



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO**

**AUTOMOTRIZ**

**TEMA: REPOTENCIACIÓN DE UNA CAMIONETA CHEVROLET LUV  
D MAX CON MOTOR DIÉSEL DE 3000CC.**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES: ANANGONÓ CHAMORRO BRYAN DANIEL**

**PILLAJO MONTALVO PABLO ANDRÉS**

**DIRECTOR: ING. IGNACIO BAYARDO BENAVIDES CEVALLOS, MSC.**

**Ibarra, 2023**

## CERTIFICADO

### ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

#### CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "REPOTENCIACIÓN DE UNA CAMIONETA CHEVROLET LUV DMAX CON MOTOR DIÉSEL DE 3000CC", presentado por el señor: ANANGONÓ CHAMORRO BRYAN DANIEL con número de cédula 1004164792, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 9 días del mes febrero de 2023.

Atentamente



Ing. Ignacio Benavides, MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

## CERTIFICADO

### ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

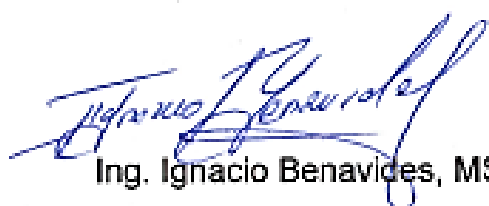
En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

#### CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "REPOTENCIACIÓN DE UNA CAMIONETA CHEVROLET LUV DMAX CON MOTOR DIÉSEL DE 3000CC". presentado por el señor: PILLAJO MONTALVO PABLO ANDRES con número de cédula 1003209739, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 9 días del mes febrero de 2023.

Atentamente



Ing. Ignacio Benavides, MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	1004164792	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	ANANGONÓ CHAMORRO BRYAN DANIEL	
DIRECCIÓN:		Ibarra – Azaya	
EMAIL:		bdanangonoc@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	098 815 4007

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"REPOTENCIACIÓN DE UNA CAMIONETA CHEVROLET LUV DMAX CON MOTOR DIÉSEL DE 3000CC"
AUTOR (ES):	Anangonó Chamorro Bryan Daniel y Pillajo Montalvo Pablo Andrés
FECHA: DD/MM/AAAA	07/02/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Ignacio Benavides, MSc

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 9 días del mes de febrero de 2023

EL AUTOR:

(Firma).....  
Nombre: Anangonó Daniel



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 3. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	1003209739	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	PILLAJO MONTALVO PABLO ANDRÉS	
DIRECCIÓN:	Atuntaqui – Andrade Marín		
EMAIL:	papillajom@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	099 293 6452

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"REPOTENCIACIÓN DE UNA CAMIONETA CHEVROLET LUV DMAX CON MOTOR DIÉSEL DE 3000CC"
AUTOR (ES):	Anangonó Chamomo Bryan Daniel y Pillajo Montalvo Pablo Andrés
FECHA: DD/MM/AAAA	07/02/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Ignacio Benavides, MSc

#### 4. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 09 días del mes de febrero de 2023

EL AUTOR:

(Firma)   
Nombre: Pillajo Montalvo

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación va dedicado primeramente a mis padres por ser la pieza fundamental brindándome el apoyo incondicional, confianza e inculcar en mí el ejemplo de dedicación, esfuerzo, responsabilidad y sobre todo enseñarme que del trabajo duro llegan las recompensas y mucho más si es haciendo la profesión que me da pasión y coraje para cada día mejorar como profesional, en segundo lugar va dedicado a cada uno de mis familiares y amigos que creyeron y depositaron en mí la confianza para culminar este gran logro, ya que mi familia son el motor que mueve mi vida.

Daniel Anangonó Chamorro

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a la Virgen Dolorosa por brindarme la vida y la salud para seguir firme en este camino y concluir con una meta más.

Agradezco a mi madre por cada día darme los ánimos, el cariño y el amor en este largo camino para seguir adelante a paso firme y llegar hasta el fin de esta gran meta, agradezco a mi padre por darme el ejemplo de trabajo, dedicación, perseverancia, por ser pieza fundamental en el desarrollo y gusto por mi carrera, por guiarme y darme apoyo en cada una de mis decisiones para seguir adelante.

Agradezco a mi hermano Jhon por ser una de las personas por quien más me esfuerzo para darle ejemplo como hermano mayor y a mi hermano Ronald por creer en mí y por ayudarme en materias fundamentales para llegar a este punto.

Agradezco a mi abuelita quien a pesar de ahora ya no estar presente siempre creyó en mí y me dio ánimos para seguir adelante aun en los momentos más complejos, agradezco a mis familiares y amigos por ser un apoyo en cada paso dado para llegar a cumplir con esta meta, agradezco a mi novia por compartir este camino a mi lado y ser un apoyo incondicional.

Un agradecimiento especial a mi tía Jhajaira por ser mi mejor amiga y apoyarme en cada una de mis decisiones, a mis tíos y padrinos Chamo y Nacha por siempre estar al pendiente de mí y aún más en los momentos que más los necesitaba y brindarme apoyo, empuje y enfoque para realizar las cosas rápidas y culminar con este gran logro.

Un agradecimiento especial al Ingeniero Ignacio Benavides MSc, por brindarnos la guía para desarrollar este trabajo de titulación, al igual que brindarme su amistad y consejos de su experiencia como un excelente profesional y ser un ejemplo para mi futuro.

Finalmente agradezco a la Universidad Técnica del Norte y a la docencia de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz por todos los conocimientos brindados a lo largo de este camino para llegar a ser profesional.

Daniel Anangón Chamorro

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación está dedicado a mi papá y a mi mamá y a cada una de las personas que de una u otra manera me ayudaron a crecer profesionalmente, quienes con un consejo brindado lograron darme una guía para seguir el mejor camino y de esta manera ser una buena persona y un excelente profesional.

Pablo Pillajo Montalvo



## **AGRADECIMIENTO**

Deseo empezar agradeciendo todas las personas que siempre creyeron en mí en especial a mis padres y abuelita que sin el apoyo de ellos no se lograría este objetivo siendo ellos pioneros de este logro.

Un agradecimiento especial al nuestro tutor Ignacio Benavides MSc por guiarnos en este largo desarrollo de nuestra tesis, el cual ayudó en cada momento con sus conocimientos siendo parte fundamental para aclarar cada problema en su desarrollo.

Como no agradecer a la Presidenta del GAD Parroquial San Francisco de Natabuela la señora Lucia Siza MSc que fue ayuda clave para el desarrollo de nuestra tesis de grado, quien nos ayudó con en el trámite de donación de la camioneta, darle un sincero agradecimiento a ella y a su hermano por la ayuda brindada en mi etapa como estudiante y ahora como profesional.

Agradezco a cada una de las personas que desde que empecé con este sueño me abrieron las puertas brindando y compartiendo sus conocimientos, a cada uno de los maestros que se cruzaron en mi vida laboral que sin mezquinar sus conocimientos siempre me enseñaron con agrado, darles mis más sinceros agradecimientos.

Finalmente agradezco a la Universidad Técnica del Norte, institución que me ha brindado sólidos conocimientos para desempeñarme en el campo profesional. Así como, a todos los docentes y compañeros de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, que han compartido sus conocimientos y experiencias en el transcurso del día a día.

Pablo Pillajo Montalvo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>PAGINA</b>
.....	iv
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxi
Resumen.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
Introducción .....	xxiv
<b>1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>25</b>
1.1    Objetivos .....	25
1.1.1    Objetivo general.....	25
1.1.2    Objetivos específicos .....	25
1.2    Justificación.....	25
1.3    Alcance.....	26
1.4    Antecedentes .....	26
1.5    Planteamiento del problema.....	27
1.6    Situación actual .....	28
1.7    Motor diésel.....	29
1.7.1    Principio de funcionamiento del motor diésel .....	29
1.7.2    Ciclo diésel .....	31
1.7.3    Motores diésel 4 tiempos .....	32
1.8    Componentes del motor diésel .....	34
1.8.1    Bloque motor .....	34
1.8.2    Cabezote o culata .....	35

1.8.3	Pistones .....	36
1.9	Sistema de inyección .....	37
1.9.1	Bomba de alimentación .....	37
1.9.2	Bombas de inyección .....	37
1.9.3	Bombas de inyección lineal .....	37
1.9.4	Bombas rotativas tipo VE .....	39
1.9.5	Sistema Common Rail .....	39
1.9.5.1	Sistema Common Rail.....	40
1.9.6	Golpe diésel .....	40
1.10	Cámara de combustión .....	41
1.11	Filtro de combustible diésel .....	41
1.12	Sistema de lubricación motor diésel.....	41
1.13	Elementos del sistema de lubricación .....	42
1.13.1	Cárter de aceite .....	43
1.13.2	Bomba de aceite .....	43
1.13.3	Bomba de aceite de engranes .....	44
1.13.4	Bomba de aceite de rotor .....	44
1.13.5	Filtro de aceite .....	45
1.13.6	Refrigerador de aceite .....	45
1.13.7	Lubricantes y lubricación.....	46
1.14	Propiedades de los lubricantes .....	46
1.14.1	Propiedades físicas.....	46
1.14.2	Propiedades químicas .....	47
1.15	Características de los lubricantes .....	47
1.16	Clasificación de los lubricantes según las normas SAE, API.....	48
1.17	Aplicación de aceite en el motor diésel.....	48
1.18	Sistema de enfriamiento .....	48
1.18.1	Radiador.....	49
1.18.2	Bomba de agua.....	49
1.18.3	Termostato .....	49
1.18.4	Ventilador .....	49
1.18.5	Líquido refrigerante .....	50
1.19	Sistema eléctrico .....	50
1.19.1	Batería.....	50

1.19.2	Alternador .....	50
1.19.3	Bujías de precalentamiento .....	50
2.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	52
2.1	Materiales .....	52
2.1.1	Motor diésel serie 4JH1 .....	52
2.1.2	Bomba de inyección VP44 Bosch .....	53
2.1.3	Regla de superficies y galgas .....	53
2.1.4	Reloj comparador .....	53
2.2	Metodología de la investigación .....	54
2.2.1	Tipo de investigación .....	54
2.3	Métodos .....	54
2.3.1	Metodología del procedimiento .....	55
2.3.2	Metodología para el análisis del trabajo .....	55
2.4	Obtención de repotenciación de motor .....	56
2.5	Clasificación de partes del vehículo .....	56
2.6	Toma de medida e inspección de partes .....	57
2.6.1	Árbol de levas .....	57
2.6.1.1	Diámetro muñones del árbol de levas. ....	58
2.6.1.2	Altura de leva y descentramiento .....	58
2.6.1.3	Rodamientos y juego de árbol de levas. ....	58
2.6.2	Culata .....	59
2.6.2.1	Deformación cara superior .....	59
2.6.2.2	Deformaciones de la cara de fijación del colector admisión y escape ...	59
2.6.3	Válvulas .....	60
2.6.3.1	Diámetro exterior de vástago de válvula. ....	60
2.6.3.2	Grosor de válvula. ....	60
2.6.4	Bloque del motor .....	60
2.6.4.1	Deformación cara superior del Bloque motor. ....	61
2.6.4.2	Toma de medidas del diámetro interno camisa del cilindro.....	61
2.6.5	Pistones y segmentos .....	62
2.6.5.1	Separación de segmentos de pistón .....	62
2.6.5.2	Juego de segmentos .....	63
2.6.5.3	Diámetro del bulón del pistón. ....	63
2.6.5.4	Juego de muñequillas y rodamiento de biela .....	63

2.6.6	Cigüeñal .....	64
2.6.6.1	Diámetro de muñón de cigüeñal.....	64
2.6.6.2	Diámetro de bancada.....	64
2.7	Repotenciación y armado de motor.....	64
2.7.1	Armado de cabezote/culata.....	64
2.7.2	Biela y pistón .....	66
2.7.3	Block, camisas y cigüeñal.....	67
2.7.4	Incorporación de pistones, árbol de levas y surtidor de aceite del pistón..	68
2.7.5	Montaje de cárter y volante de inercia.....	69
2.7.6	Sistema de distribución.....	69
2.7.7	Unión de cabezote y bloque motor .....	70
2.7.8	Montajes de balancines y ajuste de juego de válvulas.....	70
2.7.9	Cubierta de culata o cabezote .....	71
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	72
3.1	Árbol de levas.....	72
3.1.1	Diámetro de muñón de árbol de levas .....	72
3.1.2	Altura de levas .....	73
3.1.3	Diámetro de cojinete de levas .....	74
3.2	Culata .....	75
3.2.1	Deformación de cara superior de culata.....	75
3.2.2	Valores finales posteriores a la rectificación .....	76
3.3	Válvulas.....	77
3.3.1	Diámetro exterior de vástago de la válvula.....	78
3.3.2	Grosor de válvula.....	79
3.3.3	Medidas de muelle de válvulas .....	80
3.4	Bloque del motor.....	81
3.4.2	Deformación de la cara superior del Bloque motor.....	82
3.4.3	Medición diámetro interno de la camisa del cilindro.....	83
3.5	Segmentos de pistón (rines) .....	84
3.5.2	Separación de segmentos de pistón .....	84
3.5.3	Juego de segmentos .....	86
3.5.4	Diámetro del bulón del pistón.....	87
3.5.5	Diámetros del pistón .....	88
3.6	Bielas.....	89

3.6.2	diámetro interior del muñón de biela – cigüeñal .....	90
3.6.3	Diámetro interior biela - bulón .....	91
3.7	Cigüeñal .....	92
3.7.2	Diámetro del muñón cigüeñal – block .....	92
3.7.3	Diámetro de muñón cigüeñal – biela .....	93
3.8	Bomba inyectora .....	94
3.9	Termostato.....	95
3.9.1	Valores de inicio apertura del termostato .....	95
3.9.2	Valores de apertura total del termostato .....	96
3.10	Bomba de aceite .....	97
3.10.1	Toma de medidas piñón A .....	98
3.10.2	Toma de medidas piñón B .....	99
3.11	Inyectores .....	100
3.11.1	Prueba visual de pulverización .....	100
3.11.2	Prueba de presión de apertura.....	101
3.11.3	Prueba de estanqueidad.....	102
3.11.4	Prueba de caída de presión 10 segundos.....	103
3.11.5	Prueba de caída de presión 120 segundos.....	103
3.12	Bujías de precalentamiento .....	104
3.12.1	Prueba de resistencia.....	104
3.12.2	Prueba de tiempo de incandescencia .....	105
3.13	Relevador de las bujías de precalentamiento .....	106
3.14	Compresión de cilindros.....	107
3.16	Resultados dinamómetro .....	108
3.16.1	Valores iniciales.....	109
3.16.2	Valores primera prueba.....	110
3.16.3	Valores segunda prueba .....	111
3.16.4	Valores tercera prueba .....	112
3.16.5	Valores cuarta prueba .....	113
3.16.6	valores quinta prueba .....	114
3.16.7	Promedio de pruebas.....	115
3.16.8	Comparacion de resultados .....	116
3.16.8.1	Comparación resultados de potencia.....	116
3.16.8.2	Comparación resultados de par .....	117

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	118
4.1 Conclusiones .....	118
4.2 Recomendaciones.....	119
Referencias bibliográficas.....	120
Anexos .....	123

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Tabla 1.1	División de Motor 4 tiempos .....	34
Tabla 1.2	Clasificación de bombas de inyección en línea PE .....	38
Tabla 2.1	Especificaciones generales del vehículo .....	52
Tabla 2.2	Datos y especificaciones del Motor .....	52
Tabla 2.3	Sistema de Inyección y combustible .....	53
Tabla 2.4	Tolerancias de torceduras o deformaciones .....	53
Tabla 2.5	Holguras de vástago de Válvulas .....	54
Tabla 3.1	Diámetro de muñón de árbol de levas .....	73
Tabla 3.2	Altura de levas .....	74
Tabla 3.3	Diámetro de cojinete de levas.....	74
Tabla 3.4	Deformación de cara superior de culata .....	76
Tabla 3.5	Valores finales posteriores a la rectificación.....	77
Tabla 3.6	Diámetro exterior de vástago.....	78
Tabla 3.7	Medidas Grosor cabeza de válvulas .....	79
Tabla 3.8	Prueba de altura de muelle .....	80
Tabla 3.9	Deformación de la cara superior del Bloque motor.....	82
Tabla 3.10	Medición del diámetro interno de la camisa del cilindro .....	83
Tabla 3.11	Separación de segmentos de pistón .....	85
Tabla 3.12	Juego de segmentos .....	86
Tabla 3.13	Diámetro del bulón del pistón .....	87
Tabla 3.14	Diámetros del pistón.....	88
Tabla 3.15	Diámetro interior muñón de biela – cigüeñal .....	90
Tabla 3.16	Diámetro interior biela - bulón .....	91
Tabla 3.17	Diámetro del muñón cigüeñal – block .....	93
Tabla 3.18	Diámetro de muñón cigüeñal – biela.....	94
Tabla 3.19	Datos de bomba de inyección VP44.....	95
Tabla 3.20	Valores de inicio apertura del termostato .....	96
Tabla 3.21	Valores de apertura total del termostato .....	97
Tabla 3.22	Valores desgaste existente entre el piñón A y el cuerpo interior lateral de la bomba de aceite .....	98



Tabla 3.23 Valores desgaste existente entre el piñón B y el cuerpo interior lateral de la bomba de aceite .....	99
Tabla 3.24 Prueba visual de pulverización .....	101
Tabla 3.25 Prueba de presión de apertura.....	102
Tabla 3.26 Prueba de estanqueidad .....	102
Tabla 3.27 Prueba de caída de presión 10 segundos .....	103
Tabla 3.28 Prueba de caída de presión 120 segundos .....	103
Tabla 3.29 Prueba de resistencia .....	104
Tabla 3.30 Prueba de tiempo de incandescencia .....	105
Tabla 3.31 Prueba de resistencia relevador bujías de encendido .....	106
Tabla 3.32 Valor de prueba de cilindros de compresión .....	107
Tabla 3.33 Valores iniciales .....	109
Tabla 3.34 Resultados dinamómetro Prueba 1 .....	110
Tabla 3.35 Resultados dinamómetro Prueba 2 .....	111
Tabla 3.36 Resultados dinamómetro Prueba 3 .....	112
Tabla 3.37 Resultados dinamómetro Prueba 4 .....	113
Tabla 3.38 Resultado dinamómetro Prueba 5.....	114
Tabla 3.39 Promedio de resultados dinamómetro .....	115
Tabla 3.40 Comparación de resultados antes y después potencia máxima .....	116
Tabla 3.41 Comparacion de resultados antes y despues par maxima.....	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

TABLAS NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
<b>Figura 1.1</b>	Configuración de Motor Diésel .....	29
<b>Figura 1.2</b>	Diagrama PV Ciclo Teórico Diésel .....	30
<b>Figura 1.3</b>	Motor Diésel Temperatura .....	33
<b>Figura 1.4</b>	Componentes de un motor de 4 cilindros en línea .....	34
<b>Figura 1.5</b>	Bloque motor Luv D'max 3000cc .....	35
<b>Figura 1.6</b>	Culata Luv D'max 3000cc .....	36
<b>Figura 1.7</b>	Pistón Chevrolet Luv D'max 3000cc .....	36
<b>Figura 1.8</b>	Partes que conforman una bomba de inyección lineal BOSCH .....	38
<b>Figura 1.9</b>	Partes de la bomba de inyección Rotativa BOSCH .....	39
<b>Figura 1.10</b>	Sistema CR vista general. ....	40
<b>Figure 1.11</b>	Sistema de lubricación motor diésel.....	42
<b>Figure 1.12</b>	Cárter convencional, tabique y con cámara de seguridad .....	43
<b>Figura 1.13</b>	Funcionamiento Bomba de engranes .....	44
<b>Figura 1.14</b>	Funcionamiento bomba de aceite de rotor .....	44
<b>Figura 1.15</b>	Intercambiador agua/aceite .....	45
<b>Figure 1.16</b>	Elemento cubierto por una película de aceite.....	46
<b>Figura 2.1</b>	Toma de medidas y diagnóstico de cilindros .....	57
<b>Figura 2.2</b>	Toma de medidas .....	57
<b>Figura 2.3</b>	Medida de cojinete de alojamiento de árbol de levas .....	58
<b>Figura 2.4</b>	Toma de valores de la culata.....	59
<b>Figura 2.5</b>	Toma de valores de válvula .....	60
<b>Figura 2.6</b>	Toma de valores de bloque motor.....	61
<b>Figura 2.7</b>	Toma de medidas de cilindro .....	61
<b>Figura 2.8</b>	Separación de segmentos .....	62
<b>Figura 2.10</b>	Toma de medidas cigüeñal.....	64
<b>Figura 2.11</b>	Partes del cabezote/Culata .....	65
<b>Figura 2.12</b>	Partes biela y pistón .....	66
<b>Figura 2.13</b>	Cojinetes de bancada.....	67
<b>Figura 2.14</b>	Posición de medias lunas en el cigüeñal .....	68

<b>Figura 2.15</b> Orden de apriete de cabezote/Culata.....	70
<b>Figura 3.1</b> Árbol de levas .....	72
<b>Figura 3.2</b> Medición de muñón de árbol de levas .....	72
<b>Figura 3.3</b> Altura de la leva .....	73
<b>Figura 3.4</b> Culata motor.....	75
<b>Figura 3.5</b> Toma de medidas de culata .....	75
<b>Figura 3.6</b> Toma de medidas finales .....	76
<b>Figura 3.7</b> Montaje de válvulas en la culata .....	77
<b>Figura 3.8</b> Toma de medida de diámetro de vástago de válvula .....	78
<b>Figura 3.9</b> Toma de medida grosor cabeza de válvula .....	79
<b>Figura 3.10</b> Pruebas de muelles.....	80
<b>Figura 3.11</b> Encamisado de cilindros .....	81
<b>Figura 3.12</b> Medición de block.....	82
<b>Figura 3.13</b> Medición de block.....	83
<b>Figura 3.14</b> Preparación de pistones.....	84
<b>Figura 3.15</b> Separación de segmentos .....	84
<b>Figura 3.16</b> Toma de medidas bulón .....	87
<b>Figura 3.17</b> Diámetro de pistón .....	88
<b>Figura 3.18</b> Prueba de medidas de la biela .....	89
<b>Figura 3.19</b> Toma de medida del diámetro interior del muñón de biela – cigüeñal.....	90
<b>Figura 3.20</b> Toma de medida del diámetro interior biela - bulón.....	91
<b>Figura 3.21</b> Pulida y balanceo de cigüeñal .....	92
<b>Figura 3.22</b> Diámetro del muñón cigüeñal – bloque motor.....	92
<b>Figura 3.23</b> Diámetro de muñón cigüeñal – biela .....	93
<b>Figura 3.24</b> Bomba de Inyección VP44 BOSCH .....	94
<b>Figura 3.25</b> Termostato Motor Isuzu 4JH1 (nuevo - usado), Prueba apertura de termostato .....	95
<b>Figura 3.26</b> Prueba apertura de termostato.....	96
<b>Figura 3.27</b> Bomba de aceite motor Isuzu 4JH1 .....	97
<b>Figura 3.28</b> Toma de medidas piñón A .....	98
<b>Figura 3.29</b> Toma de medidas piñón B .....	99
<b>Figura 3.30</b> Prueba de Inyectores .....	100
<b>Figura 3.31</b> Prueba visual de pulverización .....	100

<b>Figura 3.32</b>	Calibración de inyectores.....	101
<b>Figura 3.33</b>	Prueba de estanqueidad.....	102
<b>Figura 3.34</b>	Prueba resistencia de bujía de precalentamiento.....	104
<b>Figura 3.35</b>	Prueba incandescencia de bujía de precalentamiento .....	105
<b>Figura 3.36</b>	Relevador de bujías de precalentamiento.....	106
<b>Figura 3.37</b>	Prueba de compresión de cilindros .....	107
<b>Figura 3.38</b>	Ubicación Taller Automotriz, Ingeniería en Mantenimiento Automotriz ....	108
<b>Figura 3.39</b>	Grafica primera prueba .....	110
<b>Figura 3.40</b>	Grafica segunda prueba.....	111
<b>Figura 3.41</b>	Grafica tercera prueba.....	112
<b>Figura 3.42</b>	Grafica cuarta prueba .....	113
<b>Figura 3.43</b>	Grafica quinta prueba.....	114

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>TABLAS NÚM.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO 1</b>	Traslado de camioneta .....	123
<b>ANEXO 2</b>	Desarmado de la tapa válvulas y culata del motor .....	123
<b>ANEXO 3</b>	Inventario de partes .....	124
<b>ANEXO 4</b>	Limpieza y toma de medidas .....	124
<b>ANEXO 5</b>	Rectificación de partes.....	125
<b>ANEXO 6</b>	Armado de motor.....	125
<b>ANEXO 7</b>	Montaje del motor dentro de la camioneta .....	126
<b>ANEXO 8</b>	Prueba y calibración de Inyectores .....	126
<b>ANEXO 9</b>	Prueba en el dinamómetro .....	127

## RESUMEN

El siguiente trabajo de titulación se ejecutó con la finalidad de realizar una repotenciación de un vehículo Chevrolet Luv D'max de motor diésel de 3000cc. Con fines prácticos para la carrera de Ingeniería Automotriz, para la elaboración de este trabajo se consideró aportes de varios documentos y manuales que permitieron determinar los parámetros que se tomara en cuenta para la repotenciación de este vehículo, como también el análisis del desgaste de las partes internas y determinar el por qué sufrió el desgaste. Como primer punto se obtuvo la camioneta gracias al GAD Parroquial San Francisco de Natabuela el cual poseía esta camioneta en muy mal estado, se realizó la toma de medidas de las partes internas del vehículo con la ayuda de un micrómetro, pie de rey, galgas de espesores, reloj palpador entre otros, posterior se realizó la rectificación y la adquisición de las partes del motor para tomar medidas y armar, una vez armado el motor se asentó en el vehículo y se procedió a realizar pruebas de potencia y par en el dinamómetro, obteniendo valores finales de potencia máxima de 82.2 HP teniendo un incremento del 15.76% a comparación del valor inicial de 69.24 HP y en par máximo se obtuvo un valor final de 200.64 N m incrementando un 23.74% de par a comparación del valor inicial de 153 N m, concluyendo que al tener todos sus sistemas en un óptimo funcionamiento la eficiencia del motor incrementa.

## **ABSTRACT**

The following degree work was carried out with the purpose of repowering a Chevrolet Luv D'max vehicle with a 3000cc diesel engine. With practical purposes for the Automotive Engineering career for the preparation of this work we considered contributions from several documents and manuals that allowed us to determine the parameters to be taken into account for the repowering of this vehicle. Also the analysis of the wear of the internal parts and determine why it suffered the wear. First the truck was obtained thanks to the GAD Parroquial San Francisco from Natabuela, which owned this truck in very bad condition. Measurements of the internal parts of the vehicle were taken with the help of a micrometer caliper feeler gauges and a dial gauge among others. Once the engine was assembled it was installed in the vehicle and power and torque tests were carried out on the dynamometer obtaining final maximum power values of 82.2 HP with an increase of 15.76% compared to the initial value of 69.24 HP and in maximum torque a final value of 200.64 Nm was obtained, increasing torque by 23.74% compared to the initial value of 153 Nm. concluding that by having all its systems in optimal operation the efficiency of the engine increases.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo busca exponer el desarrollo de repotenciación de una camioneta Chevrolet Luv D'max de motor diésel de 3000cc, mediante la guía teórica usando documentos y manuales que indican los parámetros originales que debe tener cada una de las partes del motor para que realice un trabajo eficiente y la guía práctica para ir desarrollando cada uno de los pasos necesarios para la repotenciación del motor, su desarrollo empieza con la obtención del vehículo, posterior se realiza el desmontaje y desarmado del motor para proseguir con la toma de medidas y el análisis de las fallas que presenta el motor y cada una de las piezas y el por qué se generó cada una de las fallas, seguido se analiza las partes que van a ser remplazadas o rectificadas y una vez obtenidas las piezas a remplazar o ya rectificadas se toma las medidas de las piezas a armar y se realiza una comparación entre los valores iniciales y valores finales de las piezas a usar, seguido se realiza el armado y se asienta el motor al vehículo para proseguir con el encendido y puesta a punto del motor, seguido se realizan varias pruebas de potencia y de par en el dinamómetro para realizar la comparación de los valores iniciales y lo valores finales que genera el vehículo, se implementa una guía de reparación para el motor Isuzu 4JH1 diésel del 3000cc.



# 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo general

Repotenciar una camioneta Chevrolet Luv D'max a diésel de 3000cc.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Investigar las características y parámetros originales del motor.
- Realizar un inventario de las partes del vehículo y analizar el estado mecánico del motor y su sistema de inyección.
- Tomar medidas de las partes a reparar, seleccionar las partes y piezas que van a ser remplazadas o rectificadas.
- Ensamblar todas las partes y diferentes sistemas del motor, realizar las pruebas necesarias y comparar con los parámetros originales del motor.
- Crear una guía de reparación de la camioneta Chevrolet Luv D'max motor diésel 3000cc.

## 1.2 Justificación

El presente proyecto se encuentra orientado a contribuir con el conocimiento teórico-práctico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Técnica del Norte. Esto debido a que los motores diésel abarcan un amplio espacio en el parque vehicular y es de suma importancia para el futuro ingeniero automotriz aprender el funcionamiento de estos motores. Gracias que en el sector automotriz los vehículos diésel es un campo muy amplio se ve la necesidad que el estudiante tenga interacción directa con los sistemas y componentes de estos motores diésel, y esto ha generado que el estudiante tenga la carencia de material didáctico pertenecientes a los motores diésel en los talleres automotrices de la Universidad Técnica del Norte. Debido a esto es que se ha visto la necesidad de implementar materiales didácticos que puedan aportar con el conocimiento en los estudiantes, ya que esto permitirá al estudiante a tener una interacción directa teórico-práctica con el vehículo, logrando así manipular los sistemas y elementos correspondientes, adquiriendo así conocimiento y dominio de la materia por parte del estudiante, logrando así

brindar a la sociedad un servicio de calidad. Es por esto por lo que con el presente proyecto de titulación será de gran ayuda para alcanzar los objetivos que tiene la Universidad Técnica del Norte y la carrera de ingeniería automotriz que es preparar profesionales de calidad. La repotenciación de los motores de combustión interna se encuentra desde ya varios años en desarrollo con la ayuda del desarrollo industrial, este ha venido desarrollando nuevas técnicas de modificación y mejoras de un motor, estas mejoras se han realizado por personas que no son profesionales ya que ellos se basan del aprendizaje adquirido por otras personas o por modificaciones realizadas en pruebas y error, estas modificaciones se realizan con el fin de llegar a niveles más altos de potencia mediante aumentos del régimen del motor , aumentando las mezcla de aire combustible y desalojando los gases quemados de una manera más rápida. (Gutierrez, 2004)

### **1.3 Alcance**

Este proyecto se enfocará en la repotenciación completa del motor de una camioneta Chevrolet Luv D'max a diésel, se realizaran trabajos de reparación, rectificación de todos los elementos que constituyen por completo el motor y sus diferentes sistemas que son fundamentales para el óptimo desempeño de la camioneta, durante este proceso de repotenciación se va a ir verificando cada uno de los daños que presenta todos sus elementos y explicar el por qué se produjeron dichos daños e ir especificando la reparación y los diferentes tipos de mantenimientos que se deben realizar para evitar estos tipos de daños generados.

### **1.4 Antecedentes**

La carrera de Ingeniería en mantenimiento automotriz, busca como finalidad formar profesionales con un alto conocimiento reforzado de la teoría y la práctica, todo este está enfocado que los estudiantes puedan desarrollarse de manera correcta al momento de realizar un emprendimiento donde su primer enfoque sea brindar servicios de mantenimientos en vehículos automotrices.

Los conocimientos teóricos-prácticos son fundamentales para ejercer en campo automotriz, por ello en coordinación con los docentes de la carrera en mantenimiento

automotriz, se han inculcado dichos conocimientos, de esta manera el profesional podrá desempeñarse en varios campos:

- Creando su propio negocio de mantenimiento automotriz.
- Trabajo en concesionarios y tecnicentros de gran industria.

Los motores diesel son fundamentales principalmente para el área del transporte comercial, transporte pesado, transporte interprovincial, agricultura, industria, y en los últimos años ha crecido en gran cantidad el parque automotor de motores diésel debido a su gran desempeño, eficiencia, que presentan a la hora de emplearlos al trabajo, también se debe considerar que el costo del combustible es un factor muy importante ya que el diésel cuenta con un valor de gran diferencia a la gasolina super y extra, pero los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos son esenciales para lograr la máxima eficiencia de los motores diesel, todo esto se puede lograr gracias a la práctica y a la teoría que se emplea en la práctica, en la Universidad Técnica del Norte los estudiantes tienen acceso al material didáctico en los diferentes talleres y laboratorios para aumentar los conocimientos basados en práctica real de estos motores diesel.

Todos los vehículos ya sean nuevos o usados se deben implementar ciertas tareas de mantenimiento estas pueden ser rutinarias, este mantenimiento es muy importante ya que se garantiza el buen funcionamiento en cualquier condición ya que estos componentes por el uso llegan a desgastarse y a perder su funcionamiento óptimo, estos mantenimientos es aconsejable hacerlos a los 5 000 o 10 000 km de estos mantenimientos dependerán la seguridad y el funcionamiento del vehículo, ya que si se descuida el mantenimiento el porcentaje de daños será elevado. (Carburando, 2013)

## **1.5 Planteamiento del problema**

La carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte cuenta con un taller de motores a diésel en donde encontramos motores en bancos de pruebas, también cuenta con un laboratorio diésel donde se realizan diferentes tipos de pruebas y mantenimientos, pero no cuenta con suficiente material didáctico al alcance de los estudiantes y esto afecta para el desarrollo teórico-práctico donde se presenta una complicación para obtener datos reales al momento de aplicar cargas externas al motor.

Tomando en cuenta la falta de este tipo de material didáctico en la carrera de ingeniería en mantenimiento automotriz, se va a realizar la implementación de una camioneta Chevrolet Luv D'max con motor diésel, repotenciada en su totalidad, de manera que los futuros estudiantes de la carrera de ingeniería en mantenimiento automotriz tendrán la posibilidad de aumentar su conocimiento teórico-práctico en un vehículo al alcance de todo tipo de pruebas, obteniendo datos reales.

## **1.6 Situación actual**

La camioneta Luv D'max se encuentra con el motor totalmente desarmado el cual sufrió un daño por la falta de aceite en el motor lo que generó que el motor se fundiera dañando así las partes internas del motor, a simple vista se pudo observar que este motor carecía de partes fundamentales como es los inyectores y la bomba de alimentación diésel, en la parte estética la carrocería se encuentra en muy buenas condiciones como también en la parte de la transmisión y caja, concluyendo así que el daño de este vehículo se encuentra enfocado en el motor y su sistema de inyección.

La carrera de Ingeniería en mantenimiento automotriz, busca como finalidad formar profesionales con un alto conocimiento reforzado de la teoría y la práctica, todo este trabajo está enfocado para que los estudiantes puedan desarrollarse de manera correcta al momento de realizar un emprendimiento donde su primer enfoque sea brindar servicios de mantenimientos en vehículos automotrices.

Es por esto que con el vehículo una vez repotenciado se busca brindar una mejor preparación a los estudiantes ya que ellos podrán realizar prácticas que permitirá al estudiante adquirir más experiencia en la parte práctica al estar en contacto con el vehículo.

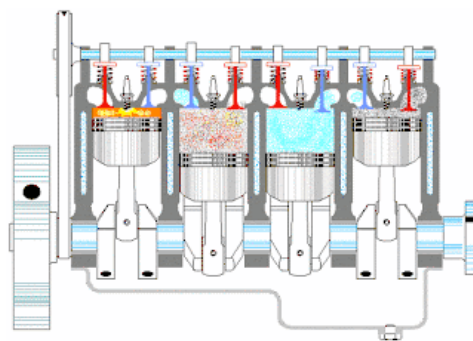
En nuestros tiempos de actualidad se han desarrollado varios estudios basados en la repotenciación de los motores diésel, esto para verificar la importancia que tiene realizar los mantenimientos y tener una buena práctica a la hora de trabajar con motores diésel, el realizar una perfecta repotenciación de un motor diésel nos garantiza la eficiencia del motor y la durabilidad de los motores para realizar los duros trabajos para los que son creados y con buenos mantenimientos aumentar la vida útil y llevar constante la eficiencia del motor.

El correcto mantenimiento y estado de un motor diésel también tiene gran referencia hacia el medio ambiente esto debido a que los gases que estos motores producen son perjudiciales, claro que en la actualidad se van implementando varios sistemas extras que ayudan a bajar todos estos gases contaminantes y con la implementación de la tecnología se empieza a dar más eficiencia y bajar los gases contaminantes, todo esto llevando los correctos y necesarios mantenimientos, al igual que realizando una buena repotenciación de estos motores.

## 1.7 Motor diésel

A simple vista un motor diésel de asemeja a los motores Gasolina, pero este presenta diferencias fundamentales en lo que respecta a su funcionamiento, una de las diferencias es que los motores diésel combustionan mediante la elevada presión a la que se encuentra aire en el cilindro este calor generado al hacer contacto con el diésel atomizado provoca su encendido, ya que los motores diésel aspiran aire al llenar el cilindro el combustible es inyectado directamente en el mismo. (Kates & Luck, 2009, págs. 1-3)

La forma en la que llega el diésel al cilindro es de forma atomizada casi llegando al punto de pulverización esto gracias a que maneja elevadas presiones generada por una bomba de inyección de combustible, la atomización podemos encontrar en sistemas actuales como es Common Rail.



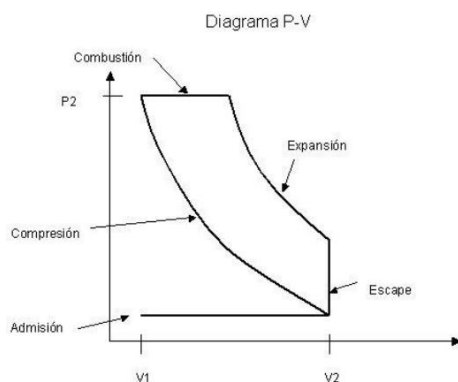
**Figura 1.1** Configuración de Motor Diésel  
(Arturo, 2020)

### 1.7.1 Principio de funcionamiento del motor diésel

Según el Autor (Pacheco, 2007) El motor diésel es un motor térmico de combustión interna que aprovecha la elevada temperatura provocada al comprimir el aire en el cilindro

y al mezclarse con el diésel pulverizado da como resultado la mezcla se quema muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, provocando un deslizamiento del pistón del PMS-PMI. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación. (Pacheco, 2007)

Los motores de 4 tiempos diésel realizan su trabajo en 4 partes en la primera parte denominada “Admisión” está el pistón dentro del cilindro realiza una un movimiento descendente aspirando aire al cilindro del motor, este en el movimiento ascendente del motor conocido como “Compresión” el aire aspirado con anterioridad es comprimido así elevándose la presión y alcanzando elevadas temperaturas, en ese preciso momento en el que el aire a alcanzado elevadas temperaturas se inyecta de manera pulverizada el combustible “diésel” este en una cierta cantidad, este al momento de hacer contacto con el aire a elevadas temperaturas reacciona provocando así el tercer trabajo conocido como “Combustión “ en esta parte el pistón se dirige hacia el punto muerto inferior aprovechando el movimiento útil de la combustión, siendo esta la única aprovechada por el motor, seguido a esta se realiza una carrera ascendente para así expulsar los gases que se encuentran dentro del cilindro para dar paso a un nuevo ciclo de trabajo.



**Figura 1.2** Diagrama PV Ciclo Teórico Diésel  
(Pacheco, 2007, pág. 21)

Estos tiempos o ciclos de trabajo nombrados anteriormente son utilizados en los motores gasolina, ahora bien. ¿Qué diferencia un motor diésel de un motor gasolina sin tomar en cuenta su combustible?

Ahora vamos a hablar de sus elementos y componentes que se implementaron e innovaron en los motores Diésel.

Las bombas de inyección en un motor diésel son las que se encargan de suministrar y elevar la presión del combustible para que ingrese hacia la cámara de combustión esta presión variará según el tipo de bomba de inyección que se trate ya que de este tipo podemos encontrar del tipo lineal, Rotativo y en la actualidad del tipo CR que son las del tipo electrónico.

### 1.7.2 Ciclo diésel

El proceso de combustión de un ciclo diésel ideal se obtiene como un proceso de adición de calor a una presión constante este se da lugar en el período más grande de este proceso, este proceso puede ser representado mediante un diagrama Temperatura vs Entropía (T-S) como también Presión vs Volumen específico (P-V), este proceso se dividirá en cuatro partes los cuales detallaremos a continuación: (Obert, 2007, pág. 199)

#### ➤ Proceso 1-2

Teniendo un intercambio de calor con el exterior esto debido a que el pistón en ese momento se encuentra en el PMS comprimiendo el aire fresco que ingresó anteriormente, este aire eleva su presión y temperatura debido a que se disminuyó su volumen específico por efecto de un principio adiabático. (Cengel & Boles, 2012, pág. 500)

#### ➤ Proceso 2-3

Conocido como un proceso isobárico a presión constante, esto debido a la adición de calor, este proceso se da lugar un momento antes que la cara superior del pistón llegue al punto muerto superior de la carrera en ese momento se realiza la inyección del combustible en la cámara de combustión.

En esta se da dos este hace contacto con el aire a elevada temperatura generando así lugar a la primera combustión en la cual alrededor de un 20% del combustible inyectado se inflaman, esta primera combustión se caracteriza por ser imperfecta y turbulenta.

El 80% restante es combustionada en la segunda combustión esta se caracteriza por ser casi perfecta, esta eleva la temperatura del fluido gracias a la energía química que fue liberada en la combustión. (Cengel & Boles, 2012)

➤ Proceso 3-4

Conocida como expansión isotrópica del aire, en este punto el pistón es empujado desde el PMS al PMI gracias a la elevación de temperatura de los gases generando así el movimiento en el cigüeñal. (Cengel & Boles, 2012)

➤ Proceso 4-1

En esta el pistón se encuentra en el PMI y el calor es cedido hacia el exterior cerrando así un ciclo de trabajo, la cantidad del calor que se añadió al fluido de trabajo a presión constante y es rechazada a volumen constante. (Cengel & Boles, 2012)

➤ Proceso 1-2 Adiabática.

➤ Proceso 2-3 Isobara.

➤ Proceso 3-4 Adiabática.

➤ Proceso 4-1 Isométrica.

### 1.7.3 Motores diésel 4 tiempos

El motor diésel es un motor de combustión interna conocido así porque su funcionamiento se basa en la mezcla de aire y combustible gracias a esta mezcla se produce la explosión dentro de la cámara de combustión en un motor diésel es básicamente idéntico a un motor gasolina es estructuralmente idéntico, este motor realiza su trabajo en 4 partes “admisión, compresión, explosión y escape”, una característica principal de los motores diésel es las elevadas presiones a la cual está sometida con relaciones de 17:1 y 20:1.

➤ Admisión

El pistón realiza una carrera descendente del PMS al PMI provocando un vacío y aspirando aire del ambiente hacia el cilindro para esto las válvulas se encuentran en diferente lugar, siendo de esta manera la válvula de admisión se encuentra abierta para que ingrese el aire a la cámara de combustión y la válvula de escape se encuentra cerrada de esta manera no permite que salga la mezcla que va ingresando, en este tiempo la muñequilla del cigüeñal gira 180 °.



➤ **Compresión**

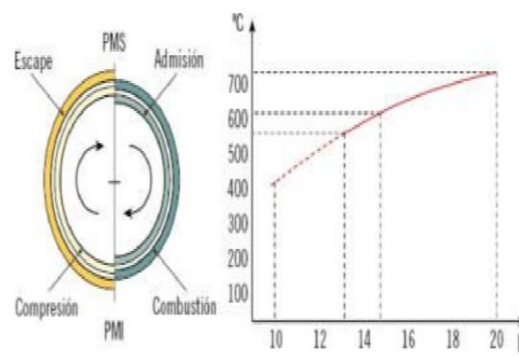
El pistón realiza un desplazamiento ascendente del PMI al PMS comprimiendo así el aire que se encuentra dentro del cilindro en la cámara de combustión debido a esto el aire comprimido aumenta su presión (P) y su temperatura (T) por encima de los 600°C con una relación de compresión 22:1, en este período tanto las válvulas de admisión como de escape permanecen cerradas, la muñequilla del cigüeñal gira otros 180°. (Gutierrez, 2004, págs. 22-25)

➤ **Expansión**

En este tiempo se inyecta el aceite combustible (Diésel) este al hacer contacto con el aire comprimido que se encuentra a elevadas presiones 150- 305 Bar provocando así que el pistón se traslade del PMS al PMI, esta es considerado el único tiempo que realiza un trabajo, el combustible será inyectado y controlado por una bomba de inyección.

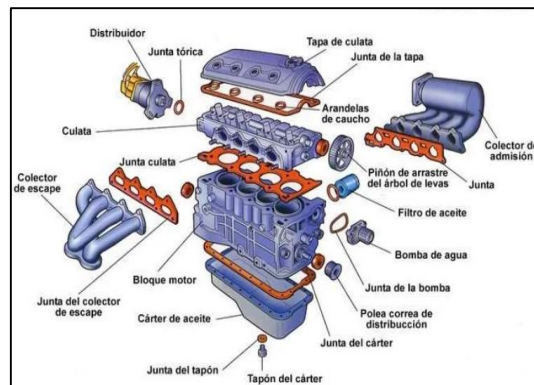
➤ **Escape**

El pistón realiza una carrera ascendente del PMI al PMS los gases quemados son expulsados a la atmósfera gracias a la apertura de la válvula de escape, la muñequilla del cigüeñal realiza el último movimiento de 180 ° completando así las dos vueltas correspondientes a un ciclo de trabajo. (Sanchez Gutierrez, 2012, págs. 22-25)



**Figura 1.3** Motor Diésel Temperatura  
(Gutierrez, 2004)

## 1.8 Componentes del motor diésel



**Figura 1.4** Componentes de un motor de 4 cilindros en línea  
(Marco, 2014)

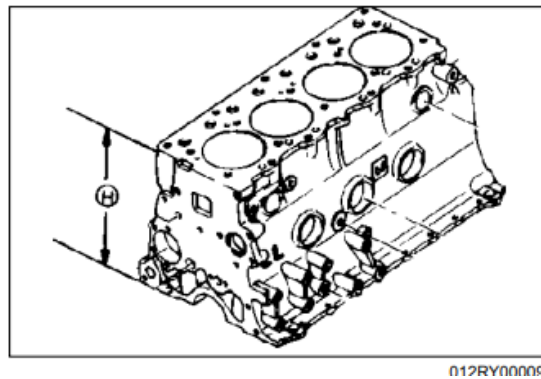
Los componentes de un motor diésel son similares a los motores de gasolina 4 tiempos la, pero los motores diésel se caracterizan por ser robustos ya que estos manejan grandes presiones, en estos motores se incluye una bomba de inyección que suministra combustible a una alta presión ideal a los inyectores para que estos puedan entregar de manera directa al cilindro del motor, a continuación, se detallaran los componentes del motor.

**Tabla 1.1** División de Motor 4 tiempos

División del motor	
Partes móviles	Pistones, Biela, Cigüeñal, Válvulas.
Partes fijas	Culata, Bloque, Carter.
Sistema de inyección	Bomba de alimentación e inyección.

### 1.8.1 Bloque motor

El bloque motor está constituido de una sola pieza esta es fabricada a través de moldes de arena es caso de ser de aluminio este se calienta a temperaturas hasta los 800°C su función es albergar en su interior al resto de elementos tanto móviles, fijos y sistemas de lubricación e inyección.



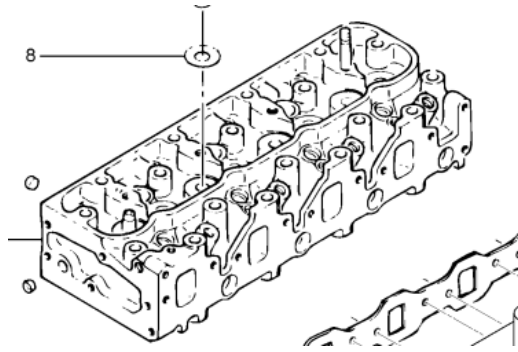
**Figura 1.5** Bloque motor Luv D'max 3000cc  
(Chevrolet, 2011)

En el interior de este podemos encontrar los cilindros donde van ubicados los pistones, los cilindros vendrán a ser simples o cubiertos con camisas, también encontraremos en este los canales de refrigeración que conducirá el anticongelante permitiendo así disipar el calor, los conductos de aceite también se encuentra en el interior del bloque motor permitiendo lubricar las partes móviles estas son partes muy fundamentales del motor ya que sin estas el motor quedaría inservible en poco tiempo.

### 1.8.2 Cabezote o culata

Esta es la parte superior del motor donde alberga a entrada de alimentación y el sistema de escape este puede estar refrigerados por agua, este soporta elevadas temperaturas que son generadas por la combustión, su fabricación está constituida por varias aleaciones como aluminio y hierro fundido.

El cabezote o culata se encuentran unas cavidades que se conocen como cámaras de admisión y escape por donde ingresa la mezcla para su posterior explosión, estas cavidades tienen diferentes maneras y se clasifica acorde a su forma ya que de esta variará su relación de compresión.

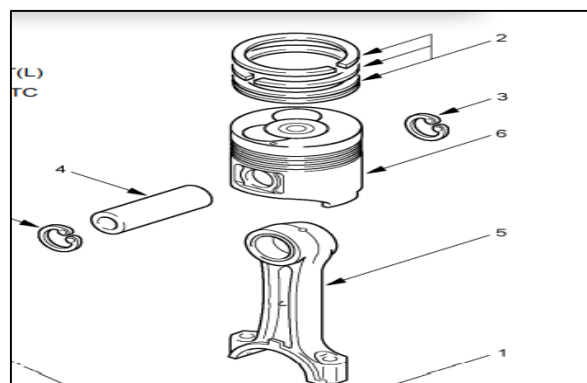


**Figura 1.6** Culata Luv D' max 3000cc  
(Chevrolet, 2011)

### 1.8.3 Pistones

Los pistones son los encargados de comprimir el aire en el interior del cilindro hacia la cámara de combustión posterior a eso recibe el impacto de la combustión posterior a eso recibe el impacto de la combustión generando así un desplazamiento hacia el PMI transmitiendo el movimiento al cigüeñal por medio de la biela transformando un movimiento rectilíneo a un movimiento rotativo.

La construcción de los pistones debe ser de aleaciones que soporten elevadas temperaturas ya que este está sometido directamente a la explosión del aire/combustible soportando altas temperaturas y elevadas fuerzas, el material puede ser aleaciones de aluminio como también magnesio y silicio, el pistón posee en su falda unos segmentos los cuales se dividen en aros de compresión, aros de lubricación.



**Figura 1.7** Pistón Chevrolet Luv D' max 3000cc  
(Chevrolet, 2011)

## **1.9 Sistema de inyección**

### **1.9.1 Bomba de alimentación**

Envía el combustible desde el tanque de depósito hacia la cámara de admisión de la bomba de inyección a una presión alrededor de 1-5 Bar en el caso de la bomba de alimentación EKP de tipo eléctrica y a 1 Bar en las de tipo mecánica para así garantizar el llenado en la cámara de admisión.

Tenemos bombas de alimentación que pueden funcionar como doble o simple efecto esto depender del tamaño de la bomba según esto se podrá acoplar una o dos bombas de alimentación.

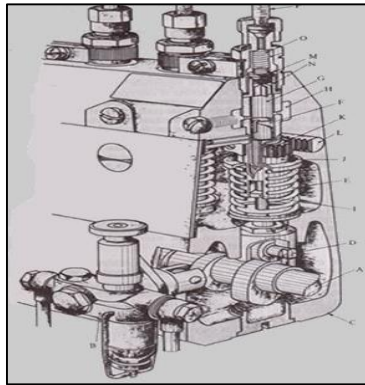
### **1.9.2 Bombas de inyección**

Estas bombas son las encargadas de ingresar el combustible a una presión ideal según requiera el tipo de sistema de inyección al cual se esté trabajando, tenemos diferentes tipos de bombas de inyección como son bombas del tipo lineales, rotativas, Sistemas CR, Inyector Bomba.

### **1.9.3 Bombas de inyección lineal**

Esta posee una construcción muy robusta esto debido a que posee elementos de bombeo igual al número de cilindros tenga el motor, esta se encuentra limitada a un número de RPM (7000-9000 RPM) gracias a estas características son utilizadas en vehículos pesados ya que son ideales para el tipo de trabajo que estos desempeñan.

Partes de la bomba lineal.



**Figura 1.8** Partes que conforman una bomba de inyección lineal BOSCH  
(GmbH, Robert Bosch Power Tools, 2021)

- Árbol de levas
- Bomba de alimentación
- Carter inferior de la bomba
- Taque
- Muelle
- Embolo
- Cámara de presión
- Llegada de combustible
- Saliente
- Manguito cilíndrico
- Corona dentada
- Cremallera
- Válvula de retención
- Asiento de válvula
- Muelle
- Canalización hacia el inyector

En bombas de alimentación de tipo en línea tenemos las de denominación PE, de este tipo se puede encontrar de varias formas o modelos que se adaptan a las necesidades de cada motor, estas bombas PE se dividen en 2 construcciones distintas las cuales son del tipo “M, A” y del tipo “MW, P” estas presentan diferentes características como se detalla en la tabla 2.2.

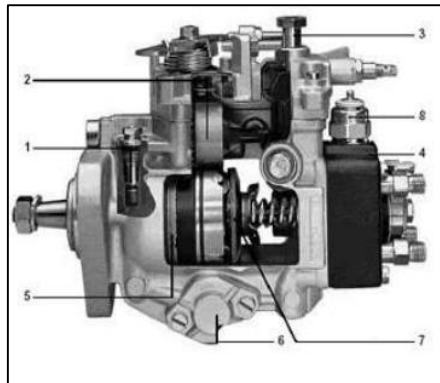
**Tabla 1.2** Clasificación de bombas de inyección en línea PE

Características	M	A	MW	P3000	P7100
Presión de inyección (Bar)	550	750	1100	950	1300
Potencia (kW/cilindro)	20	27	36	60	160

Fuente: (GmbH, Robert Bosch Power Tools, 2021)

### 1.9.4 Bombas rotativas tipo VE

Este tipo de bombas a diferencia de la lineal posee un solo elemento de bombeo que se encarga de generar la presión para todos los cilindros que tenga el motor ya que tiene una lumbrera de reparto que se encarga de la distribución a los diferentes cilindros del motor, estas se utilizan en vehículos livianos, pesado e industrial.



**Figura 1.9** Partes de la bomba de inyección Rotativa BOSCH

*. (GmbH, Robert Bosch Power Tools, 2021)*

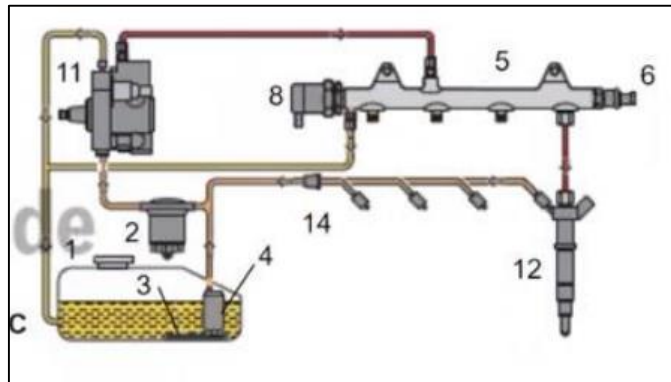
- Válvula que regula la presión
- Regulador de caudal de combustible
- Estrangulador de rebose
- Cabezal hidráulico
- Bomba de alimentación de aletas
- Variador de avance
- Disco de levas
- Válvula electromagnética de parada

El accionamiento de esta bomba de inyección es forzado esta gira de forma sincronizada con cigüeñal esto se consigue ya que se encuentra conectada mediante correas dentadas o piñones de acoplamiento, estas bombas tendrán su giro horario o anti horario y de este dependerá el orden de inyección.

### 1.9.5 Sistema Common Rail

El sistema CR se caracterizan por trabajar con presiones muy elevadas 350-2500 Bar y estas son generadas independientemente de las RPM del motor y la cantidad de inyección con mayor precisión para así bajar el consumo y las emisiones ya que las inyecciones serán

controladas por las EDC estas enviarán datos necesarios para saber las RPM, carga y temperatura.



**Figura 1.10** Sistema CR vista general.  
(GmbH, Robert Bosch Power Tools, 2021)

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. Tanque de combustible           | 7. Inyector de VM                       |
| 2. Filtro de combustible           | 8. Válvula reguladora de presión<br>DRV |
| 3. Pre-filtro                      | 11. Bomba de alta presión               |
| 4. Bomba de alimentación eléctrica | 12. Inyector piezo                      |
| 5. Riel                            | 14. Restrictor                          |
| 6. Sensor de presión del riel RDS  |   |

### 1.9.5.1 Sistema Common Rail

Primera generación: en esta solo existía la presencia de ZMW

Segunda generación: en esta solo contamos con la presencia de DRV en el riel

Tercera generación: contamos con la presencia de DRV y ZME.

### 1.9.6 Golpe diésel

El golpe de Diésel es el sonido metálico y vibrante emitido por un motor Diésel en funcionamiento. Este ruido es causado debido a la compresión generada por el aire en los cilindros y también la ignición del combustible cuando se inyecta en el cilindro.



Al inyectar combustible crudo en aire comprimido extremadamente caliente, el combustible se enciende ya que el pistón todavía se desplaza hacia arriba en el cilindro, causando una detonación y el posterior sonido de traqueteo

Los motores de tipo CRDI tienen sensores, como sensor indicador del ángulo del acelerador, sensor CKP que indica la posición del cigüeñal, sensor de presión, que reduce la ineficiencia y el ruido no deseado, causado por los elementos mecánicos.

### **1.10 Cámara de combustión**

Entendemos como cámara de combustión al lugar cilíndrico entre la cabeza del pistón y la culata en donde ingresa el aire y se une con el combustible para realizarse la combustión.

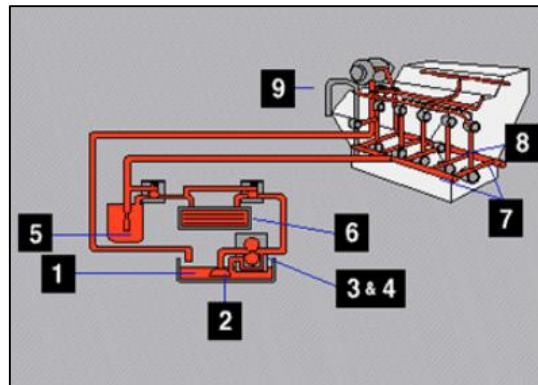
### **1.11 Filtro de combustible diésel**

Este elemento cumple dos funciones, la primera función es ayudar a mantener nuestro sistema libre de impurezas que se encuentran dentro del combustible, estas impurezas se quedan retenidas en el papel filtrante dentro del filtro, la segunda función es ayudar a separar el agua que se encuentra en el combustible, para realizar esta función se puede proceder de dos formas, la primera es cuando se somete al combustible a una fuerza centrífuga y la segunda se da por un proceso llamado decantación, las dos formas utilizan a la densidad para llevar a cabo la separación ya que el agua es más densa que el combustible.

### **1.12 Sistema de lubricación motor diésel**

Este sistema es de suma importancia este es el encargado de mantener lubricado el interior del motor en general esto abarca todas las partes móviles del motor, esta lubricación tiene como principal función disminuir el rozamiento entre las partes y de esta manera bajar el desgaste en las piezas que se encuentran en constante rozamiento al formar una película de lubricante y de esta manera evitar el contacto de metal con metal, como una segunda función la lubricación nos ayuda a refrigerar partes del motor que están expuestas a altas temperaturas.

Su funcionamiento se da gracias a una bomba de aceite que genera la aspiración del aceite desde el cárter a una cierta presión que se controla según las revoluciones del motor, pasa por un filtro que nos ayuda a evitar el paso de impurezas y se dirige por diferentes conductos que hacen llegar el lubricante a todas las partes móviles del motor.



**Figure 1.11** Sistema de lubricación motor diésel

Fuente: (Manilla, 2018)

Cárter

1. Campana de succión de aceite
2. Bomba de aspiración
3. Válvula de alivio
4. Filtro
5. Enfriador
6. Ductos principales
7. Conductos internos
8. Respiradero del motor

### 1.13 Elementos del sistema de lubricación

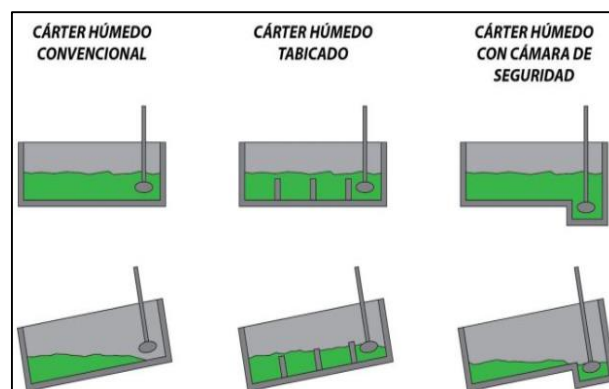
El sistema de lubricación cuenta con 4 principales elementos:

Cárter, bomba, filtro, enfriador de aceite.

aceite.

### 1.13.1 Cárter de aceite

El cárter es una de las principales piezas del motor, cumple varias funciones como sellar el motor por la parte inferior del bloque motor y dar protección a este mismo, sirve como lugar de estanque del aceite del motor y cuenta con un tapón por donde se realiza el drenado del aceite al realizar sus cambios y mantenimientos, este va atornillado directamente al bloque motor con ayuda de una junta para realizar el sello de estanqueidad. Existen dos tipos de cárter: húmedo y seco.



**Figure 1.12** Cárter convencional, tabique y con cámara de seguridad  
(Gomez, 2020)

### 1.13.2 Bomba de aceite

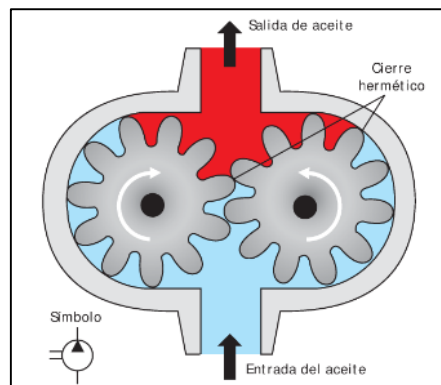
Esta bomba es la que se encarga de absorber el aceite del cárter a presión baja y aumentarlo a una presión lo suficientemente alta para enviarlo por los conductos del motor y que llegue a todos los elementos a lubricar del motor.

Esta bomba de aceite utiliza el movimiento del cigüeñal para su funcionamiento, este movimiento es transmitido desde el cigüeñal a la bomba de aceite por medio engranes o por medio de una cadena.

Existen dos tipos de bombas de aceite: bomba de aceite de engranes y bomba de aceite de rotor.

### 1.13.3 Bomba de aceite de engranes

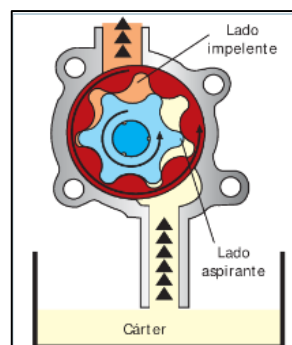
Su funcionamiento se da gracias a dos piñones que giran en sentido contrario el uno con el otro, se ubican a una distancia exacta que en unión con la carcasa de la bomba forman dos cámaras, la primera que es por donde ingresa el aceite a baja presión (admisión) y la segunda por donde sale el aceite a alta presión (escape).



**Figura 1.13** Funcionamiento Bomba de engranes  
(Escudero, Gonzales, Rivas, & Suarez, 2011, pág. 309)

### 1.13.4 Bomba de aceite de rotor

Esta bomba funciona por medio del giro de un rotor que se ubica a una medida exacta diferente al centro en el interior de la carcasa, entre el rotor y la carcasa va ubicada un anillo de ondas que gira gracias al dentado del rotor, este anillo cuenta con una onda más al número de dientes del rotor, gracias a esta diferencia de tamaño entre el rotor y el anillo se genera una cámara por donde es aspirado el aceite a una baja presión y pasa entre los dientes del rotor y las ondas del anillo y gracias a la disminución del área el aceite sale por otro conducto a una presión alta.



**Figura 1.14** Funcionamiento bomba de aceite de rotor  
(Escudero, Gonzales, Rivas, & Suarez, 2011, pág. 309)

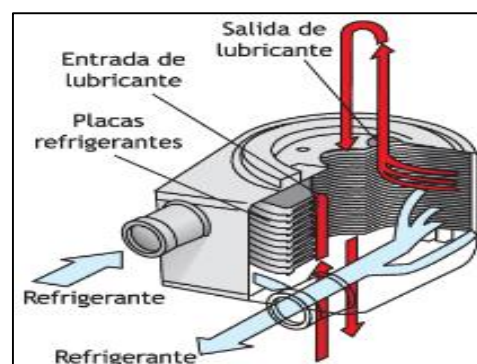
### 1.13.5 Filtro de aceite

Este impide que pasen todas las suciedades e impurezas que estén en el aceite, estas impurezas se generan por distintas situaciones, por el rozamiento excesivo que genera residuos metálicos, por la combustión y las altas temperaturas que genera residuos de carbonilla, partículas de polvo, etc. Todos estos residuos se quedan en el filtro de aceite y de esta manera se evita que generen daños y taponamientos en los conductos de aceite y se evita que llegue a los diferentes elementos del motor para evitar daños de estos mismos, estos filtros utilizan papel filtrante de entre 1 y 5 micras esta medida varía dependiendo el filtro y el motor en el que va a ser usado.

### 1.13.6 Refrigerador de aceite

El aceite realiza una función principal que es la de lubricar pero cabe recalcar que también actúa como un refrigerante, por este motivo su temperatura aumenta mientras está en funcionamiento el motor y en el caso de los motores diésel su temperatura aumenta aún más ya que el aceite ayuda a refrigerar el turbo y por este motivo el aceite llega a temperaturas elevadas de hasta 180 °C, por este motivo se ha implementado un refrigerador de aceite, este actúa como un intercambiador de calor, contamos con dos tipos: agua/aceite y aire/aceite.

En el caso del intercambiador agua/aceite su funcionamiento se basa en que el aceite fluye por unas pequeñas tuberías que se encuentran cubiertas por el refrigerante de motor que por lo general se encuentra a temperaturas de 90 °C y de esta manera ayuda a bajar la temperatura del aceite, y en el caso del intercambiador de aire/aceite funciona con un radiador por donde fluye el aceite y el aceite se refrigera con el aire ambiente.

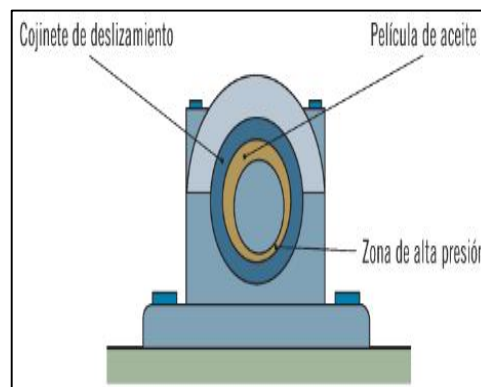


**Figura 1.15** Intercambiador agua/aceite  
(Escudero, Gonzales, Rivas, & Suarez, 2011, pág. 310)

### 1.13.7 Lubricantes y lubricación

La función principal de la lubricación es disminuir el desgaste que se produce por el rozamiento y de esta manera incrementar la vida útil de las piezas, otro objetivo es actuar como refrigerante de esta manera ayuda a reducir el calentamiento que producen diferentes piezas al realizar cada uno de sus movimientos.

Esto gracias a que se forma una película entre las partes de contacto protegiendo así de desgastes entre las piezas y este mismo aceite sirve como refrigeración para que dichas partes no eleven demasiado la temperatura y se fundan debido al calor que genera esta fricción entre las partes.



**Figure 1.16** Elemento cubierto por una película de aceite  
(Ramírez, 2012, pág. 8)

## 1.14 Propiedades de los lubricantes

### 1.14.1 Propiedades físicas

La viscosidad es una propiedad de suma importancia hace referencia a la resistencia que presenta un líquido para fluir, tomando en cuenta esta resistencia entendemos que un líquido mientras más viscosidad tenga necesita de más trabajo para hacerlo fluir y al contrario un líquido con viscosidad baja necesita de menos trabajo para hacerlo fluir.

Punto de fluidez. Esta propiedad hace referencia a la temperatura, nos indica cual es la temperatura que un aceite debe tener para que no pueda fluir.

**Punto de inflamación.** Igual que la propiedad del punto de fluidez esta propiedad hace referencia a la temperatura, pero en este caso nos indica la menor temperatura que tiene un lubricante para que este se encienda con la presencia de fuego.

**Color.** Esta propiedad se puede hacer referencia a los materiales del lubricante, ya que su color depende de su composición.

#### **1.14.2 Propiedades químicas**

**Emulsibilidad.** Esta propiedad hace referencia a la condición de un aceite para mezclarse con el agua.

**Demulsibilidad.** Al contrario de la Emulsibilidad, esta propiedad hace referencia a la resistencia que tiene un aceite para evitar mezclarse con el agua. (Villafuente, 2020, pág. 21)

### **1.15 Características de los lubricantes**

- **Refrigeración.** una de las propiedades de los lubricantes es el de refrigerar, esta propiedad es usada en varias piezas a donde el sistema directo de refrigeración no tiene acceso, en este caso el aceite que se encuentra entre el pistón y el cilindro ayuda a que se transmita la temperatura que se genera en el pistón y lo lleva hacia el cilindro.
- **Limpieza y protección.** Otra principal función es la de dar limpieza y proteger las piezas y conductos del motor, esto debido a que varias partículas como: el hollín generado por la combustión, partículas de aceite quemado, polvo, se encuentran en el sistema y el lubricante es el que se encarga de movilizar todas estas partículas hacia el filtro de aceite en donde se almacenas hasta que el filtro sea remplazado, al realizar esta acción ayuda a evitar que se creen capas de óxido.
- **Estanqueidad.** En este caso la lubricación ayuda a realizar la acción de estanqueidad esto se da directamente en el funcionamiento de los segmentos del pistón y el cilindro al momento de realizar la compresión el lubricante ayuda a que se genere un sello completo entre el segmento y el cilindro de esta manera ayuda a que la compresión sea más eficiente.
- **Reducción del Frotamiento.** Los lubricantes como su mismo nombre lo dicen tiene como propiedad principal la de lubricar, entendemos que lubricar hace referencia a

evitar que dos piezas tengan rozamiento directo entre ellas para evitar desgaste y daños directos, para ello mantiene una fina película de lubricante entre las piezas lo cual genera una función deslizante y con esto evitar el rozamiento.

- **Protección del aceite contra la oxidación.** esta es una propiedad que el lubricante ayuda para evitar que se forme oxidación, porque se forma partículas de óxido que llegan a unirse con el hierro y forman capas de corrosión a altas temperaturas, para esto los lubricantes cuentan con aditivos antioxidantes que evitan que las partículas de óxido se unan con el hierro.

### **1.16 Clasificación de los lubricantes según las normas SAE, API**

Los lubricantes vienen mezclados con diferentes tipos de aditivos dependiendo de su necesidad por este motivo existe una clasificación de los lubricantes y están normados por:

Normas SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices)

Normas API (Instituto Americano de Petróleos)

### **1.17 Aplicación de aceite en el motor diésel**

Uno de los principales factores para analizar la vida útil de un motor de combustión interna son los lubricantes, estos lubricantes están compuestos por uno o dos tipos de aceites básicos, al igual que incluyen varios tipos de aditivos esto dependiendo de su destino y uso previo, para que la vida útil de las piezas del motor sea más larga, dependerá del tipo de aceite que se use, de sus características, su calidad y tiempo de uso del aceite, en el caso de motores diésel se debe analizar y tomar en cuenta las temperaturas a las que trabajan este tipo de motores porque es un factor primordial para analizar la vida útil del aceite antes del cambio y conseguir la vida útil de las piezas a lubricar. (Muños & Marin, 2003, pág. 1)

### **1.18 Sistema de enfriamiento**

El sistema de enfriamiento se encarga de bajar la temperatura del motor en general ya que gracias a las explosiones producidas por la combustión tiene a generar calor, su funcionamiento viene por medio de la circulación de agua por cañerías que pasan por lugares



específicos dentro del motor y de esta forma ayudan a enviar el calor de adentro del motor hacia el exterior y se dirige a un radiador en el que ayuda a disipar el calor con ayuda de un ventilador. La temperatura promedio de los motores está entre los 85°C a 100°C, a esta temperatura las piezas del motor se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento.

### **1.18.1 Radiador**

Este elemento es el encargado de disipar la temperatura del agua que proviene desde el motor con ayuda del ventilador.

### **1.18.2 Bomba de agua**

Es la que se encarga de generar la circulación del líquido refrigerante, absorbiendo del inferior del radiador y por medio de mangueras y las tuberías lo distribuye por todo el motor con una fuerza necesaria para que el líquido ayude a evacuar el calor generado en el motor este líquido regresa a la parte superior del radiador y se produce la reducción de la temperatura del agua hasta re empezar el ciclo.

### **1.18.3 Termostato**

El termostato mantiene un sello en las cañerías del refrigerante para evitar que entre al radiador y de esta manera el motor llegue más rápido a la temperatura optima de trabajo, una vez que llega a la temperatura deseada este se abre y deja que empiece la circulación normal del refrigerante.

### **1.18.4 Ventilador**

El ventilador es el encargado de enfriar los conductos del radiador para que se disipe la temperatura transferida del agua hacia los conductos, existen 4 tipos de ventiladoras: ventiladores convencionales, electro ventiladores, ventiladores con acoplamiento electromagnético y ventiladores con acoplamiento viscoso.

### **1.18.5 Líquido refrigerante**

Es el líquido que se encarga de circular por todo el sistema de refrigeración para producir el enfriamiento, son líquidos que vienen con propiedades anticongelantes, no se recomienda utilizar agua común ya que esta es la causante de producir cal y óxido y estos pueden llegar a taponar las cañerías del sistema.

## **1.19 Sistema eléctrico**

La parte electrónica es de suma importancia y es la que se encarga de dar energía a todos los módulos, sensores y demás dispositivos necesarios para el funcionamiento del motor, los principales sistemas a usar energía eléctrica tenemos: sistema de tablero indicador, sistema de encendido, sistema de luces, accesorios extras de comodidad. Destacaremos 3 principales elementos del sistema de eléctrico: batería, alternador y bujías de precalentamiento.

### **1.19.1 Batería**

Este elemento es la fuente de energía principal se encarga de almacenar la energía eléctrica y abastecer a los diferentes elementos consumidores como el motor de arranque que es el encargado de poner en funcionamiento al motor, almacena la energía proporcionada por el alternador. (Agueda Casado, Martin Navarro, Garcia Jimenez, Gracia, & Gomez Morales, 2009, pág. 242)

### **1.19.2 Alternador**

El alternador este generador de energía de sistema eléctrico, este funciona mientras el motor está en funcionamiento, genera una carga entre 13V a 14.5V, la energía suministrada por el alternador es almacenada en la batería para su posterior uso. (Agueda Casado, Martin Navarro, Garcia Jimenez, Gracia, & Gomez Morales, 2009, pág. 290)

### **1.19.3 Bujías de precalentamiento**

Estas bujías funcionan para agilizar el encendido de los motores diésel, al poner en contacto en los primeros 10 segundos se activan las bujías y producen calor en el interior de

cada cilindro, esto nos ayuda a que el encendido en frío sea más eficiente y no demore en encender. (Agueda Casado, Martín Navarro, García Jiménez, Gracia, & Gómez Morales, 2009, pág. 299)

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Materiales

**Tabla 2.1** Especificaciones generales del vehículo

Marca	Clase	Tipo	Año	Modelo
Chevrolet	Camioneta	Cabinado	2011	Luv D-Max 3.0L Diésel CD TM 4x2
No. Motor	Peso	Cilindraje	No. Chasis	
4JH106885	0.75 T	3000 cc	8LBETF3F2B0107814	

Fuente: (Chevrolet, 2011)

#### 2.1.1 Motor diésel serie 4JH1

Este tipo de motor cuenta con cámaras especiales en sus pistones que sirven para generar un ahorro de combustible, cuenta con camisas secas proporcionando una máxima durabilidad. Posee un cigüeñal endurecido por tratamientos térmicos por lo que este no puede ser rectificado, cuenta con una bomba de inyección tipo BOSCH VP44-Type y turbo cargador.

**Tabla 2.2** Datos y especificaciones del Motor

Tipo de motor	4 tiempos, refrigerado por agua.
Tipo de cámara de combustión	Inyección directa
Tipo de camisa de cilindro	Tipo seco cromado
Tren de distribución	Engranés
Numero de cilindros (calibre, carrera)	4 cilindros 4-93 x 92 (3.66 x 3.62)
Cilindrada total	2.499(152.4)
Relación de compresión (a 1)	18.1
Peso de motor kg (lb)	239 (527)
Orden de encendido	1-3-4-2

Fuente: (Chevrolet, 2011)

### 2.1.2 Bomba de inyección VP44 Bosch

La bomba de inyección Bosch VP44 controlada electrónicamente, esta envía señales procedentes de la tarjeta o modulo está controlada también por una ECM, esta controla la distribución de combustible acorde a las necesidades que se requieran al momento de la conducción.

**Tabla 2.3** Sistema de Inyección y combustible

Tipo de bomba de inyección	Bomba VP44 rotativa de émbolos radiales
Control electrónico	Modulo electrónico, sensor del ángulo de rotación, electroválvula de regulación del avance y electroválvula de inicio y corte de inyección
Tipo de toberas de inyección	Agujeros con 5 perforaciones
Presión de apertura de la tobera de inyección	180 a 190 bares

Fuente: (Chevrolet, 2011)

### 2.1.3 Regla de superficies y galgas

Esta regla utilizada para con ella revisar alabeo en la cara de fijación de las partes planas del motor como es cabezote, colector de escape. Esta con la ayuda de las galgas de espesores se podrá medir si existen deformaciones o no.

**Tabla 2.4** Tolerancias de torceduras o deformaciones

Deformaciones cara interior de la culata mm(pulg)		Deformaciones en la cara del colector	
Estándar	Límite	Estándar	Límite
0.05	0.20	0.05	0.20
0.002 o menos	0.0079	0.002 o menos	0.008

(Chevrolet, 2011)

### 2.1.4 Reloj comparador

Esta herramienta es muy útil para medir el desgaste en válvulas, guías, cilindros los valores no deben exceder a los especificaos por el fabricante ya que si superan ese valor

estos deberán ser rectificadas si se puede o reemplazados ya que a estas sobrepasar las medidas límites se corre el riesgo de romperse o generar fugas de compresión en el cilindro.

**Tabla 2.5** Holguras de vástago de Válvulas

Válvula de admisión	Estándar	0.039 – 0.071 (0.0015-0.0028)
	Límite	0.200 (0.008)
Válvula de escape	Estándar	0.064-0.096 (0.0025-0,0038)
	Límite	0.250 (0.0098)

(Chevrolet, 2011)

## 2.2 Metodología de la investigación

### 2.2.1 Tipo de investigación

Este proyecto se basará en investigación bibliográfica y práctica.

- **Tipo bibliográfica.** – porque se exploró en la comunidad científica y académica y se localizó documentos encaminados y relacionados con el tema, se amplió el conocimiento realizando la revisión conceptual de fundamentos de calidad científicos y tecnológicos.
- **Tipo práctica.** – porque se investigó información específica de una camioneta Chevrolet Luv D'max motor diésel de 3000cc, por medio del desarmado, análisis de daños, rectificación, reparación y armado del motor.

## 2.3 Métodos

El presente trabajo se desarrolló mediante la utilización de 4 métodos para la elaboración del presente:

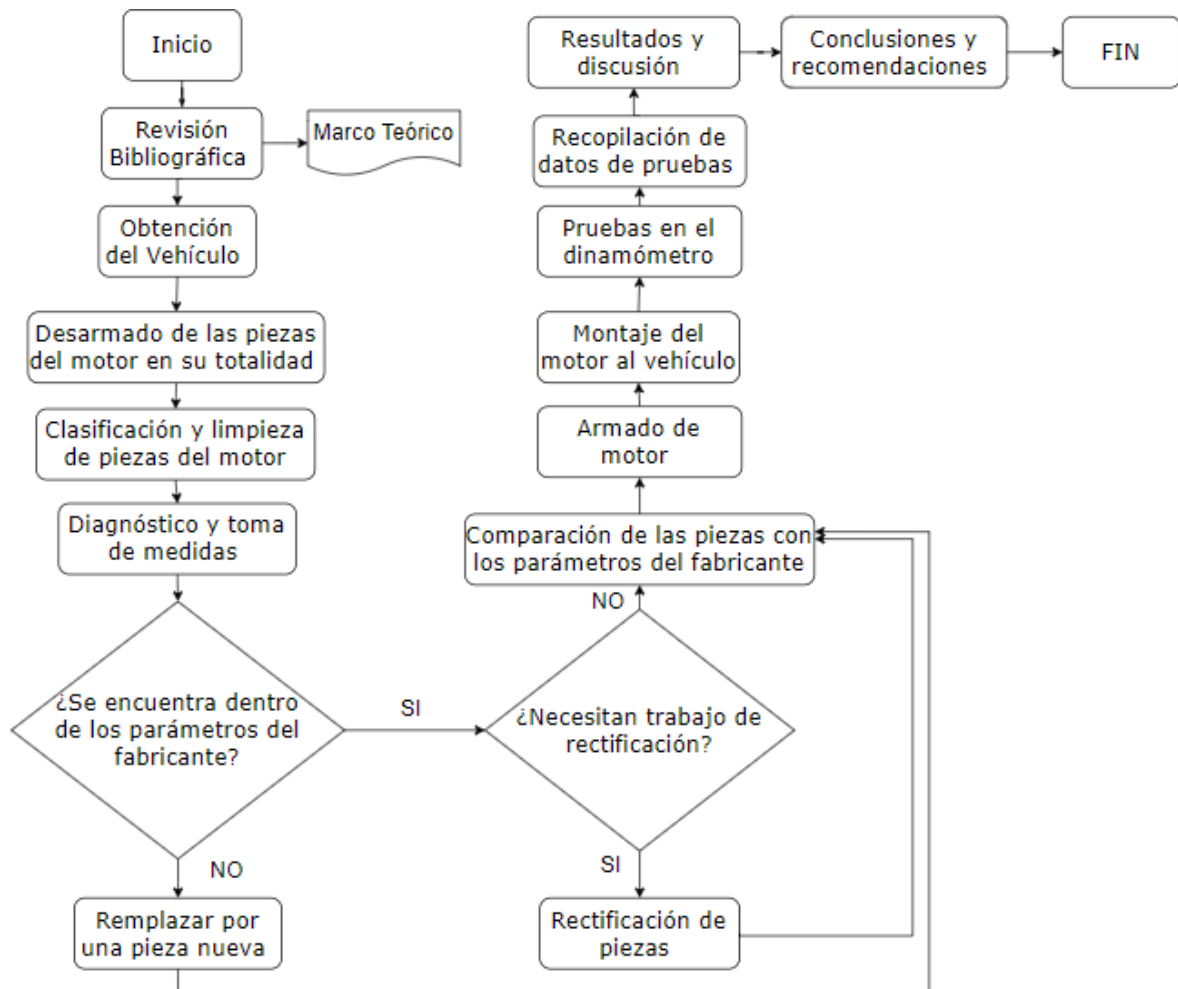
- **Método Científico.** – La investigación estuvo destinada a la profundización de los motores diésel y se basó en lo empírico y en la medición aplicado a la práctica fue beneficioso para el razonamiento de estudiantes y docentes.
- **Método Analítico.** – Por medio de la observación en el desarme de sus partes del motor nos permitió profundizar en los daños y arreglos de este mismo.
- **Método Sintético.** – Se utilizó la información más principal del proceso realizado de manera legible para su acceso de toda persona que lo necesite.
- **Método Inductivo – Deductivo.** – Se inició por medio de la observación de las partes del motor, el análisis de reparación y conclusiones para validar los objetivos planteados.

### **2.3.1 Metodología del procedimiento**

El presente trabajo se basó en cinco etapas: Adquisición y legalización del vehículo, inspección del estado del vehículo, ejecución de las pruebas de desgaste en las partes afectadas del motor y demás partes, reparación y repotenciación de las partes afectadas, una vez terminadas las fases de pruebas y análisis se procederá a la fase de análisis y resultados.

### **2.3.2 Metodología para el análisis del trabajo**

En el siguiente diagrama de flujo se muestra el procedimiento que se usó para realizar el siguiente trabajo, además muestra el proceso que se tomó para realizar las pruebas y una vez culminado cuál será su fin como material para el estudiante



## 2.4 Obtención de repotenciación de motor

La camioneta de marca Chevrolet Luv D' max 3000 cc se adquirió en completo estado desgaste es decir el motor se encontraba completamente despiezado ya que para constatar el daño procedieron a desarmar y así verificar su daño y proceder a dar un diagnóstico del por qué esta sufrió ese daño.

## 2.5 Clasificación de partes del vehículo

La clasificación se realizó de la siguiente manera: se procedió a clasificar parte por parte separando así las piezas de cada componente que se logró identificar.

Una vez clasificada se procede a lavar las partes que se van a intervenir para así realizar las pruebas y las medidas con la ayuda de instrumentos de medición como son; micrómetro con precisión de (0.01 mm), reloj palpado, pie de rey, regla de superficies planas,



galgas. Para la obtención de las medidas se realizan mediciones en las partes afectadas del motor como es el cabezote, Block, cigüeñal, cilindros, bomba de aceite, pistones.

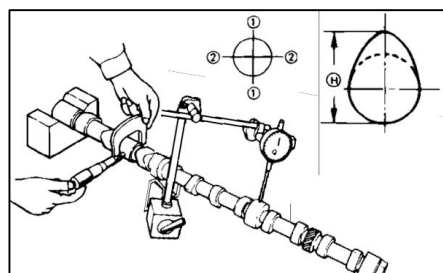


**Figura 2.1** Toma de medidas y diagnóstico de cilindros

## 2.6 Toma de medida e inspección de partes

### 2.6.1 Árbol de levas

Para el diagnóstico y toma de medidas del árbol de levas se necesita la ayuda de un micrómetro, realizando una inspección visual de las partes que la conforman como son los muñones de las levas, engranaje, rodamientos verificando así si presentan desgastes o daños excesivos que se pueda apreciar a simple vista, si los rodamientos se encuentran con desgaste lo más recomendable es sustituir.



**Figura 2.2** Toma de medidas

(Chevrolet, 2011)

### 2.6.1.1 Diámetro muñones del árbol de levas.

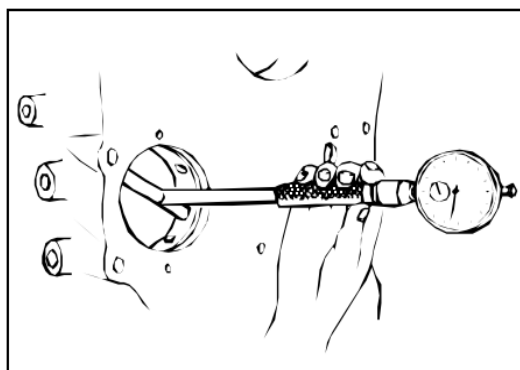
Los muñones son parte fundamental para el buen funcionamiento de esta pieza es por eso que es necesario verificar si estos se encuentran en óptimas condiciones y sin desgastes excesivos. Utilizando un micrómetro se seguirá a realizar la toma de medidas del diámetro de los muñones del árbol de levas, la toma de medida debe realizarse en dos direcciones en el tramo “X, Y”, se observa en la figura 2.2. Si los valores que se obtenga son menores a los valores que especifica el fabricante se recomienda remplazarlo.

### 2.6.1.2 Altura de leva y descentramiento

Colocando el árbol de levas en un lugar firme medimos el descentramiento con la ayuda de un reloj comparador este valor no deberá exceder los límites que especifica el fabricante. Con la ayuda del micrómetro se medirá la altura “cresta de leva” (H) como podemos observar en la figura 2.2.

Si el valor supera los límites que especifica el fabricante el árbol de levas tendrá que ser cambiado por uno nuevo ya que este se encarga de que el funcionamiento de las válvulas sean las correctas.

### 2.6.1.3 Rodamientos y juego de árbol de levas.



**Figura 2.3** Medida de cojinete de alojamiento de árbol de levas

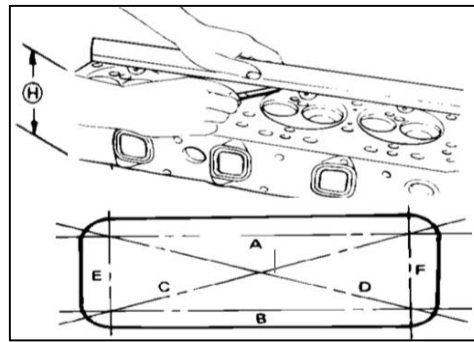
(Chevolet, 2011)

Con el reloj comparador se procede a medir el diámetro interno del cojinete de alojamiento del árbol de levas como indica en la figura 2.3, esto con el fin de obtener los valores del

diámetro interno y la holgura del cojinete del árbol de levas verificando así si esta se encuentra o no dentro de los parámetros que da el fabricante.

## 2.6.2 Culata

Con la prueba de planitud podemos determinar el estado de la culata, con la ayuda de una regla de planitud se determinará si existe algún tipo de desgaste en la culata producido por algún tipo de sobrecalentamiento del motor, para esto se tomarán 4 posiciones de referencia como se puede observar en la figura 2.4



**Figura 2.4** Toma de valores de la culata

(Chevolet, 2011)

### 2.6.2.1 Deformación cara superior

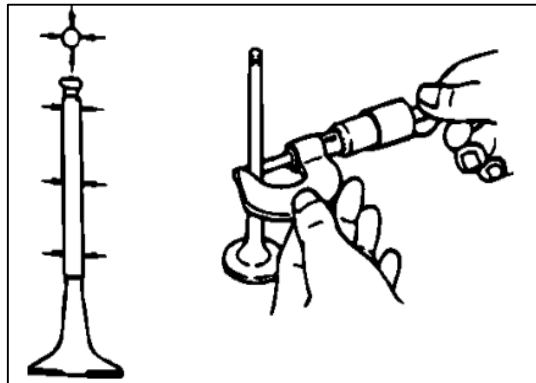
Utilizando una regla de planitud en posición se procede a introducir la galga por debajo de está verificando así si es que existe holgura entre la regla y la parte plana de la culata, el límite permitido de holgura esta especificada por el fabricante, si esta excede estos límites la culata se encuentra deformada o pandeada.

### 2.6.2.2 Deformaciones de la cara de fijación del colector admisión y escape

Con la regla de planitud y la galga de espesores se procede a medir de la misma manera como se realizó a la cara superior, si esta excede los límites especificado por el fabricante esta deberá ser rectificada o al caso extremo esta tendrá que ser reemplazado.

### 2.6.3 Válvulas

Para la inspección de cada una de las válvulas necesitamos un micrómetro y un reloj palpador, en esta parte empezamos realizando una inspección visual y posteriormente continuamos con la toma de medidas en puntos estratégicos que nos permitirá determinar si la válvula se encuentra o no dentro de los valores aptos para su funcionamiento.



**Figura 2.5** Toma de valores de válvula

(Chevrolet, 2011)

#### 2.6.3.1 Diámetro exterior de vástago de válvula.

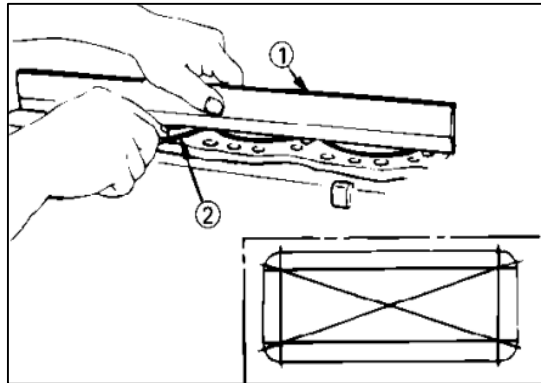
Esta se realiza con el micrómetro en tres puntos estratégicos del vástago de la válvula determinando así el estado cada tipo de válvula ya sea de admisión o escape.

#### 2.6.3.2 Grosor de válvula.

El grosor de las válvulas muy importante ya que esta cumple también la función de sellar para que no exista fugas de presión dentro del cilindro y cámara de combustión.

### 2.6.4 Bloque del motor

Con la prueba de planitud se determinar el estado de la parte plana de Bloque motor, para esto con la ayuda de la regla y las galgas de espesores procedemos a realizar el diagnóstico y la toma de valores.



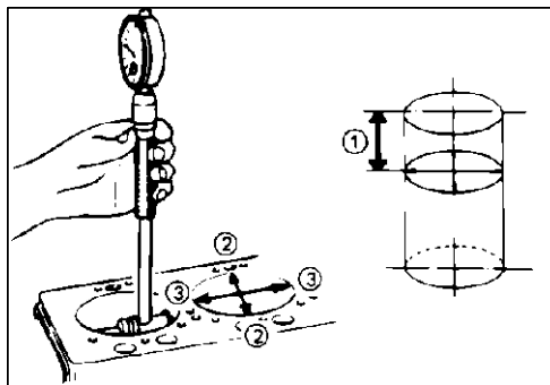
**Figura 2.6** Toma de valores de bloque motor

(Chevolet, 2011)

#### **2.6.4.1 Deformación cara superior del Bloque motor.**

Se utiliza una regla de planitud se procede a colocar sobre la cara plana y se introduce las galgas entre la regla y la parte plana, el valor obtenido no debe sobrepasar el valor establecido por el fabricante, esta prueba se realiza en 6 posiciones diferentes como se ve en la figura 2.6.

#### **2.6.4.2 Toma de medidas del diámetro interno camisa del cilindro.**



**Figura 2.7** Toma de medidas de cilindro

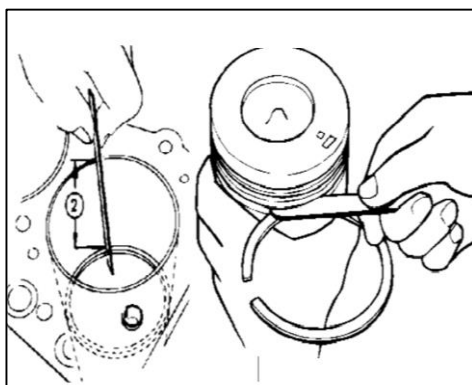
(Chevolet, 2011)

En esta prueba se realiza la toma de medidas del ovalamiento y conicidad del cilindro determinando así que desgaste tiene el cilindro esto permite verificar que grado de deformación tiene el cilindro y que tipo de aro utilizara al momento de realizar una reparación. Con la ayuda de un Alexometro se procede a la toma de valores de dos diferentes posiciones como indica en la figura 2.7.

### 2.6.5 Pistones y segmentos

La separación de los segmentos o anillos son muy importantes ya que de esto dependerá que exista una buena compresión dentro del cilindro, cada uno de estos anillos poseen una separación está determinada por el fabricante.

Para realizar la medición se debe introducir los segmentos dentro del cilindro y con la ayuda de las galgas de espesores se procede a obtener los datos de separación de cada uno de ellos.



**Figura 2.8** Separación de segmentos

(Chevrolet, 2011)

#### 2.6.5.1 Separación de segmentos de pistón

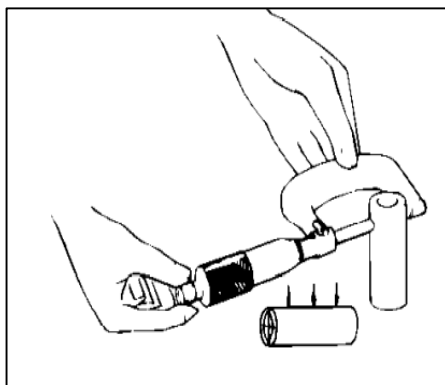
Colocando de forma horizontal el segmento imitando la manera que va colocada en el cilindro, el segmento debe estar sin inclinaciones debe estar completamente horizontal esta medición se realizara en 2 puntos del cilindro este p1 10mm y p2 20 mm, como se ve en la figura 2.8 colocando las galgas de espesores se verifica su separación.

### 2.6.5.2 Juego de segmentos

Con los segmentos colocados en el pistón y con la ayuda de las galgas de espesores como se observa en la figura 2.8, se medirá el juego que existe entre la ranura del pistón y el segmento si las medidas sobrepasan las especificadas la pieza debe ser remplazada.

### 2.6.5.3 Diámetro del bulón del pistón.

Con la ayuda del micrómetro se procede a medir el diámetro del bulón o pasador esta toma de medidas se realizará en tres puntos diferentes como se indica en la figura 2.9, este valor no debe exceder el valor especificado por el fabricante.



**Figura 2.9** Toma de medidas bulón

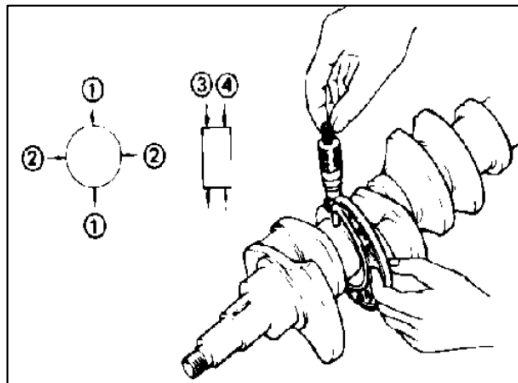
(Chevrolet, 2011)

### 2.6.5.4 Juego de muñequillas y rodamiento de biela

Con la ayuda de un palpador para interiores se realizará la toma de medidas del diámetro interior de la muñequilla y el rodamiento de biela esta no debe sobrepasar los límites especificados por el fabricante.

### 2.6.6 Cigüeñal

Para la obtención de valores y diagnóstico de las partes del cigüeñal se inicia con una inspección visual de la superficie de las piezas que conforman el cigüeñal y así verificar si existen daños excesivos.



**Figura 2.10** Toma de medidas cigüeñal

(Chevrolet, 2011)

#### 2.6.6.1 Diámetro de muñón de cigüeñal

Con la ayuda de un micrómetro se procederá obtener los valores esta toma de valores se la realizara en 3 posiciones como apreciamos en la figura 2.10 una vez tomado las medidas no deberán exceder el límite del valor permitido por el fabricante.

#### 2.6.6.2 Diámetro de bancada.

Utilizando un reloj palpador se realizará la toma de medidas del diámetro de inferior del rodamiento si este valor excede el valor límite establecido deberá ser remplazado.

## 2.7 Repotenciación y armado de motor

### 2.7.1 Armado de cabezote/culata

Piezas a intervenir

- Cabezote/Culata
- Asiento superior e inferior de válvulas



- Reten de vástago de válvulas
- Válvulas (admisión/escape)
- Muelle de válvulas
- Seguro de válvulas
- Juntas de colector de admisión
- Colector de admisión.

#### Paso 1. Cabezote / Culata

La culata se realizó una rectificación de la parte de contacto con el block ya que este presentaba daños al momento que se recalentó el motor, una vez este rectificado se encuentra listo para incorporar las demás partes.

#### Paso 2. Reten de aceite de vástago de válvulas.

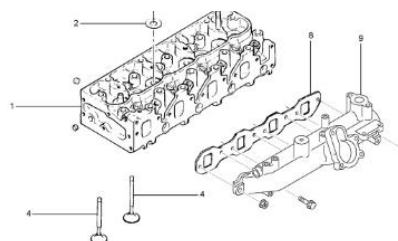
- Lubricar el interior del retén de aceite
- Insertar el retén de aceite en la guía de cada una de las válvulas.

#### Paso 3. Válvulas Admisión/Escape

- Colocar aceite en el vástago de la válvula y proceder a introducir las válvulas en el cabezote
- Con el cabezote hacia arriba se instala los muelles de las válvulas, con la ayuda de un compresor de muelles se comprimen los mismos para colocar los collares o seguros partidos en el vástago de la válvula.

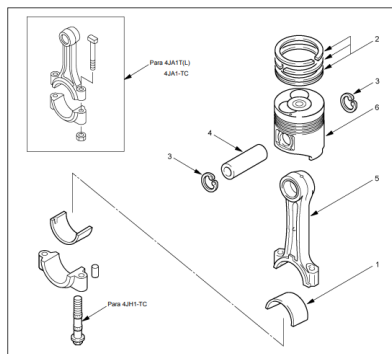
#### Paso 4. Colector de admisión.

- Instalar el colector de admisión con su respectivo empaque y acoplar al cabezote con sus respectivos pernos con una torsión de 19 N.m y tuerca de 24 N m
- 



**Figura 2.11** Partes del cabezote/Culata  
(Chevrolet, 2011)

## 2.7.2 Biela y pistón



**Figura 2.12** Partes biela y pistón  
(Chevrolet, 2011)

### Piezas a intervenir

- Pistón
- Biela
- Seguro de bulón del pistón
- Bulón de pistón
- Anillo de resorte del bulón del pistón
- Segmentos de pistón
- Rodamientos de biela

### Armado

#### Paso 1. Biela y Pistón

- Sujetar la biela con la ayuda de una antenalla con mucho cuidado
- Con la ayuda de alicates colocar el anillo de resorte de bulón del pistón.
- Colocar el pistón en la biela asegurándonos que la seña entre la cabeza del pistón y la biela queden del mismo lado.
- Lubricar el bulón e introducir en el agujero hasta que se puede colocar el seguro del pistón.
- Colocar el seguro en la ranura y comprobar si este se mueve el bulón suavemente.

#### Paso 2. Segmentos

- Colocar los 3 segmentos en el pistón en el orden que corresponde. Primero de lubricación, segundo de compresión, tercero de compresión.

### 2.7.3 Block, camisas y cigüeñal

Piezas a intervenir

- Block
- Camisas
- Cigüeñal
- Chaquetas

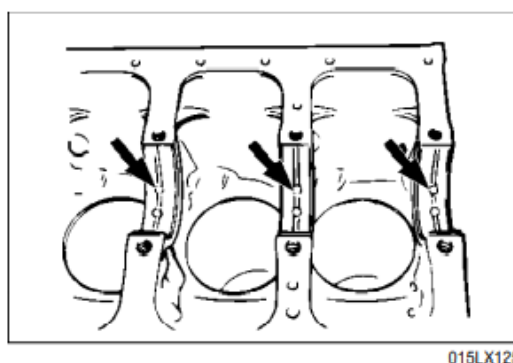
Armado

Paso 1. Instalación de camisas.

- Se procede a limpiar muy bien con aire comprimido y diésel la parte interna de los cilindros.
- La camisa debe estar limpia libre de materiales extraños antes de ser instaladas.
- Aplicando fuerza se introduce las camisas en el cilindro, las camisas deben estar lubricada para facilitar su instalación.
- Tómese en cuenta que la camisa está correctamente instalada verificando que esta no este sobresaliendo del block.

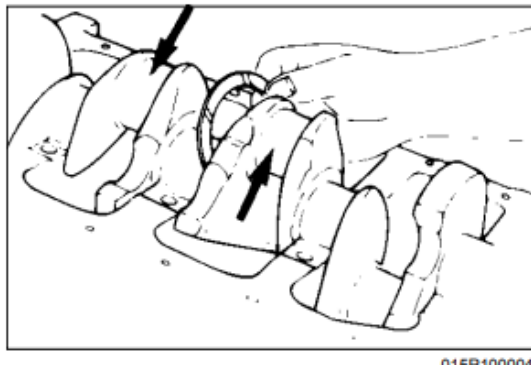
Paso 2. Instalación de chaquetas o medias lunas y empujadores.

- Colocar lubricante en el empujador, este debe ser instalado antes del árbol de levas.
- Una vez colocado los empujadores se procede a incorporar al block las chaquetas, para esto se identificó las marcas de posición y se lubricaron para su colocación.



**Figura 2.13** Cojinetes de bancada  
(Chevrolet, 2011)

- Lubricar con abundante aceite los muñones del cigüeñal y en las superficies de contacto para colocar el cigüeñal.
- Una vez instalado el cigüeñal colocar las chaquetas de empuje del cigüeñal tomando en cuenta que las ranuras de aceite deben quedar hacia las caras de deslizamiento.
- Con el cigüeñal y chaquetas ya montado se procede a montar las tapas de las chaquetas tomando en cuenta las marcas de sus cabezas que deben estar hacia la parte frontal del motor y las tapas deben tener su dirección hacia arriba.
- Lubricar los pernos de las tapas y se dio el par de torque de 167 N m con el orden especificado por el fabricante.
- Con el cigüeñal ya con su apriete especificado se giró verificando que este gire suavemente.



**Figura 2.14** Posición de medias lunas en el cigüeñal  
(Chevrolet, 2011)

#### 2.7.4 Incorporación de pistones, árbol de levas y surtidor de aceite del pistón

Piezas intervenir

- Pistón
  - Árbol de levas
  - Surtidor de aceite de refrigeración de pistón
- Paso 1. Colocar refrigerante en el motor.
- Colocar el distribuidor de aceite en el cuerpo del cilindro apretando los pernos con el apriete de 19 N m.

- Lubricar muy bien el pistón y con la ayuda de una prensa rines se monta los pistones dando a estos un apriete de 78 – 88 N m en los muñones de las bielas.
- Una vez instalado el árbol de levas correctamente lubricado se lo colocara en el bloque motor se debe tener cuidado de no dañar cada rodamiento del árbol de levas.

Paso 2. Bomba de aceite.

- Instalar la bomba de aceite en el block y dar un apriete de 19 N m cuidando en no dañar las juntas teóricas de la bomba.

### **2.7.5 Montaje de cárter y volante de inercia**

Piezas a intervenir

- Cárter
- Empaque
- Chapa trasera
- Volante de inercia

Paso 1. Montaje de cárter

- Limpiar muy bien el cárter que se encuentre sin partes de aceite para colocar una fina capa de silicón entre el empaque y el cárter.
- Alinear el cárter con el block y colocar los pernos dándoles a cada uno de ellos un torque de 19N m

Paso 2. Montaje de chapa trasera y volante de inercia.

- Proceder a alinear la chapa con las clavijas y dar un torque de 82 N m
- Lubricar los pernos de volante de inercia y con el volante motor alineado e introducir los pernos y dando un torque de 118 N m

### **2.7.6 Sistema de distribución**

Partes a intervenir

- Engranaje intermedio A
- Engranaje intermedio B
- Engranaje de bomba de inyección
- Engranaje de cigüeñal

- Engranaje de árbol de levas
- Engranaje de bomba de agua

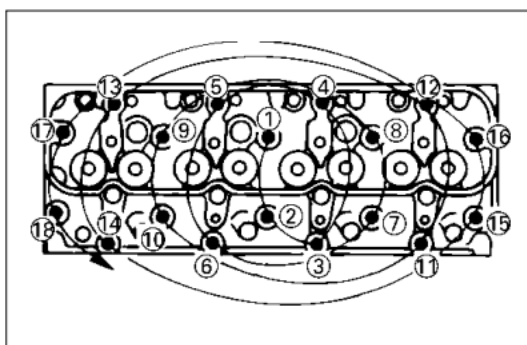
### 2.7.7 Unión de cabezote y bloque motor

Partes a intervenir

- Cabezote
- Empaque
- Block

Paso 1. Unión de cabezote y block.

- Colocar spray adherente en el empaque de forma uniforme.
- Alinear el empaque con el block y montar el cabezote.
- Una vez alineados con los pernos lubricados los introducir y dar un par de apriete
- Los pernos de la culata deben ser apretados e tres pasos con el método de apriete angular.



011LX073

**Figura 2.15** Orden de apriete de cabezote/Culata  
(Chevrolet, 2011)

### 2.7.8 Montajes de balancines y ajuste de juego de válvulas

Partes a intervenir.

- Eje de balancines
- Válvulas

Paso 1 montaje de eje de balancines y balancín.

- Colocar el eje de balancines sobre el cabezote

- Apretar los tornillos del eje de balancines de adentro hacia afuera
- Dar un torque de 54 N m
- Con la ayuda de la galga de espesores de número 0.4 mm se procede a reglar el juego entre la válvula y el balancín

### **2.7.9 Cubierta de culata o cabezote**

Partes a intervenir.

- Tapa válvulas
- Empaque
- Aceite

Paso 1 Montaje de tapa válvulas.

- Colocar aceite en el eje de balancines
- Colocar una fina capa de silicón y sobre ella el empaque
- En la tapa válvulas se colocar una fina capa de silicón y se coloca sobre el empaque verificando que esta genere una correcta junta entre el cabezote, empaque y tapa válvulas verificando que no exista áreas flojas.
- Colocar los pernos con un apriete de 13 N m

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Árbol de levas



**Figura 3.1** Árbol de levas

El árbol de levas es muy importante para la apertura y cierre de las válvulas por esa razón se deben realizar cuatro pruebas para verificar su estado funcional, se realiza pruebas de medidas del diámetro del muñón, altura de las levas, descentramiento de levas y diámetro de cojinete de levas.

##### 3.1.1 DIÁMETRO DE MUÑÓN DE ÁRBOL DE LEVAS



**Figura 3.2** Medición de muñón de árbol de levas



En la tabla 3.1 Con la inspección se resolvió que el muñón de levas no sufría ningún desperfecto como rayones torceduras y roturas, con la ayuda de un micrómetro se pudo asegurar que los valores resultantes del diámetro del muñón es de 49.903 mm estando dentro de los parámetros especificados por el fabricante, estos valores nos permite asegurar su correcto funcionamiento ya que si se encuentran por encima del límite generaran juegos axiales, provocando así que descienda la eficiencia del motor.

**Tabla 3.1** Diámetro de muñón de árbol de levas

Valor obtenido	Estándar	Límite
49.903 mm	49.945-49.975 mm	49.60 mm

### 3.1.2 ALTURA DE LEVAS



**Figura 3.3** Altura de la leva

La tabla 3.2 Se puede observar que las levas se encuentra en buen estado procediendo a realizar las medidas con la ayuda del micrómetro corroborando que la altura de la leva están entre los rangos especificados habiendo una diferencia de leva y leva de 0.001 mm esta se encuentra apto y permite seguir con la siguiente prueba, si llegase a sobrepasar los límites establecidos por el fabricante 41.65 mm podremos obtener problemas con el reglaje o calado de motor como también si esta sobrepasa el estándar de medida 42.016 mm, generando problemas en la apertura y cierre de válvulas ya que estas tardaran menos o más tiempo en abrir o cerrar produciendo ruidos, vibraciones, perdidas de compresión o generar choque de válvulas.

**Tabla 3.2** Altura de levas

Valor obtenido		Estándar	Límite
1	42.011	42.016 mm	41.65 mm
2	42.012		
3	42.011		
4	42.012		
5	42.012		
6	42.011		
7	42.012		
8	42.011		

### 3.1.3 DIÁMETRO DE COJINETE DE LEVAS

La tabla 3.3 indican los valores del juego entre el muñón y el cojinete se encuentran dentro de los parámetros siendo esta 50,03 mm, está por seguridad se recomienda ser reemplazada ya que su objetivo es reducir la fricción para así salvaguardar la vida que se puede utilizar el árbol de levas.

**Tabla 3.3** Diámetro de cojinete de levas

Valor obtenido	Estándar	Límite
50,03mm	50.00-50.03 mm	50.08mm

El árbol de levas al cumplir con las medidas establecidas por el fabricante se toma la decisión de utilizar el mismo y no realizar ningún trabajo de ratificación ya que este no es muy recomendable realizar trabajos de rectificación ya que variara el ángulo de apertura de las válvulas, por seguridad se cambia los bocines donde este va asentado para así asegurar su vida útil.

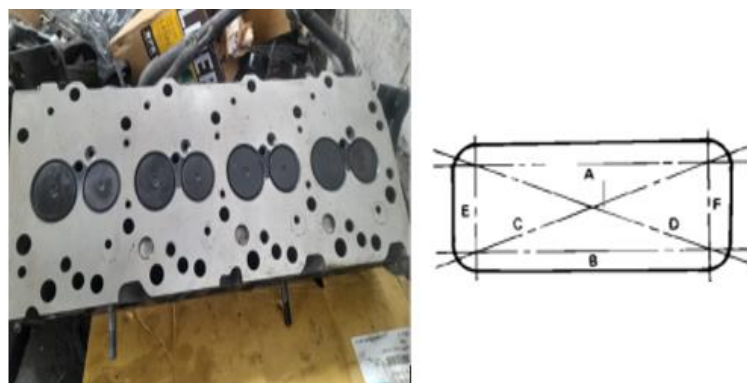
## 3.2 Culata



**Figura 3.4** Culata motor

Mantener las medidas exactas en la culata permite que el contacto entre la cara de la culata y la cara del bloque motor sea ideal impidiendo que el aceite y el anticongelante se mesclen permitiendo que los sistemas de lubricación y refrigeración tengan un óptimo funcionamiento, con la rectificación de estas partes obtendrá como resultado el aumento de compresión y por la misma razón se aumenta la potencia del mismo. La culata abarca todos los mecanismos para que realicen sus funciones las válvulas tanto las de admisión como las de escape en esta pieza que se deben verificar las deformaciones o torceduras de la cara superior de la culata como también de las caras donde se fija el colector de admisión y el colector de escape.

### 3.2.1 DEFORMACIÓN DE CARA SUPERIOR DE CULATA



**Figura 3.5** Toma de medidas de culata

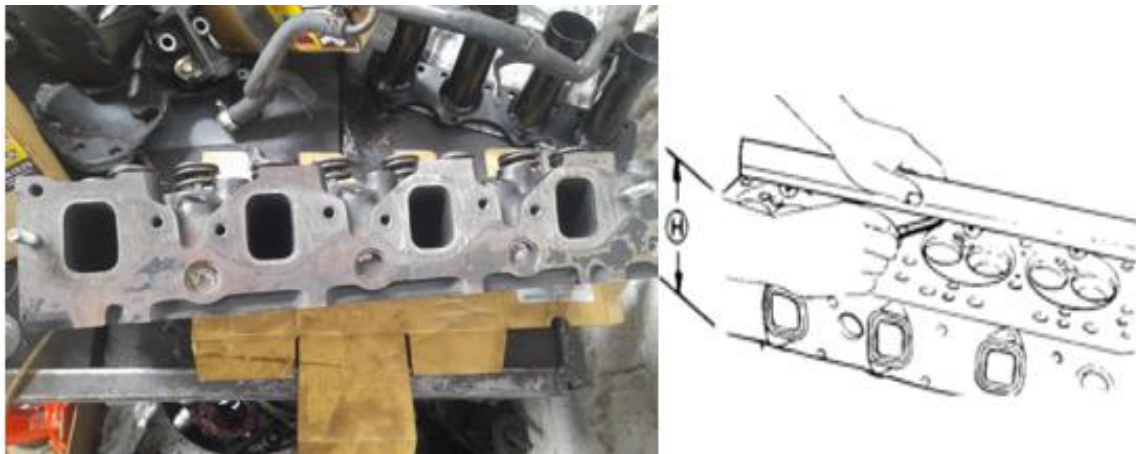
Como se puede observar en la tabla 3.4 los valores que se obtiene en la cara superior de la culata se encuentran pandeados esto se debe a un recalentamiento de motor, se puede notar una amplia holgura en el centro de la culata ya que en el centro es donde se concentra el mayor sobrecalentamiento y esto lleva a que la culata se pandee. La solución para esto es rectificar ya que si no se rectifica el empaque no asentara bien y generara pérdidas de compresión provocando que la compresión se escape de cilindro a cilindro.

En motores diésel no es recomendable rectificar la culata esto debido a que al rectificar se disminuye el área del cilindro minimizando así el espacio para que ingrese la mezcla aire combustible, tomando en cuenta que estos motores manejan elevadas presiones no es recomendable reducir la cámara mediante la rectificación.

**Tabla 3.4** Deformación de cara superior de culata

Valor obtenido		Valor estándar	Valor límite
A	0.18mm	0.05 mm	0.20 mm
B	0.20 mm		
C	0.15 mm		
D	0.15 mm		
E	0.07 mm		
F	0.05 mm		

### 3.2.2 VALORES FINALES POSTERIORES A LA RECTIFICACIÓN



**Figura 3.6** Toma de medidas finales

En la tabla 3.5 Una vez sometido a la rectificación las partes planas del cabezote volvieron a retomar las medidas de planitud estándar como específica el fabricante manteniendo así los parámetros, la altura del cabezote se redujo esto debido al mecanizado de la cara superior reduciendo también las cámaras de combustión y aumentando la compresión del motor.

La rectificación del cabezote es recomendable realizarse respetando las tolerancias para que este no sufra alteraciones en la relación de compresión al reducir la cámara de combustión si no se respeta estos parámetros es recomendable no rectificar.

**Tabla 3.5** Valores finales posteriores a la rectificación

Sección	Medida final
Cara superior	0.05 mm
Altura	91.89 mm

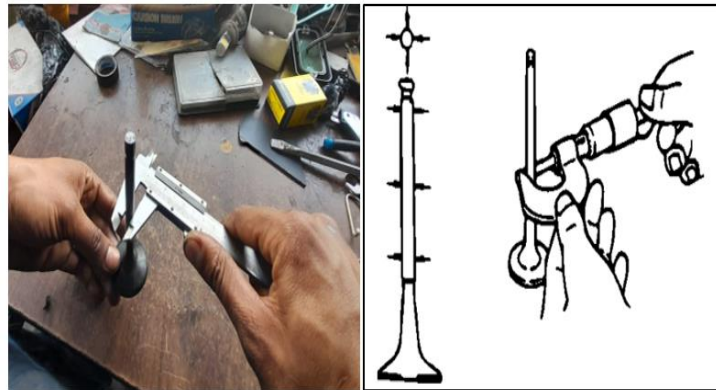
### 3.3 Válvulas



**Figura 3.7** Montaje de válvulas en la culata

Las válvulas de admisión y escape son las encargadas de retener la compresión que existe dentro del cilindro como también la alimentación de mezcla aire-combustible y la liberación de gases de escape. Unas válvulas en mal estado generan revoluciones intermitentes, es así que sustituyendo y realizando un buen asentado ganamos potencia en el motor ya que no tenemos pérdidas de compresión.

### 3.3.1 Diámetro exterior de vástago de la válvula



**Figura 3.8** Toma de medida de diámetro de vástago de válvula

Los valores que se describen en la tabla 3.6 es el juego entre el vástago y el diámetro interior de la guía esta no debe sobrepasar los valores establecidos por el fabricante ya que si este valor es superior al límite establecido las válvulas pueden estar presentando desgaste y estas deberán ser reemplazadas esta medición se realiza en el punto intermedio del vástago.

El juego entre la guía no debe ser demasiado grande ni pequeño ya que si este sobrepasa los límites genera carbonizaciones en la guía del vástago dificultando así la apertura de la válvula y cierre de la misma generando sobrecalentamientos, como también si el juego que presenta el vástago y el juego que presenta la guía es muy estrecho sobrepasando los valores estándar esta dificulta el movimiento generando un gripado en el vástago de la guía produciendo daños como sobrecalentamiento en el asiento.

En este caso se observa una variación mínima en el diámetro del vástago estas medidas se encuentran entre 7.946 – 7.880 mm valores que exige el fabricante siendo estas aptas para el uso.

**Tabla 3.6** Diámetro exterior de vástago

Cilindro	V. admisión	V. escape	Estándar	Límite
1	7.951 mm	7.932 mm	7.946 mm	7.880 mm
2	7.943 mm	7.931 mm		
3	7.942 mm	9.933 mm		
4	7.951mm	7.932 mm		

### 3.3.2 Grosor de válvula



**Figura 3.9** Toma de medida grosor cabeza de válvula

Los valores que describe la tabla 3.7 son valores del grosor estos valores se encuentran 1.31mm – 1.36 mm si estos valores fuesen menores a los establecidos por el fabricante, si estos valores fuesen menores al límite se tiene un riesgo de roturas en la ceja de la válvula generando pérdidas de compresión ya que estas no tendrían un correcto sellado.

**Tabla 3.7** Medidas Grosor cabeza de válvulas

Cilindro	V. admisión	V. escape	Estándar	Límite
1	1.34 mm	1.35 mm	1.36 mm	1.1 mm
2	1.31 mm	1.36 mm		
3	1.33 mm	1.36 mm		
4	1.32 mm	1.36 mm		

### 3.3.3 Medidas de muelle de válvulas



**Figura 3.10** Pruebas de muelles

Los muelles son muy importantes para el funcionamiento de las válvulas ya que son los encargados de generar la fuerza para el cierre de cada una de las válvulas, para ellos se realizan dos tipos de pruebas, la prueba de altura de muelle y la altura de cuadratura de muelle.

Los valores que se describe en la tabla 3.8 son valores obtenidos de altura de cada uno de los muelles, esta prueba es muy importante ya que si el valor fuese 46 mm este puede afectar al cierre de las válvulas pudiendo con esto destruir las válvulas ya que estas pueden golpear con los pistones limitando también las RPM, en este se observa que todos los muelles se encuentran dentro de los parámetros de funcionamiento oscilando estos valores entre 47.83 mm – 47.93 mm siendo el valor estándar 48 mm y el límite 47.1mm .

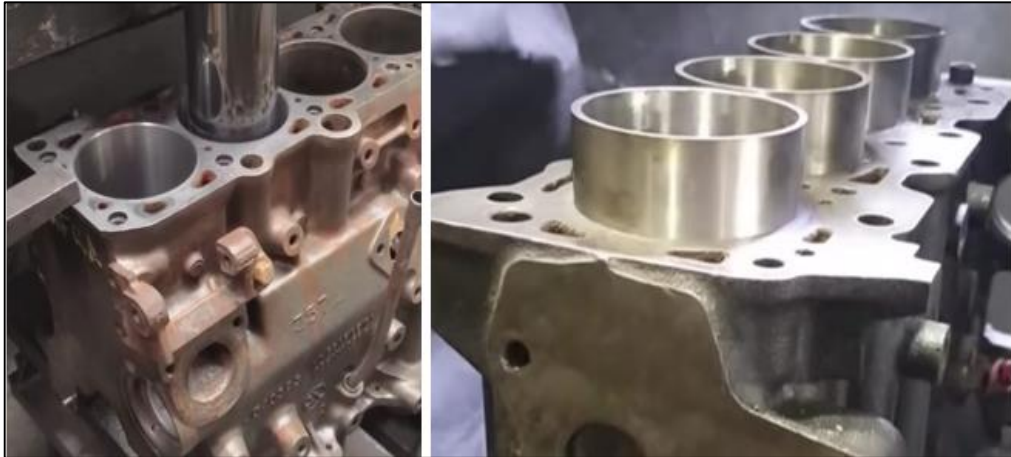
**Tabla 3.8** Prueba de altura de muelle

Valores de Prueba			
Muelle	Valor estándar	Valor límite	Valor muelle
1	48 mm	47.1 mm	47.93 mm
2	48 mm	47.1 mm	47.88 mm
3	48 mm	47.1 mm	47.84 mm
4	48 mm	47.1 mm	47.95 mm



5	48 mm	47.1 mm	47.83 mm
6	48 mm	47.1 mm	47.91 mm
7	48 mm	47.1 mm	47.89 mm
8	48 mm	47.1 mm	47.94 mm

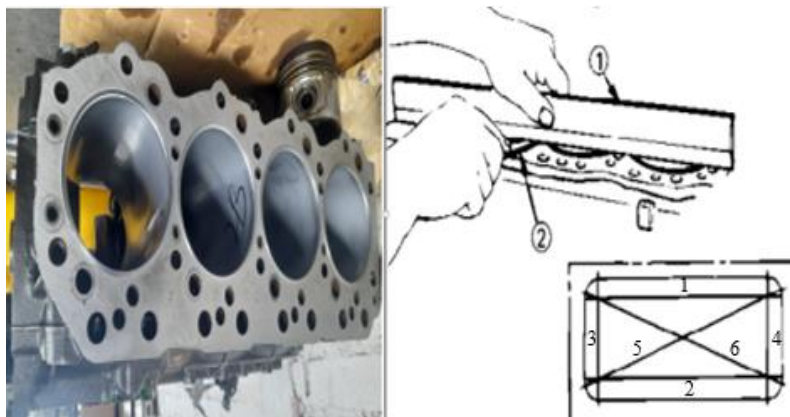
### 3.4 Bloque del motor



**Figura 3.11** Encamisado de cilindros

Las camisas en correcto estado permiten que el pistón realice su carrera, estas permiten un deslizamiento adecuado del pistón sin fugas de presión y lubricación, permitiendo retener una fina película de aceite sobre su superficie interna protegiendo al pistón de generar desgastes.

### 3.4.2 DEFORMACIÓN DE LA CARA SUPERIOR DEL BLOQUE MOTOR



**Figura 3.12** Medición de block

Los valores descritos en la tabla 3.9 son valores que se obtuvieron en la cara plana del bloque motor encontrándose estos dentro de los valores que indica el fabricante, pero debido a que los valores no son iguales en los diferentes puntos se procedió a rectificar dejando, así como resultado 0.05 mm en toda la parte plana del bloque garantizando un correcto contacto entre el empaque y la culata evitando así fugas de presión, ya que si este no es homogéneo este puede sufrir fugas de aceite y futuros recalentamientos.

**Tabla 3.9** Deformación de la cara superior del Bloque motor

Valor obtenido		Valor estándar	Valor final	V. rectificado
1	0.09	0.05 mm	0.20 mm	0.05 mm
2	0.07			0.05 mm
3	0.07			0.05 mm
4	0.12			0.05 mm
5	0.09			0.05 mm
6	0.09			0.05 mm

### 3.4.3 MEDICIÓN DIÁMETRO INTERNO DE LA CAMISA DEL CILINDRO



**Figura 3.13** Medición de block

Los datos expuestos en la tabla 3.10 son valores de las camisas, estas superan a los límites y al ser del tipo cromado no se puede rectificar ni pulir ya que se encontraba rayado, es por eso que se tomó la decisión de reemplazar las 4 camisas a su valor estándar que es de 95.40 mm, si las camisas no son sustituidas estas generarán ralladuras en los pistones como también pérdidas de compresión y lubricación.

**Tabla 3.10** Medición del diámetro interno de la camisa del cilindro

Cilindro 1	Valor obtenido	Valor estándar	Valor límite
Calibre de camisas de cilindro	95.50 mm	95.40mm	95.48 mm
Cilindro 2			
Calibre de camisas de cilindro	97.00 mm		
Cilindro 3			
Calibre de camisas de cilindro	97.04 mm		
Cilindro 4			
Calibre de camisas de cilindro	93.03 mm		

### 3.5 Segmentos de pistón (rines)



**Figura 3.14** Preparación de pistones

El correcto estado de estos elementos permite que no exista fugas de compresión dentro del cilindro en el instante de la compresión de la mezcla del aire con el combustible, un pistón en mal estado genera pérdidas de potencia, por lo cual al colocar rines y pistones nuevos aumenta la potencia en el motor, se debe tomar en cuenta que los rines no deben estar alineados hacia el recto del bulón ya que esto genera cargas axiales y con ello vendrán futuros daños.

#### 3.5.2 SEPARACIÓN DE SEGMENTOS DE PISTÓN



**Figura 3.15** Separación de segmentos

Se describe en la tabla 3.11 valores que son los obtenidos entre el segmento y el pistón estos se encuentran en el límite del valor permisible, estos valores deben tener mucha precisión ya que de esto dependerá un buen funcionamiento del motor, la luz de aceite o separación de los segmentos debe tener aproximadamente 0.004 inch por cada inch de diámetro de cilindro, el segundo anillo puede tener la misma o un poco más la separación de luz de aceite siempre se debe tomar como referencia la separación del primer anillo, la separación exacta de cada anillo la información exacta dará el manual de fabricante, los anillos de este motor se cambiaron ya que este se cambió a camisas estándar y los pistones con los anillos de segmento se encontraban con rayones.

**Tabla 3.11** Separación de segmentos de pistón

Pistón 1	Valor obtenido	Valor final	Valor estándar	Valor límite
1er anillo compresión	1.7 mm	0.5 mm	0.3 -0.5 mm	1.5 mm
2do anillo compresión	1.3 mm	0.8 mm		
Segmento de lubricación	1.1 mm	0.5 mm		
Pistón 2				
1er anillo compresión	1.6 mm	0.5 mm	0.3 – 0.5 mm	1.5 mm
2do anillo compresión	1.3 mm	0.8 mm		
Segmento de lubricación	1.0 mm	0.5 mm		
Pistón 3				
1er anillo compresión	1.0 mm	0.5 mm	0.3-0.5 mm	1.5 mm
2do anillo compresión	1.4 mm	0.8 mm		
Segmento de lubricación	1.0 mm	0.5 mm		
Pistón 4				
1er anillo compresión	1.3 mm	0.5 mm	0.03-0.5 mm	1.5 mm
2do anillo compresión	1.7 mm	0.8 mm		
Segmento de lubricación	0.9 mm	0.5 mm		

### 3.5.3 JUEGO DE SEGMENTOS

Los valores expuestos en la tabla 3.12 son las holguras de los segmentos de los pistones estas se encuentran en los límites dados por el fabricante esta holgura debe ser muy controlada debido a que esta es la que controla el paso de aceite que lubricara el pistón al realizar la carrera del PMI-PMS, la holgura de los segmentos al igual que la separación se colocó a la medida estándar dadas por el fabricante si estas exceden los límites provocaran un consumo excesivo de aceite, una mala aceleración y un deficiente rendimiento del vehículo.

**Tabla 3.12** Juego de segmentos

Pistón 1	Valor obtenido	Valor final	Valor estándar	Valor límite
1er anillo compresión	0,17 mm	0.09 mm	0.09-0.125 mm	0.15 mm
2do anillo compresión	0.11 mm	0.09 mm		
Segmento de lubricación	0.13 mm	0.09 mm		
Pistón 2				
1er anillo compresión	0.15mm	0.09 mm	0.09-0.125 mm	0.15 mm
2do anillo compresión	0.9 mm	0.09 mm		
Segmento de lubricación	0.11 mm	0.09 mm		
Pistón 3				
1er anillo compresión	0.16 mm	0.09 mm	0.09-0.125 mm	0.15 mm
2do anillo compresión	0.9 mm	0.09 mm		
2do anillo compresión	0.15 mm	0.09 mm		
Pistón 4				
1er anillo compresión	0.15 mm	0.09 mm	0.09-0.125 mm	0.15 mm
2do anillo compresión	0.11 mm	0.09 mm		
2do anillo compresión	0,11 mm	0.09 mm		

Debido a que los anillos se encuentran al límite de los establecidos por el fabricante estos se procede a ser reemplazados por rines nuevos para así asegurar un correcto trabajo, una correcta lubricación como también evitar fuga de compresiones.

### 3.5.4 DIÁMETRO DEL BULÓN DEL PISTÓN



**Figura 3.16** Toma de medidas bulón

Los valores que se describe en la tabla 3.13 son valores que están dentro de los límites, estos pueden ser reutilizados nuevamente, pero estos bulones presentan rayones por lo cual se recomienda reemplazar, estos rayones en los bulones pueden deberse a sobrecargas producidas por problemas en la combustión o partículas extrañas que se encuentren dentro del cilindro como también por una mala lubricación.

**Tabla 3.13** Diámetro del bulón del pistón

	Valor obtenido	Valor final	Valor estándar	Valor límite
Pistón 1	30.985	31.000 mm	30.985-31.000 mm	30.995 mm
Pistón 2	30.97	31.000 mm		
Pistón 3	30.98	31.000 mm		
Pistón 4	30.98	31.000 mm		

### 3.5.5 DIÁMETROS DEL PISTÓN



**Figura 3.17** Diámetro de pistón

Los valores expuestos en la tabla 3.14 son valores obtenidos que se encuentran fuera de los valores límites por lo cual estos deben ser reemplazados, los pistones presentan ralladuras por falta de lubricación y al encontrarnos con el bulón con rayones lo que nos hace pensar que este tubo cargas excesivas y falta de lubricación en el cilindro.

La holgura es un espacio ideal el cual permite el paso de aceite justo para realizar la lubricación en las partes con fricción, pero hay que tener mucho cuidado ya que un exceso de holgura de pistón nos producirá golpeteos.

**Tabla 3.14** Diámetros del pistón

Pistón 1	
Diámetro de bulón de pistón	30.99 mm
Agujero de eje de pistón	31.011 mm
Holgura de eje de pistón	0.09 mm
Pistón 2	
Diámetro de bulón de pistón	30. 99 mm
Agujero de eje de pistón	31.002 mm



Holgura de eje de pistón	0.011 mm
Pistón 3	
Diámetro de bulón de pistón	30.93 mm
Agujero de eje de pistón	31.000 mm
Holgura de eje de pistón	0.009 mm
Pistón 4	
Diámetro de bulón de pistón	30.96 mm
Agujero de eje de pistón	31.005 mm
Holgura de eje de pistón	0.08

### 3.6 Bielas



**Figura 3.18** Prueba de medidas de la biela

Las bielas son las encargadas de transferir el movimiento lineal que genera el pistón y llevarlo transformado como movimiento rotativo al cigüeñal por esta razón es fundamental que su estado esté en óptimas condiciones para un funcionamiento eficiente del motor.

### 3.6.2 DIÁMETRO INTERIOR DEL MUÑÓN DE BIELA – CIGÜEÑAL



**Figura 3.19** Toma de medida del diámetro interior del muñón de biela – cigüeñal

En la tabla 3.15 se observa que todas las bielas se encuentran dentro de los parámetros que indica el manual, en el caso de la segunda y tercera biela se mira que tienen un mayor diámetro en comparación a la primera y cuarta biela, esto se da debido al desgaste que genera la fuerza que recibe del pistón y por la falta de lubricación, si el desgaste sobrepasa el valor límite puede generar golpeteo y vibración excesiva del motor por este motivo la biela debe ser remplazada.

**Tabla 3.15** Diámetro interior muñón de biela – cigüeñal

Valores de prueba			
Biela	Valor estándar	Valor límite	Valor Biela
1	54.9 a 54.95 mm	53 mm	54.91 mm
2	54.9 a 54.95 mm	53 mm	54.93 mm
3	54.9 a 54.95 mm	53 mm	54.92 mm
4	54.9 a 54.95 mm	53 mm	54.91 mm

### 3.6.3 DIÁMETRO INTERIOR BIELA - BULÓN



**Figura 3.20** Toma de medida del diámetro interior biela - bulón

La tabla 3.16 indica los diámetros interiores del orificio donde se ubica el bulón del pistón de cada una de las bielas, se mira que todas las bielas se encuentran dentro de los valores estándar que indica el manual, esta prueba indica el desgaste que se genera por el uso de las piezas, si el desgaste sobrepasa los parámetros debe ser remplazada las bielas, una vez realizada las pruebas indica que las bielas están en buenas condiciones para seguir con su uso y no deben ser remplazadas.

**Tabla 3.16** Diámetro interior biela - bulón

Valores de prueba			
Biela	Valor estándar	Valor límite	Valor Biela
1	31 a 31.05 mm	31.1 mm	31.011 mm
2	31 a 31.05 mm	31.1 mm	31.002 mm
3	31 a 31.05 mm	31.1 mm	31.000 mm
4	31 a 31.05 mm	31.1 mm	31.001 mm

### 3.7 Cigüeñal



**Figura 3.21** Pulida y balanceo de cigüeñal

El correcto equilibrio del cigüeñal es una parte esencial para que tenga un excelente desempeño ya que de esta manera su masa se encuentra distribuida uniformemente alrededor de su eje, así se evita vibraciones excesivas al momento del giro las cuales producen cascabeleo y por ellos pérdidas de potencia y desgaste en los muñones del cigüeñal y bielas, para evitar estas fallas se realiza el trabajo de pulida y balanceo en la rectificadora, tener un cigüeñal correctamente balanceado y pulido permite obtener mayor potencia y una aceleración fina y más estable.

#### 3.7.2 DIÁMETRO DEL MUÑÓN CIGÜEÑAL – BLOCK



**Figura 3.22** Diámetro del muñón cigüeñal – bloque motor

De la tabla 3.17 se indica los valores del diámetro de los cinco muñones del cigüeñal – bloque motor estos valores deben estar dentro de los parámetros y no sobrepasar el valor límite ya que causan fallas como golpeteo y vibraciones afectando el desempeño del motor, si los valores obtenidos sobrepasan el valor límite es recomendable realizar el cambio del cigüeñal ya que en este tipo de cigüeñales no se puede realizar trabajos de rectificación, en este caso las medidas están dentro de los parámetros y no se encuentran irregularidades en los muñones como rayones o picaduras.

**Tabla 3.17** Diámetro del muñón cigüeñal – block

	Valor obtenido	Valor estándar	Valor límite
Muñón 1	69.919 mm	69.917-69.932 mm	69.91 mm
Muñón 2	69.922 mm		
Muñón 3	69.921 mm		
Muñón 4	69.919 mm		
Muñón 5	69.921 mm		

### 3.7.3 DIÁMETRO DE MUÑÓN CIGÜEÑAL – BIELA



**Figura 3.23** Diámetro de muñón cigüeñal – biela

La tabla 3.18 indica los valores del diámetro del muñón cigüeñal – biela, estos valores se encuentran dentro de los parámetros de funcionamiento y dentro del valor límite, si los valores se encontraran fuera de rango y sobrepasaran el valor límite el cigüeñal debe ser

reemplazado ya que el desgaste excesivo de los muñones genera un juego entre el cigüeñal y las bielas y esto produce golpeteo y que el pistón no complete la carrera de funcionamiento normal, en este caso el cigüeñal está dentro de todos los parámetros y no debe ser reemplazado.

**Tabla 3.18** Diámetro de muñón cigüeñal – biela

	Valor obtenido	Valor estándar	Valor límite
Muñón 1	52.26 mm	52.915 a 52.930 mm	52,9 mm
Muñón 2	52.23 mm		
Muñón 3	52.24 mm		
Muñón 4	52.26 mm		

### 3.8 Bomba inyectora



**Figura 3.24** Bomba de Inyección VP44 BOSCH

La bomba de inyección es la que se encarga de proveer combustible desde el tanque de combustible y distribuir a alta presión hacia los inyectores, esta bomba es de tipo radial y cuenta con módulo electrónico, sensor del ángulo de rotación, electroválvula de regulación del avance y electroválvula de inicio y corte de inyección en conjunto se encargan de controlar el caudal de inyección, el avance de inyección y supervisar las funciones de la bomba, estas deben ser revisadas y calibradas en laboratorios diésel especializados. La tabla 3.19 indica las características de la bomba de inyección diésel tipo VP44.

**Tabla 3.19** Datos de bomba de inyección VP44

Bomba de inyección VP44	
Tipo de bomba	Bomba rotativa de émbolos radiales
Control electrónico	Modulo electrónico, sensor del ángulo de rotación, electroválvula de regulación del avance y electroválvula de inicio y corte de inyección
Distribución	Piñones
Alimentación de combustible	Bomba de paletas
Presión de operación	De 800 a 1200 bares
Presión de inyección	180 bares

### 3.9 Termostato

#### 3.9.1 VALORES DE INICIO APERTURA DEL TERMOSTATO



**Figura 3.25** Termostato Motor Isuzu 4JH1 (nuevo - usado), Prueba apertura de termostato

Para comprobar el funcionamiento del termostato se realiza una prueba práctica que consiste en sumergir el termostato en un recipiente lleno de refrigerante expuesto al calor, conforme el refrigerante va aumentando su temperatura se verifica con un termómetro, se observa la temperatura que el termostato empieza a abrirse y la temperatura que el termostato se abre totalmente, la tabla 3.20 tiene los valores obtenidos en la prueba realizada, indica que el termostato usado inicio su apertura a una temperatura de 97° C estando fuera de los

parámetros indicados por el manual, el termostato fue remplazado por uno nuevo que inicio su apertura a una temperatura de 82° C comprobado que se encuentra dentro de los parámetros de funcionamiento, se realiza el remplazo de termostato tomando en cuenta que el termostato antiguo excede la temperatura de apertura y esto puede generar que el motor sufra de recalentamiento, ya que mientras más tarde en abrirse el termostato no existe circulación del refrigerante y por ello el motor no puede refrigerarse.

**Tabla 3.20** Valores de inicio apertura del termostato

Temperatura del refrigerante		
Temperatura indicada por el manual	Temperatura termostato usado	Temperatura termostato nuevo
80 a 84 °C	97 °C	82 °C

### 3.9.2 VALORES DE APERTURA TOTAL DEL TERMOSTATO



**Figura 3.26** Prueba apertura de termostato

La tabla 3.21 indica que la temperatura de apertura total del termostato antiguo es de 105° C sobrepasando los valores que indica el manual, comparando con el termostato nuevo tiene una temperatura de apertura total de 94°C estando dentro de los valores que nos indica el manual por esta razón el termostato fue remplazado.



**Tabla 3.21** Valores de apertura total del termostato

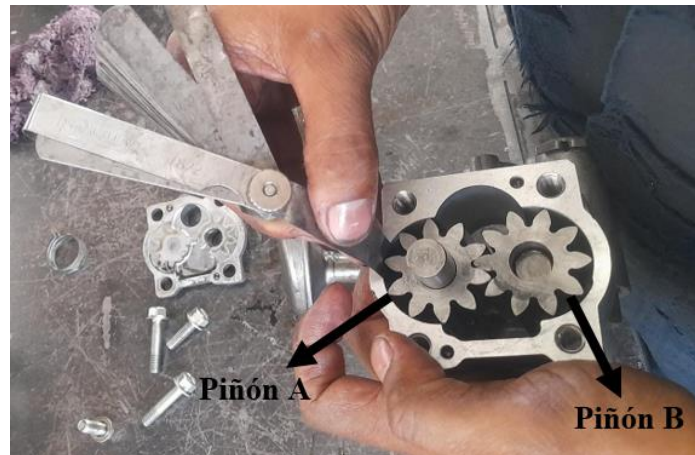
Temperatura del refrigerante		
Temperatura indicada por el manual	Temperatura termostato usado	Temperatura termostato nuevo
93 a 97 °C	105 °C	94 °C

### 3.10 Bomba de aceite

**Figura 3.27** Bomba de aceite motor Isuzu 4JH1

Tenemos dos pruebas que se realizaron a la bomba de aceite para verificar su funcionamiento y resolver el estado de la misma, estas pruebas consisten en verificar el espacio existente entre el dentado del piñón A y el cuerpo interior lateral de la bomba, entre el dentado del piñón B y el cuerpo interior lateral de la bomba estas dos pruebas se la realizan con galgas de espesores para verificar las medidas.

### 3.10.1 TOMA DE MEDIDAS PIÑÓN A



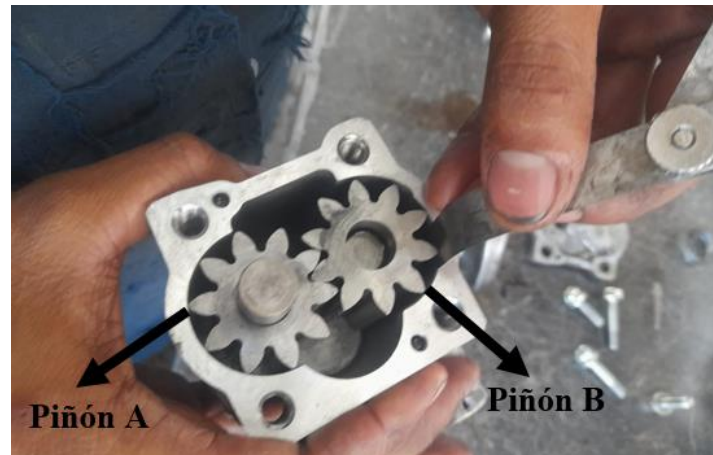
**Figura 3.28** Toma de medidas piñón A

La tabla 3.22 indica valores obtenidos del piñón A de la bomba de aceite usada y estos sobrepasan el valor estándar al igual que el valor límite de funcionamiento, este tipo de desgaste se genera por no realizar los cambios de aceite al tiempo necesario y dejar que el motor opere con falta de aceite lo que produce que la bomba de aceite en momentos tenga un rose directo de metal con metal y esto genere el desgaste en la bomba de aceite, por este motivo la bomba no generaba la suficiente presión para la correcta lubricación del motor lo que lleva a daños más graves en las piezas móviles del motor.

**Tabla 3.22** Valores desgaste existente entre el piñón A y el cuerpo interior lateral de la bomba de aceite

Valores de desgaste			
Valor estándar	Valor límite	Valor pieza usada	Valor pieza nueva
0.14 mm	0.20 mm	0.24 mm	0.14 mm

### 3.10.2 TOMA DE MEDIDAS PIÑÓN B



**Figura 3.29** Toma de medidas piñón B

En la tabla 3.23 se mira el valor de la pieza antigua con una medida de 0.25mm, con esta medida entendemos que presenta un desgaste excesivo y sobrepasa el valor límite indicado por el manual por esta razón este piñón no podía seguir en funcionamiento, debido al desgaste de las piezas se reemplazó toda la bomba de aceite por una nueva.

**Tabla 3.23** Valores desgaste existente entre el piñón B y el cuerpo interior lateral de la bomba de aceite

Valores de desgaste			
Valor estándar	Valor límite	Valor pieza usada	Valor pieza nueva
0.14 mm	0.20 mm	0.25 mm	0.14 mm

### 3.11 Inyectores



**Figura 3.30** Prueba de Inyectores

Los inyectores son fundamentales para el funcionamiento del motor, se pueden realizar cinco tipos de pruebas a los inyectores, prueba visual de pulverización, prueba de presión de apertura, prueba de estanqueidad, prueba de caída de presión 10 segundos, prueba caída de presión 120 segundos.

#### 3.11.1 PRUEBA VISUAL DE PULVERIZACIÓN



**Figura 3.31** Prueba visual de pulverización

La tabla 3.24 indica la prueba visual de pulverización realizada a los inyectores, donde los principales daños son una mala pulverización producida por el deterioro físico, golpes en las puntas y obstrucción de los orificios, al tener los inyectores con este tipo de fallas genera que no se produzca una correcta pulverización y afecte la combustión o en

casos extremos no se genera la combustión, los daños eran severos y se realizó el cambio de las puntas de los inyectores para obtener una pulverización cónica y buena en cada uno de los inyectores como indica la figura 3.12.

**Tabla 3.24** Prueba visual de pulverización

Estado de prueba		
Inyector	Inyector antiguo	Inyector nuevo
1	Mala pulverización, deterioro físico, goteo	Cónica y buena pulverización
2	No pulveriza, obstrucción de orificios	Cónica y buena pulverización
3	Mala pulverización, goteo	Cónica y buena pulverización
4	Mala pulverización, golpes en la punta	Cónica y buena pulverización

### 3.11.2 PRUEBA DE PRESIÓN DE APERTURA



**Figura 3.32** Calibración de inyectores

La tabla 3.25 indica la prueba de presión de apertura donde tres inyectores tienen una presión por debajo de la presión estándar y uno de los inyectores no realiza la pulverización, una vez cambiados las puntas de los cuatro inyectores se procedió a calibrar dejándolos en una presión de apertura de 180 bares por igual a todos los inyectores, para calibrar a esta presión se utilizó la arandela estándar que viene en cada inyector de una medida de 1.217mm y se adjuntó arandelas de diferentes medidas: 0.10 mm, 0.15 mm dependiendo la necesidad de cada inyector para llegar a la presión de apertura de 180 bares.

**Tabla 3.25** Prueba de presión de apertura

Valores de Prueba				
Inyector	Valor estándar	Valor Inyector antiguo	Valor Inyector calibrado	Arandelas usadas
1	180 a 190 bares	160 bares	180 bares	0.10 mm
2	180 a 190 bares	No pulveriza	180 bares	0.10 mm
3	180 a 190 bares	141 bares	180 bares	0.10mm ; 0.15 mm
4	180 a 190 bares	149 bares	180 bares	0.15 mm

### 3.11.3 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

**Figura 3.33** Prueba de estanqueidad

La tabla 3.26 muestra el estado que presenta cada uno de los cuatro inyectores, en el caso del primero y del tercero presentan goteo, el cuarto tiene una buena estanqueidad y el segundo no pulveriza, una vez realizado el cambio de puntas de cada uno de los inyectores y realizado la calibración de los mismos, los cuatro inyectores presentan una buena estanqueidad sin permitir goteo o fugas.

**Tabla 3.26** Prueba de estanqueidad

Estado de prueba		
Inyector	Inyector antiguo	Inyector nuevo
1	Presenta goteo	Buena estanqueidad
2	No pulveriza	Buena estanqueidad
3	Presenta goteo	Buena estanqueidad
4	Buena estanqueidad	Buena estanqueidad

### 3.11.4 PRUEBA DE CAÍDA DE PRESIÓN 10 SEGUNDOS

La tabla 3.27 indica los valores que generan cada uno de los inyectores al realizarles la prueba de la caída de presión en un tiempo de 10 segundos, estos no deben sobrepasar los 50 bares, en el caso del primer y del tercer inyector sobrepasan los parámetros debido a que no presentan estanqueidad, el cuarto inyector se encuentra dentro de los parámetros y el segundo no pulveriza.

**Tabla 3.27** Prueba de caída de presión 10 segundos

Valores de Prueba				
Inyector	Tiempo	Valor estándar	Valor Inyector antiguo	Valor Inyector nuevo
1	10 segundos	< 50 bares	83 bares	26 bares
2	10 segundos	< 50 bares	No pulveriza	25 bares
3	10 segundos	< 50 bares	75 bares	27 bares
4	10 segundos	< 50 bares	46 bares	26 bares

### 3.11.5 PRUEBA DE CAÍDA DE PRESIÓN 120 SEGUNDOS

La tabla 3.28 indica cada valor obtenido de caída de presión después de 120 segundos, en los inyectores uno y tres perdieron totalmente la presión, en el caso del inyector cuatro se encuentran dentro de los parámetros y el inyector dos no pulveriza, una vez realizado el cambio de las puntas de los inyectores y calibrados se realizaron nuevamente las pruebas donde todos los cuatro inyectores se encuentran dentro de los parámetros de funcionamiento y disminuyeron a comparación de los valores iniciales.

**Tabla 3.28** Prueba de caída de presión 120 segundos

Valores de Prueba				
Inyector	Tiempo	Valor estándar	Valor Inyector antiguo	Valor Inyector nuevo
1	120 segundos	< 150 bares	Caída total de presión	70 bares
2	120 segundos	< 150 bares	No pulveriza	71 bares
3	120 segundos	< 150 bares	Caída total del presión	71 bares
4	120 segundos	< 150 bares	96 bares	72 bares

## 3.12 Bujías de precalentamiento

### 3.12.1 PRUEBA DE RESISTENCIA



**Figura 3.34** Prueba resistencia de bujía de precalentamiento

Las bujías de precalentamientos ayudan a precalentar la cámara de combustión para mejorar el encendido con el motor frío sea más efectivo para ello cuenta con una resistencia que en cuestión de 5 a 10 segundos suben su temperatura hasta ponerse al rojo vivo, se realiza dos pruebas, prueba de resistencia y prueba de tiempo de incandescencia. La tabla 3.29 nos indica la prueba de resistencia donde la primera y la cuarta bujía no presentan resistencia y en el caso de la segunda y tercera presentan una resistencia totalmente menor a los parámetros que indica el manual a comparación de la resistencia de las bujías nuevas que se encuentra dentro de los parámetros de resistencia estándar, dado el caso de contar con bujías defectuosas hace demoroso el arranque cuando el motor está frío y genera un sobre esfuerzo en varias piezas del encendido como el arranque y la batería de energía.

**Tabla 3.29** Prueba de resistencia

Valores de prueba			
Bujía	Resistencia estándar	Bujía antigua	Bujía nueva
1	0.7 a 0.9 ohmios	Sin resistencia	0.8 ohmios
2	0.7 a 0.9 ohmios	0.17 ohmios	0.8 ohmios
3	0.7 a 0.9 ohmios	0.21 ohmios	0.8 ohmios
4	0.7 a 0.9 ohmios	Sin resistencia	0.8 ohmios



### 3.12.2 PRUEBA DE TIEMPO DE INCANDESCENCIA



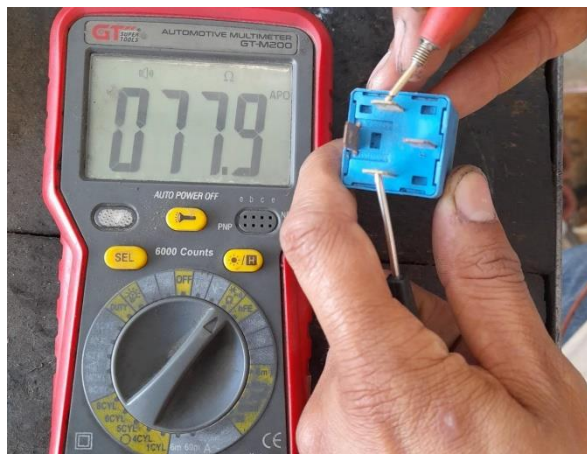
**Figura 3.35** Prueba incandescencia de bujía de precalentamiento

La tabla 3.30 muestra el tiempo que se demora cada bujía en llegar a la incandescencia, en este caso la primera y cuarta bujía que no presentaban resistencia en la tabla 3.37 no muestran incandescencia y en el caso de la bujía segunda y tercera exceden el tiempo indicado por el manual y a la vez que su incandescencia no es completa ya que realiza una incandescencia a medias a comparación de las bujías nuevas donde las cuatro bujías en un lapso de 6 segundos llegan a la incandescencia total.

**Tabla 3.30** Prueba de tiempo de incandescencia

Valores de prueba			
Bujía	Tiempo estándar	Bujía antigua	Bujía nueva
1	5 a 10 segundos	Sin incandescencia	6 segundos
2	5 a 10 segundos	27 segundos semi incandescente	6 segundos
3	5 a 10 segundos	42 segundos semi incandescente	6 segundos
4	5 a 10 segundos	Sin incandescencia	6 segundos

### 3.13 Relevador de las bujías de precalentamiento



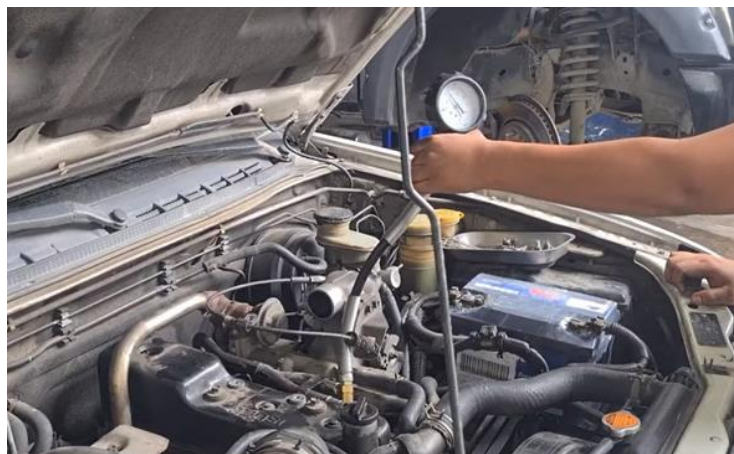
**Figura 3.36** Relevador de bujías de precalentamiento

El relevador de las bujías de precalentamiento se encarga de recibir la señal de la computadora y envía la corriente para el encendido de las bujías, este relevador cuenta con un bobinado que debe mantener una resistencia para su correcto funcionamiento al igual que debe presentar una buena conductividad de corriente en los puntos de contactos donde se produce el pase y corte de corriente, la tabla 3.31 indica el valor de la resistencia que genera el bobinado del relevador de las bujías de precalentamiento y en este caso la resistencia se encuentra menor a los parámetros que indica el manual por esta razón se realizó el cambio del relevador que a comparación del relevador antiguo tiene una resistencia de 100 ohmios, estando entre los valores del manual.

**Tabla 3.31** Prueba de resistencia relevador bujías de encendido

Valores de prueba		
Resistencia estándar	Relevador antiguo	Relevador nuevo
94 a 104 ohmios	77.9 ohmios	100 ohmios

### 3.14 Compresión de cilindros



**Figura 3.37** Prueba de compresión de cilindros

La tabla 3.32 indica la medida de presión que tiene cada uno de los cilindros, en el caso del valor de los cilindros antes de la repotenciación ninguno está entre los parámetros que indica el manual, incluso son valores menores a la mitad del valor estándar que deberían tener esto se da por los daños generados en los pistones y camisas por ello se pierde significativamente la compresión generando que no se produzca la combustión en los cilindros a comparación de la compresión que genera una vez repotenciado el motor tenemos que todos los cilindros sobrepasan los 245 psi dando una excelente compresión aproximado al valor estándar de compresión.

**Tabla 3.32** Valor de prueba de cilindros de compresión

Valores de prueba				
Cilindro	Valor estándar	Valor límite	Valor antiguo	Valor nuevo
1	250 psi	200 psi	115 psi	245 psi
2	250 psi	200 psi	80 psi	247 psi
3	250 psi	200 psi	90 psi	245 psi
4	250 psi	200 psi	105 psi	246 psi

### 3.16 Resultados dinamómetro

Las pruebas de dinamómetro fueron realizadas en las instalaciones del Taller de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, Campus El Olivo de la Universidad Técnica del Norte, ciudad de Ibarra.

Las pruebas fueron realizadas con las siguientes condiciones:

Altura: 2384 metros sobre el nivel del mar

Temperatura: 23°C

Ubicación: Instalaciones de la Universidad Técnica del Norte



**Figura 3.38** Ubicación Taller Automotriz, Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

### 3.16.1 Valores iniciales

Los valores descritos en la tabla en la tabla 3.33 son los valores de la prueba antes de realizar la repotenciación donde se observa que la potencia máxima obtenida por el motor es de 69.24 hp y una potencia máxima a la rueda de 55.88 hp esta es muy baja para un motor de cilindrada 2.999 cc, las revoluciones para realizar las pruebas fueron muy difícil de aproximarse, lo más cercano que se logró llegar fueron a 3200 rpm a una velocidad de 115 km/h siendo lo ideal llegar a 4000 rpm.

**Tabla 3.33** Valores iniciales

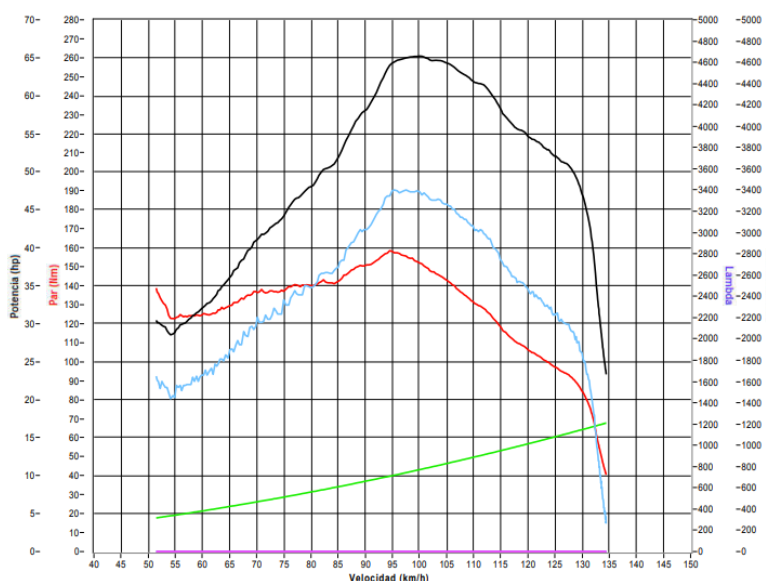
Cilindrada	2.999	CC
Temperatura	23	C
Potencia max motor	69.24	Hp
Potencia max a	2988	rpm
Correspondientes a	95	km/h
Factor de corrección	1.2	
Potencia max a la rueda	55.80	Hp
Par máximo	153	Nm
Par máximo a	103.2	Km/h
Correspondientes a	1555	rpm
Velocidad punta	115	km/h
Numero de rpm máximas	3200	rpm

### 3.16.2 Valores primera prueba

Los valores descritos en la tabla 3.34 son los valores de la primera prueba realizada posterior a la reparación, como resultado una potencia máxima del motor de 78.28 Hp y una potencia a la rueda de 57.2 Hp logrando en este caso llegar a 3800 rpm y una velocidad de 134 Km/h las cuales permiten tener una toma de valores más acertados, pero no satisfacen los resultados planteados

**Tabla 3.34** Resultados dinamómetro Prueba 1

Cilindrada	2.999	CC
Temperatura	23	°C
Potencia max motor	78.28	Hp
Potencia max a	3056	rpm
Correspondientes a	100	km/h
Factor de corrección	1,2	
Potencia max a la rueda	57.2	Hp
Par máximo	189.6	Nm
Par máximo a	94	Km/h
Correspondientes a	2878	rpm
Velocidad punta	134	km/h
Numero de rpm máximas	4104	rpm



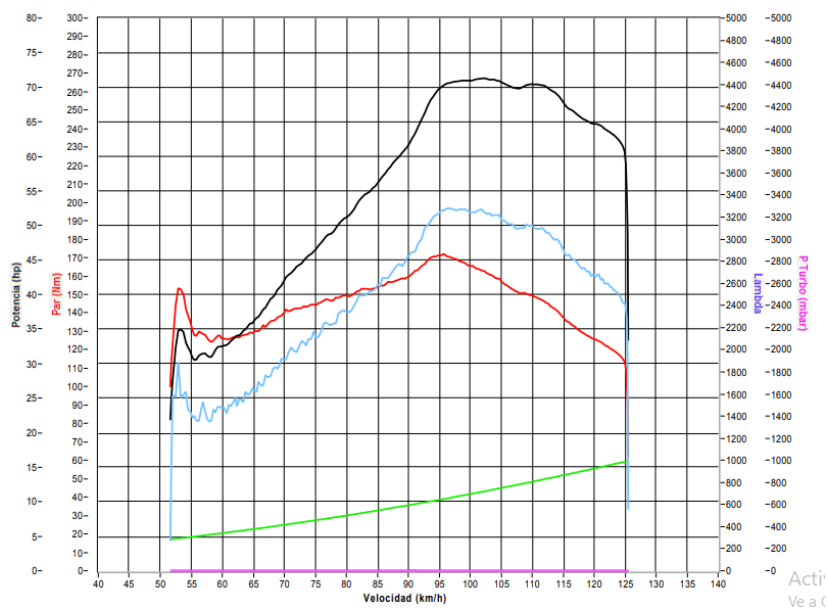
**Figura 3.39** Grafica primera prueba

### 3.16.3 Valores segunda prueba

Los valores descritos en la tabla 3.35 son los valores obtenidos en la segunda prueba realizada se alcanzó un valor de potencia máxima de 85.56 Hp y una potencia entregada a las ruedas de 62.88 Hp esta prueba no alcanzo a llegar a 4000 rpm logrando un máximo de 3831 rpm con una velocidad de 126 km/h, estas no satisfacen a los valores planteados.

**Tabla 3.35** Resultados dinamómetro Prueba 2

Cilindrada	2.999	CC
Temperatura	23	C
Potencia max motor	85.56	Hp
Potencia max a	3121	rpm
Correspondientes a	102	km/h
Factor de corrección	1.2	
Potencia max a la rueda	62.88	Hp
Par máximo	206.4	Nm
Par máximo a	95	Km/h
Correspondientes a	2911	rpm
Velocidad punta	126	km/h
Numero de rpm máximas	3831	rpm



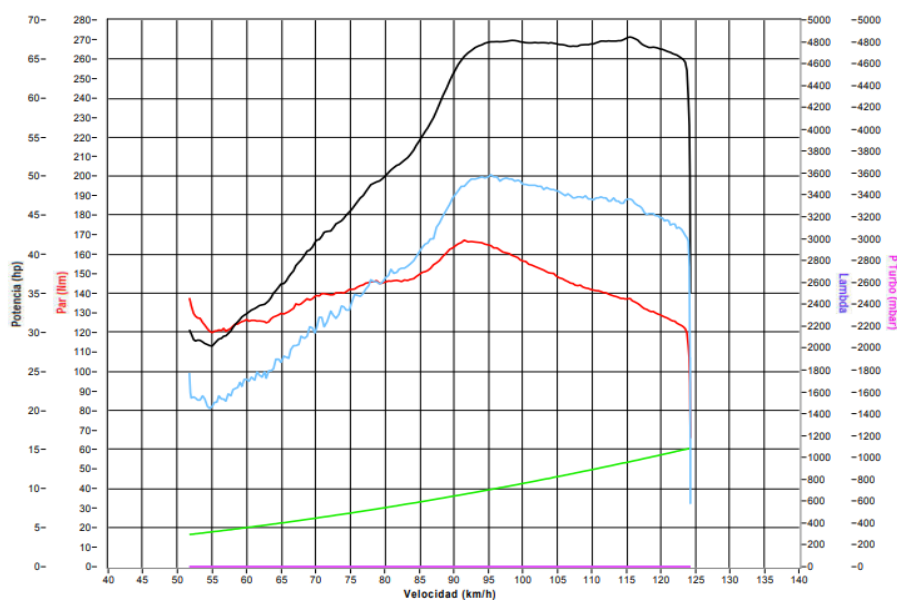
**Figura 3.40** Grafica segunda prueba

### 3.16.4 Valores tercera prueba

Los valores descritos en la tabla 3.36 son resultados de la tercera prueba realizada posterior a la reparación arrojando resultado como una potencia máxima del motor de 81.86 Hp y una potencia a la rueda de 62.24 Hp logrando en este caso llegar a 3795 rpm y una velocidad de 124 Km/h las cuales permiten tener una toma de valores más acertados, pero no satisfacen los resultados planteados.

**Tabla 3.36** Resultados dinamómetro Prueba 3

Cilindrada	2.999	CC
Temperatura	23	C
Potencia max motor	81.36	Hp
Potencia max a	3517	rpm
Correspondientes a	115	km/h
Factor de corrección	1.2	
Potencia max a la rueda	60.24	Hp
Par máximo	200.4	Nm
Par máximo a	91	Km/h
Correspondientes a	2871	rpm
Velocidad punta	124	km/h
Numero de rpm máximas	3795	rpm



**Figura 3.41** Grafica tercera prueba

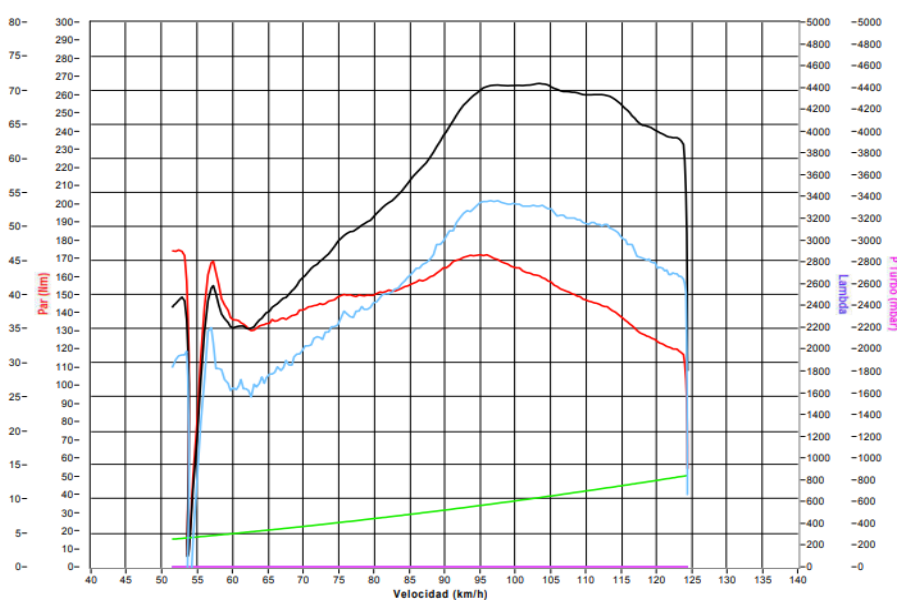


### 3.16.5 Valores cuarta prueba

Los valores expuestos en la tabla 3.37 son valores que se obtuvo de la cuarta prueba ejecutada posterior a la reparación, datos como potencia máxima del motor de 85.2 Hp y una potencia a la rueda de 64.56 Hp logrando en este caso llegar a 3798 rpm y una velocidad de 124 Km/h las cuales permiten tener una toma de valores más acertados, y se acerca a los valores deseados.

**Tabla 3.37** Resultados dinamómetro Prueba 4

Cilindrada	2.999	CC
Temperatura	23	C
Potencia max motor	85.2	Hp
Potencia max a	3154	rpm
Correspondientes a	103	km/h
Factor de corrección	1.2	
Potencia max a la rueda	64.56	Hp
Par máximo	208.8	Nm
Par máximo a	93	Km/h
Correspondientes a	1597	rpm
Velocidad punta	124	km/h
Numero de rpm máximas	3798	rpm



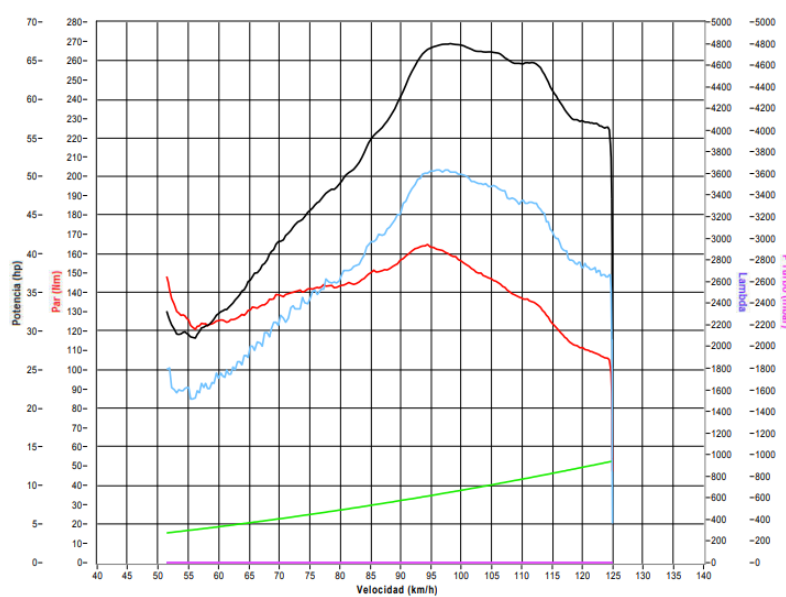
**Figura 3.42** Grafica cuarta prueba

### 3.16.6 Valores quinta prueba

Los valores expuestos en la tabla 3.38 son datos de la última prueba realizada posterior a la reparación se obtuvo como resultado una potencia máxima del motor de 80.64 Hp y una potencia a la rueda de 60.96 Hp logrando en este caso llegar a 4000 rpm y una velocidad de 125 Km/h las cuales permiten tener una toma de valores acertados, satisfacen los resultados planteados.

**Tabla 3.38** Resultado dinamómetro Prueba 5

Cilindrada	2.999	CC
Temperatura	23	C
Potencia max motor	80.64	Hp
Potencia max a	3005	rpm
Correspondientes a	98	km/h
Factor de corrección	1.2	
Potencia max a la rueda	60.96	Hp
Par máximo	198	Nm
Par máximo a	94	Km/h
Correspondientes a	2871	rpm
Velocidad punta	125	km/h
Numero de rpm máximas	3815	rpm



**Figura 3.43** Grafica quinta prueba

### 3.16.7 Promedio de pruebas

Los valores expuestos en la tabla 3.39 muestra los valores de las cinco pruebas del vehicculo Chevrolet Luv Dmax motor diesel 3000cc realizadas en el dinamómetro, también muestra el promedio general de cada uno de los parámetros que genero el vehículo en las distintas pruebas logrando en la prueba número 5 la toma de resultados más acertada.

**Tabla 3.39** Promedio de resultados dinamómetro

Parametros	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Promedio	
Potencia max motor	78.28	85,56	81.36	85.2	80.64	82.2	Hp
Potencia max a	3056	3121	3517	3154	3005	3170.6	Rpm
Correspondiente a	100	102	115	103	98	103.6	Km/h
Potencia max a la rueda	57.2	62.88	60.24	64.56	60.96	61.168	Hp
Par máximo	189.6	206.4	200.4	208.8	198	200.64	N m
Par máximo a	94	95	91	93	94	93.4	Km/h
Correspondiente a	2878	2911	2871	2850	2871	2876.2	Rpm
Velocidad punta	134	126	124	124	125	126.6	Km/h
Número de rpm Máximas	4104	3831	3795	3798	3815	3868.6	Rpm

### 3.16.8 Comparacion de resultados

#### 3.16.8.1 Comparación resultados de potencia

La tabla 3.40 presenta la comparación de los resultados iniciales y resultados finales de potencia máxima del motor del vehículo Chevrolet Luv D'max motor diésel 3000cc, donde se obtuvo una potencia máxima de 82.2 HP a una velocidad de 106.3 km/h y a 3170.6 rpm a comparación de la potencia máxima inicial con 69.24 HP producida a 95 km/h y a 2988 rpm, indicando que la potencia máxima final se genera a velocidad y revoluciones más altas en comparación con los parámetros iniciales y representando un aumento del 15.76% en potencia máxima.

**Tabla 3.40** Comparación de resultados antes y después potencia máxima

COMPARACIÓN DE PARÁMETROS				
PARÁMETROS	PARÁMETROS INICIALES		PARÁMETROS FINALES	
Cilindrada	2.999	CC	2.999	CC
Temperatura	23	C	23	C
Potencia max motor	69.24	Hp	82.2	Hp
Potencia max a	2988	rpm	3170.6	Rpm
Correspondientes a	95	km/h	103.6	km/h
Factor de corrección	1.2		1.2	
Potencia max a la rueda	55.80	Hp	61.168	Hp

### 3.16.8.2 Comparación resultados de par

La tabla 3.41 hace referencia a los valores resultantes de las pruebas realizadas al vehículo Chevrolet Luv D'max motor diésel 3000cc donde se obtuvo un incremento del par máximo a 200.64 N m en las pruebas finales a comparación del valor de 153 N m que generaba en las pruebas iniciales, teniendo así un incremento del 23.74% en el par máximo final.

Algo notable es la gran variación de las revoluciones donde se genera el par máximo de la prueba inicial y el par máximo de la prueba final ya que en la prueba inicial se producía a las 1555 rpm y en la prueba final se produce a 2876,3 rpm, es una alta variación del 45.93% de diferencia, en el caso de las velocidades son más cercanas con 102.2 km/h en la prueba inicial y 93.4 km/h en la prueba final con una diferencia del 9.49%, en este caso los valores del par máximo de la prueba final se producen a una velocidad más baja pero a revoluciones más altas a comparación de los valores de la inicial que se obtuvo a revoluciones más bajas pero a velocidad más alta.

**Tabla 3.41** Comparacion de resultados antes y despues par maxima

COMPARACIÓN DE PARÁMETROS				
PARÁMETROS	PARÁMETROS INICIALES		PARÁMETROS FINALES	
Cilindrada	2.999	CC	2.999	CC
Temperatura	23	C	23	C
Factor de corrección	1.2		1.2	
Par máximo	153	N m	200.64	Nm
Par máximo a	103.2	Km/h	93.4	Km/h
Correspondiente a	1555	rpm	2876.2	Rpm

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

➤ Se logró obtener un incremento de potencia máxima con un valor de 82.2 HP una vez realizada la prueba final del motor Isuzu 4JH1 Diésel de 3000cc, esta potencia máxima se obtuvo a una velocidad de 103.6 km/h y a 3170.6 rpm a comparación de la potencia máxima inicial con 69.24 HP producida a 95 km/h y a 2988 rpm representando un incremento del 15.76% de potencia máxima ya que al tener todos sus sistemas en un óptimo funcionamiento la eficiencia del motor incrementa.

➤ En la obtención del par máximo se redujo la velocidad a 93.4 km/h y se incrementó las revoluciones a 2876.2 rpm, donde se obtuvo un par máximo de 200.64 N m es decir incremento el par máximo en un 23.74%, una vez realizado la prueba final a comparación de la prueba inicial de 153 N m de par máximo obtenido a 103.2 km/h y a 1555 rpm, para llegar al par máximo aumento notoriamente las revoluciones en un 45.93% y disminuyo la velocidad en un 9.49% por lo tanto, para obtener el par máximo de la camioneta se necesitó un gran aumento de las revoluciones para su correcto funcionamiento.

➤ Al encontrarse la bomba de aceite con un desgaste entre los dientes de engranajes y la pared interior del cuerpo de 0.25 mm y con una separación entre los engranajes y la tapa superior de 0.20 mm este desgastes producto de los tardíos cambios de aceite y la suciedad acumulada provocan pérdidas de presión y falta de lubricación en el motor generando el desgastes, ralladuras y sobrecalentamientos en las piezas internas del motor siendo esta una de las principales razones por la cual se sobrecalentó.

➤ Una principal razón de la perdida de potencia es generada por fallas en el sistema de inyección, este sistema es muy importante ya que este es el encargado que el combustible sea entregado con las mejores prestaciones posibles, en este caso la bomba Vp44 debe manejar presiones de 800-1400 bar,

los inyectores deben trabajar a una presión de 180 bar para garantizando así una correcta entrega de combustible evitando así pérdida de potencia, mayor consumo de combustible, pulverizaciones deficientes.

## 4.2 Recomendaciones

➤ Es de suma importancia tener una capacitación previa sobre la repotenciación del motor 4JH1 a diésel 3000cc de la camioneta Chevrolet Luv D'max, igualmente realizar una investigación para tener conocimiento de los parámetros de cada una de las piezas del motor.

➤ Para estudios posteriores es recomendable realizar el análisis de los valores que presenta cada uno de los sensores del motor al igual que la bomba de inyección BOSCH VP44-Type y realizar pruebas sin cargas y con cargas para analizar las diferencias que presenten en cada una de estas pruebas.

➤ Se recomienda utilizar otro dinamómetro para realizar las pruebas necesarias con el fin de corroborar la información obtenida de las pruebas realizadas en el dinamómetro de la Universidad Técnica del Norte para dar más seguridad a los valores obtenidos en las diferentes pruebas realizadas.

➤ Es de suma importancia para obtener los valores reales y adecuados el vehículo debe estar con la temperatura de funcionamiento adecuada esto para que no haya falencias al momento de obtener los datos de torque y potencia en el dinamómetro.

➤ Debemos tener en cuenta realizar los mantenimientos de la camioneta guiados en el kilometraje de cada uno de ellos para evitar daños a futuro y un óptimo funcionamiento de la camioneta, mantenimientos como: cambio de aceite de motor (cada 5 000km), filtro de aceite (cada 5 000km), filtros de aire (cada 15 000km), filtros de combustible (cada 15 000km). Cambio de aceite de caja y transmisión (cada 40 000km).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agueda Casado, E., Martín Navarro, J., García Jiménez, J. L., Gracia, J. G., & Gómez Morales, T. (2009). *Técnicas Básicas de Mecánica y Electricidad*. Madrid España: Paraninfo.
- Alberto, M. (29 de Junio de 2018). Mundo Motor. Obtenido de Mundo Motor: <https://www.mundodelmotor.net/sistema-de-refrigeracion/>
- Arturo. (13 de 06 de 2020). Mundo Motor . Obtenido de Mundo Motor : [https://aminoapps.com/c/mundo-motor/page/blog/publicacion-no-200-motores-hoy-motor-diesel-lautaro/05Ko\\_E2CkuYrkMbJMBRx5q0v1RB17DDpLB](https://aminoapps.com/c/mundo-motor/page/blog/publicacion-no-200-motores-hoy-motor-diesel-lautaro/05Ko_E2CkuYrkMbJMBRx5q0v1RB17DDpLB)
- Bermeo, H. O. (2014). Reparación de un motor a combustión interna Fire 1.3. Programa de Tecnología Mecánica ESPOL , 12.
- BOSCH. (s.f.). bosch profesional. Obtenido de <https://www.bosch-professional.com/es/es/>
- Carburando. (22 de 11 de 2013). La importancia de un mantenimiento . el comercio , pág. 1.
- Cengel, A. Y., & Boles, A. M. (2012). *Termodinámica*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Chevrolet. (2011). *Manual de taller Chevrolet* . Manual de taller Chevrolet , 98.
- Escudero, S., Gonzales, J., Rivas, J. L., & Suarez, A. (2011). *Motores*. Madrid: Macmillan Iberia, S.A. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/101844>
- Gómez, J. L. (15 de Julio de 2020). Diario Motor. Obtenido de Diario Motor : <https://www.diariomotor.com/que-es/mecanica/lubricacion-carter-seco/>
- Gonzales Calleja, D. (2015). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel*. Madrid España: Paraninfo.
- Gutiérrez, A. G. (Julio de 2004). Desarrollo Integral de la repotenciación de un motor de combustión interna a gasolina. Obtenido de Universidad de los Andes Departamento de Ingeniería : <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/21673/u251379.pdf?sequ>





Villafuente, J. (10 de Noviembre de 2020). Lubricantes PPT2. Obtenido de Lubricantes PPT2: [https://lacbal.epn.edu.ec/images/Recursos/Aceite\\_lubricante.pdf](https://lacbal.epn.edu.ec/images/Recursos/Aceite_lubricante.pdf)

## ANEXOS



**ANEXO 1** Traslado de camioneta



**ANEXO 2** Desarmado de la tapa válvulas y culata del motor



**ANEXO 3** Inventario de partes



**ANEXO 4** Limpieza y toma de medidas



**ANEXO 5** Rectificación de partes



**ANEXO 6** Armado de motor



**ANEXO 7** Montaje del motor dentro de la camioneta



**ANEXO 8** Prueba y calibración de Inyectores



**ANEXO 9** Prueba en el dinamómetro