigerante, aceite de motor más filtro.
- Encendido del motor para comprobar su funcionamiento.



*Figura 23. Montaje del conjunto motor ya restaurado.*

### 3.6.3. Observaciones.

Se tuvo que retirar la polea del cigüeñal y la base izquierda de motor ya que estos dificultaban el montaje.

El motor encendió sin dificultad, se mantuvo en ralentí para verificar posibles ruidos anómalos, fugas o comportamientos irregulares. No se presentaron fallas durante los primeros minutos de operación.

El motor al calentarse presentó fuga de refrigerante por una cañería de la calefacción, para lo cual se reemplazó la brida de sujeción.

#### **4. Resultados después de la reparación.**

Luego de la reparación el motor mostro mejoras notables en:

- Compresión de los cilindros.
- Reducción del consumo de combustible.
- Estabilidad en el ralentí (RPM).
- Mejora en arranque en frío o caliente.
- Reducción de emisiones de gases tóxicos.

Después de un cierto tiempo de desplazamiento en este caso a los 4000km se reajustó las válvulas debido al asentamiento de las partes cambiadas en la reparación toman nuevas holguras que se deben ajustar al funcionamiento óptimo.

##### **4.1. Recalibración de válvulas.**

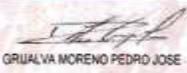
Comenzamos retirando la tapa de válvulas, ponemos el primer pistón en el PMS haciendo coincidir los puntos de la polea del cigüeñal con la señal de la tapa de la distribución posteriormente con la ayuda de galgas de espesores, una llave de 10mm y un destornillador plano se procedió a aflojar en tornillo que da presión al balancín para poder pasar una galga entre el pie de válvula y el balancín con una medida de 0.20mm en el escape y admisión para luego volver a ajustar el tornillo dejando la abertura requerida.

##### **4.2. Afinación del motor.**

- Limpieza y ajuste del carburador.
- Regulación de ralentí y mezcla aire combustible.
- Cambio de bujías y cables.
- Reemplazo de filtro de aire y filtro de combustible.
- Calibración del tiempo de encendido con la lampara estroboscópica.
- Cambio de aceite y filtro.
- Verificación de bobina y distribuidor.

### 4.3. Prueba de gases.

Luego de realizar las respectivas afinaciones del motor, al vehículo se le realizó la RTV (revisión técnica vehicular) ya que tenía que ser matriculado. Como consecuencia de la reparación y replazo de los diferentes componentes, la emisión de gases estaba dentro de su rango normal por lo cual se pudo matricular el vehículo de manera correcta y sin ningún problema siendo este aprobando.

EMOV		ACADÉMIA DE CUENCA		RTV	
Revisión Técnica Vehicular		Revisión Técnica Vehicular		Revisión Técnica Vehicular	
No.Certificado/Adhesivo: 31144	Marca: TOYOTA	Modelo: TERCEL	Año: 1995	APROBADO	PRD0242
Fecha revision: 07/04/2025	No.Chasis: EL500011845				RESULTADO
 GRIVALVA MORENO PEDRO JOSE RESPONSABLE	Cooperativa:			No.Defectos TIPO 3: 0	31/03/2026
	Reg.Municipal: CENTRO MIXTO MAYANCELA	No.Revisión: 17306162-1			No.Defectos TIPO 2: 2
				No.Defectos TIPO 1: 5	Kilometraje: 300198

CODIGO	DESCRIPCION DEL DEFECTO VISUAL	CALIF. UBICACION			
02 09 02 05	ILUMINACION INTERIOR INADECUADA luz blancas en pedales	*** TIPO 12 14			
09 06 01 05	MALA VISIBILIDAD A TRAVES DEL PARABRISAS franja sup	*** TIPO 12 13 14			

CODIGO	DESCRIPCION DEL DEFECTO MECATRONICO	UNIDAD	VALOR (X)	RANGO NORMAL	CALIF. UBICACION
05 01 06 01	DESEQUILIBRIO SUSPENSION EN 1° EJE	°	17,000	0.00<=X<=15.00	TIP1
10 02 01 03	INCORRECTA EMISION DE O2 EN RALENTI	°	1,260	0.00<=X<=1.00	TIP1
10 02 05 03	INCORRECTA EMISION DE O2 EN ALTA	°	1,830	0.00<=X<=1.00	TIP1
04 07 03 01	DESEQUILIBRIO FRENO DE SERVICIO OTROS EJES	°	27,000	0.00<=X<=15.00	TIP1 1
04 07 01 01	INCORRECTA EFICACIA DE FRENO DE SERVICIO	°	57,000	60.00<=X<=100.00	TIP1

CODIGO	DESCRIPCION DE PRUEBAS MECATRONICAS	UNIDAD	VALOR (X)	RANGO NORMAL	CALIF. UBICACION
03 09 01 01	ALINEACION 1ER EJE CONVERGENCIA	MMX	2,900	-7.00<=X<=7.00	OK 0
05 01 03 01	EFICACIA SUSPENSION EN RUEDA DERECHA DEL 1ER EJ	°	82,000	60.00<=X<=100.00	OK 18
05 01 03 02	EFICACIA SUSPENSION EN RUEDA IZQUIERDA DEL 1ER	°	85,000	60.00<=X<=100.00	OK 19
05 01 04 01	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSION DEL 1ER EJE	°	4,000	0.00<=X<=15.00	OK
05 01 05 01	EFICACIA SUSPENSION EN RUEDA DERECHA DEL 2DO EJ	°	64,000	50.00<=X<=100.00	OK 18
05 01 05 02	EFICACIA SUSPENSION EN RUEDA IZQUIERDA DEL 2DO	°	77,000	50.00<=X<=100.00	OK 19
02 01 03 01	ALINEACION HORIZONTAL FARO CONDUCTOR	°	-1,200	-2.10<=X<=999.00	OK 8
02 01 03 02	ALINEACION VERTICAL FARO CONDUCTOR	°	-0,800	-999.00<=X<=2.50	OK 8
02 01 02 01	INTENSIDAD FARO CONDUCTOR	LUX	51,000	0.01<=X<=135.00	OK 8
10 03 01 01	NIVEL DE RUIDO EN EL ESCAPE	dB	63,971	0.01<=X<=79.00	OK
10 02 01 04	HIIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	PPM	120,000	0.00<=X<=550.00	OK
10 02 01 01	MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	°	1,136	0.00<=X<=2.50	OK
10 02 01 06	RPM EN RALENTI	RPM	850,000	0.00<=X<=1200.00	OK
10 02 05 04	HIIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	PPM	37,000	0.00<=X<=550.00	OK
10 02 05 01	MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	°	0,790	0.00<=X<=2.50	OK
04 07 02 01	DESEQUILIBRIO DE FREMADO EN 1ER EJE	°	7,000	0.00<=X<=15.00	OK 0
04 04 01 01	EFICACIA FRENO DE MANO	°	23,000	20.00<=X<=100.00	OK

Figura 24. Certificado de aprobación de la RTV.

## **5. Conclusiones.**

La reparación del motor se completó satisfactoriamente, alcanzando los objetivos establecidos, esto se evidencia, con los resultados obtenidos de las pruebas realizadas tras la reparación (compresión, consumo de aceite, emisiones, y comportamiento en carretera), las cuales demostraron una mejora significativa en el rendimiento del motor. El vehículo recuperó su potencia original y se observó una reducción notable en el consumo de combustible y emisiones contaminantes.

El desarrollo de este proyecto práctico permitió afianzar conocimientos teóricos y prácticos sobre los sistemas internos del motor, así como sobre procedimientos técnicos de desmontaje, inspección, reparación y pruebas funcionales. Este aprendizaje resulta esencial para futuros trabajos en el área de mantenimiento automotriz y mecánica general.

A partir del análisis de las fallas detectadas, se concluye que una parte importante de los daños pudo haberse evitado con un mantenimiento preventivo más riguroso y frecuente. Se recomienda implementar un plan de mantenimiento adecuado para prolongar la vida útil del motor.

La reparación integral de un motor, en lugar de su reemplazo, representa una alternativa técnica y económicamente viable que contribuye al aprovechamiento sostenible de recursos mecánicos y financieros.

## **6. Referencias.**

Toyota Motor Corporation. (1990). *Manual de reparación de motor Toyota serie E (motor 2E)*.

Núñez, A. (2017). *Mecánica automotriz avanzada*. Editorial Trillas.

Autodata. (2005). *Especificaciones técnicas para vehículos de gasolina – Modelos asiáticos*.

YouTube (canal técnico). (2023). *Desarme y armado de motor Toyota 2E paso a paso* [Video].

<https://www.youtube.com/...>

1E-2E\_Repair\_Manual [1].pdf