



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS INTERNOS DE UN MOTOR
CICLO OTTO Y CAJA DE VELOCIDAD MANUAL DEL TREN
MOTRIZ MEDIANTE EL USO DE UN BOROSCOPIO COMO
HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: KEVIN JAIR MALDONADO LOAYZA;

ANTHONY JOSÉ ENCALADA ASANZA

DIRECTOR: Ing. JOHNNY MARCELO PANCHÁ RAMOS

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Kevin Jair Maldonado Loayza; Anthony José Encalada Asanza

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Nosotros, KEVIN JAIR MALDONADO LOAYZA Y ANTHONY JOSÉ ENCALADA ASANZA, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de Septiembre del 2021

Kevin Jair Maldonado Loayza

070443767-2

Anthony José Encalada Asanza

070588405-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de investigación, **ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS INTERNOS DE UN MOTOR CICLO OTTO Y CAJA DE VELOCIDAD MANUAL DEL TREN MOTRIZ MEDIANTE EL USO DE UN BOROSCOPIO COMO HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO**, realizado por los señores: **KEVIN JAIR MALDONADO LOAYZA Y ANTHONY JOSÉ ENCALADA ASANZA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2021/09/08 _____
Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2021/09/08 _____
Ing. Rodrigo Moreno Pallares MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2021/09/08 _____

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico principalmente a Dios, por brindarme la fortaleza y sabiduría día a día en el transcurso de mi vida personal y mis estudios.

A mis padres por brindarme todo el apoyo y motivación cada día para formarme como profesional y persona de bien para la sociedad.

A mis hermanos por su apoyo y respaldo en cada momento y sobre todo para culminar con éxito esta etapa profesional.

A mis amigos, compañeros y docentes por sus consejos y quienes han estado apoyándome en cada etapa para culminar con éxito mis estudios.

KEVIN

En primer lugar, mi trabajo de titulación se lo dedico a mi padre celestial, por las bendiciones que ha derramado en mi vida, por la fuerza que me ha dado y por caminar siempre a mi lado durante mis estudios universitarios.

A mis padres y mi familia por todo su apoyo y motivación que me han brindado por ayudarme a ser mejor persona y guiarme en todo este camino

A mis hermanos por estar siempre pendientes de mí, acompañándome en los buenos y malos momentos.

A mis amigos y compañeros por acompañarme y apoyarme en todo momento.

A mis docentes por haberme tratado como un amigo más, por sus consejos y ayuda para poder proyectarme en mi vida profesional.

ANTHONY

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a los educadores y autoridades de la ESPOCH, quienes durante el transcurso de esta etapa de formación me brindaron sus conocimientos y valores, preparándome para la vida profesional.

Agradezco a mis padres, hermanos, compañeros, amigos y docentes quienes de una u otra manera me han brindado su apoyo y mentorías para culminar con éxito cada etapa académica y profesional.

Agradezco al Ing. Johnny Pancha por su dedicación y esfuerzo en colaborarnos con el presente trabajo de titulación

KEVIN

Durante el trayecto de nuestra vida universitaria, la vida nos presenta muchos retos que nos ayudan a crecer a nivel intelectual y como personas, por ello puedo decir que esta etapa ha sido un pilar fundamental para proyectarme en un futuro.

Por ello, mi agradecimiento principalmente es para mi padre celestial, mi familia, amigos y todas las personas que han contribuido con un granito de arena para mi formación profesional mediante su apoyo me han direccionado para llegar a mi graduación.

Agradezco también a mis docentes de la Carrera de Ingeniería Automotriz por todo el apoyo y conocimientos brindados, en especial al ingeniero Johnny Marcelo Pancha Ramos por su dedicación y esfuerzo nos ayudó a realizar nuestro trabajo de titulación.

ANTHONY

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxii
RESUMEN	xxiii
ABSTRACT	xxiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
1 MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.2.1 <i>Formulación de problema de investigación</i>	3
1.2.2 <i>Delimitación del problema planteado</i>	3
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.5 (Ho) Hipótesis Nula	4
1.6 (Hi): Hipótesis Alternativa.....	4
1.7 Estado del arte	4
1.7.1 <i>Motor de combustión interna de ciclo Otto</i>	4
1.7.2 <i>Elementos del motor de ciclo Otto</i>	5
1.7.2.1 <i>Culata</i>	6
1.7.2.2 <i>Junta de culata</i>	6
1.7.2.3 <i>Bloque de cilindros</i>	7
1.7.2.4 <i>Carter</i>	7
1.7.2.5 <i>Colector de admisión</i>	8
1.7.2.6 <i>Colector de escape</i>	8
1.7.2.7 <i>Válvulas</i>	9
1.7.2.8 <i>Balancines</i>	9
1.7.2.9 <i>Árbol de levas</i>	10
1.7.2.10 <i>Cigüeñal</i>	10

1.7.2.11	<i>Pistón</i>	11
1.7.2.12	<i>Biela</i>	11
1.7.2.13	<i>Volante de Inercia</i>	12
1.7.3	<i>Caja de velocidad manual</i>	12
1.7.3.1	<i>Elementos de una caja de velocidad manual</i>	13
1.7.3.2	<i>Sincronizadores</i>	13
1.7.3.3	<i>Cojinetes</i>	14
1.7.3.4	<i>Piñones</i>	14
1.7.3.5	<i>Árboles o ejes de transmisión</i>	14
1.7.3.6	<i>Horquilla</i>	15
1.7.3.7	<i>Varilla selectora</i>	15
1.7.4	<i>Boroscopio industrial</i>	15
1.7.4.1	<i>Partes del Boroscopio</i>	15
1.7.4.2	<i>Aplicación del boroscopio industrial</i>	16
1.7.4.3	<i>Tipos de Boroscopios</i>	16
1.7.4.4	<i>Videooscopio o Boroscopio Automotriz</i>	18
1.7.4.5	<i>Ventajas del boroscopio Automotriz</i>	19
1.7.4.6	<i>Diagnóstico mediante boroscopio Automotriz</i>	19
1.7.5	<i>Problemas y fallas que se presentan en los elementos del motor y caja de velocidad</i> 22	
1.7.5.1	<i>Carbonización</i>	22
1.7.5.2	<i>Corrosión</i>	23
1.7.5.3	<i>Erosión</i>	23
1.7.5.4	<i>Problemas causados por la tribología del Aceite</i>	24
1.7.6	<i>Diagnóstico de motores de ciclo Otto</i>	25
1.7.6.1	<i>Diagnóstico de los elementos internos del motor de ciclo Otto</i>	26
1.7.6.2	<i>Diagnóstico del monoblock o bloque motor</i>	26
1.7.6.3	<i>Diagnóstico de las camisas de cilindros</i>	27
1.7.6.4	<i>Diagnóstico de cabezote</i>	29
1.7.6.5	<i>Diagnóstico de válvulas de admisión y escape</i>	30
1.7.6.6	<i>Diagnóstico de árbol de levas</i>	32
1.7.6.7	<i>Diagnóstico de pistones</i>	33
1.7.6.8	<i>Diagnóstico de bielas</i>	35
1.7.6.9	<i>Diagnóstico de cigüeñal</i>	36
1.7.7	<i>Diagnóstico de caja de velocidad manual</i>	37
1.7.8	<i>Diagnóstico de elementos internos de caja de velocidad manual</i>	37
1.7.8.1	<i>Engranajes</i>	37

1.7.8.2	<i>Cojinetes</i>	38
1.7.8.3	<i>Varilla selectora</i>	38
1.7.8.4	<i>Horquilla</i>	39
1.7.8.5	<i>Sincronizadores</i>	39
1.7.8.6	<i>Árbol o eje de transmisión</i>	40

CAPITULO II

2	MARCO METODOLÓGICO	41
2.1	Vehículos de prueba y sus características	41
2.2	Diagnóstico mediante inspección visual	42
2.2.1	<i>Inspección visual a distancia o indirecta</i>	43
2.3	Equipamiento	43
2.4	Procedimiento de obtención y recolección de imágenes	43
2.4.1	<i>Configuración del dispositivo</i>	44
2.4.2	<i>Procedimiento previo para la obtención de los datos</i>	45
2.4.3	<i>Proceso de obtención de los datos</i>	45
2.4.4	<i>Proceso de Análisis de los datos</i>	46
2.4.5	<i>Ejemplo de la recolección de los datos</i>	46

CAPITULO III

3	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	48
3.1	Vehículo Toyota Stout 4x2 2004	48
3.1.1	<i>Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape</i>	48
3.1.2	<i>Cigüeñal</i>	58
3.1.3	<i>Análisis de caja de velocidad manual</i>	60
3.2	Vehículo Chevrolet Grand vitara 3p TDI 147 4x4 2006	62
3.2.1	<i>Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape</i>	62
3.2.2	<i>Árbol de levas</i>	69
3.2.3	<i>Cigüeñal</i>	70
3.2.4	<i>Análisis de la caja de velocidad manual</i>	71
3.3	Vehículo Ford F150	73
3.3.1	<i>Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape</i>	73
3.3.2	<i>Árbol de levas</i>	84
3.3.3	<i>Cigüeñal</i>	85
3.3.4	<i>Análisis de la caja de velocidad manual</i>	87

3.4	Vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8	88
3.4.1	<i>Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape</i>	88
3.4.2	<i>Árbol de levas</i>	95
3.4.3	<i>Cigüeñal</i>	96
3.4.4	<i>Análisis de la caja de velocidad manual</i>	97
3.5	Vehículo Kia Rio Xcite 2011 1.4L	98
3.5.1	<i>Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape</i>	98
3.5.2	<i>Árbol de levas</i>	104
3.5.3	<i>Cigüeñal</i>	104
3.5.4	<i>Análisis de la caja de velocidad manual</i>	105
3.6	Vehículo Nissan Almera 2010 1.6L	106
3.6.1	<i>Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape</i>	106
3.6.2	<i>Árbol de levas</i>	114
3.6.3	<i>Cigüeñal</i>	115
3.6.4	<i>Análisis de la caja de velocidad manual</i>	116
3.7	Hyundai Getz 5P 1.4L 2011	117
3.7.1	<i>Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape</i>	117
3.7.2	<i>Árbol de levas</i>	124
3.7.3	<i>Cigüeñal</i>	124
3.7.4	<i>Análisis de la caja de velocidad manual</i>	125
3.8	Hyundai Getz 1.6L 2009	126
3.8.1	<i>Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape</i>	126
3.8.2	<i>Árbol de levas</i>	132
3.8.3	<i>Cigüeñal</i>	134
3.8.4	<i>Análisis de la caja de velocidad manual</i>	135
3.9	Vehículo Toyota Stout 1978	137
3.9.1	<i>Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape</i>	137
3.9.2	<i>Árbol de levas</i>	144
3.9.3	<i>Cigüeñal</i>	144
3.9.4	<i>Análisis de la caja de velocidad manual</i>	144
3.10	Vehículo Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L	146
3.10.1	<i>Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape</i>	146
3.10.2	<i>Árbol de levas</i>	154
3.10.3	<i>Cigüeñal</i>	154
3.10.4	<i>Análisis de la caja de velocidad manual</i>	155
3.11	Análisis general de los vehículos	156
	CONCLUSIONES	159

RECOMENDACIONES	160
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2 Vehículos de pruebas y sus características	41
Tabla 2-2 Descripción del equipo usado.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Ciclos del motor de combustión interna.....	5
Figura 2-1.	Culata del motor	6
Figura 3-1.	Junta de culata	6
Figura 4-1.	Bloque de cilindros.....	7
Figura 5-1.	Carter del motor.....	7
Figura 6-1.	Colector de admisión	8
Figura 7-1.	Colector de escape	8
Figura 8-1.	Válvulas de Asiento.....	9
Figura 9-1.	Balancín.....	9
Figura 10-1.	Árbol de levas.....	10
Figura 11-1.	Cigüeñal	11
Figura 12-1.	Pistón y sus segmentos	11
Figura 13-1.	Biela y sus partes constitutivas	12
Figura 14-1.	Volante de inercia	12
Figura 15-1.	Caja de velocidad manual.....	13
Figura 16-1.	Sincronizador y su despiece.....	13
Figura 17-1.	Cojinete	14
Figura 18-1.	Piñones	14
Figura 19-1.	Árbol o eje de transmisión	15
Figura 20-1.	Partes del Boroscopio	16
Figura 21-1.	Boroscopio Rígido.....	17
Figura 22-1.	Boroscopio Semi-Rígido	17
Figura 23-1.	Videooscopio	18
Figura 24-1.	Boroscopio Automotriz	18
Figura 25-1.	Carbonización de Pistón y bujías	19
Figura 26-1.	Corrosión y perforación dentro del tubo de escape	20
Figura 27-1.	Defecto en el proceso de soldadura.....	20
Figura 28-1.	Perforación y ralladuras en las paredes del cilindro	21
Figura 29-1.	Corrosión en la cabeza del pistón y doblado de válvulas	21
Figura 31-1.	Corrosión generada en las paredes del cilindro.....	23
Figura 32-1.	Erosión generada en las paredes del cilindro	24
Figura 33-1.	Acumulación de depósitos de aceite en la caja de velocidad Toyota Stout 2004	25
Figura 34-1.	Fisura en una camisa de bloque motor.....	26
Figura 35-1.	Presencia de aceite en depósito del refrigerante.....	27
Figura 36-1.	Camisa con excesivas rayaduras	28

Figura 37-1. Pistón con ralladuras producidas por la camisa.....	28
Figura 38-1. Gripado de motor.....	29
Figura 39-1. Bloque del motor en perfectas condiciones.....	29
Figura 40-1. Comprobación de la superficie plana del cabezote	29
Figura 41-1. Cabezote reparado con asientos de válvulas nuevos	30
Figura 42-1. Orificios de válvulas de admisión y escape	31
Figura 43-1. Válvula rota por desgaste.....	31
Figura 44-1. Válvulas de admisión y escape nuevas	32
Figura 45-1. Defecto en árbol de levas.....	32
Figura 46-1. Árbol de levas en buen estado	33
Figura 47-1. Defecto en levas por fatiga	33
Figura 48-1. Pistón perforado en la cabeza	34
Figura 49-1. Comparación entre pistón en perfecto estado y uno con carbonilla	34
Figura 50-1. Pistón en perfectas condiciones	35
Figura 51-1. Bielas, cigüeñal y pistones en perfectas condiciones ensamblados en bloque motor.....	35
Figura 52-1. Bielas deformadas.....	36
Figura 53-1. Cigüeñal roto	36
Figura 54-1. Desgaste en cojinetes de cigüeñal.....	37
Figura 55-1. Vista de engranajes de caja de cambios manual.....	38
Figura 56-1. Cojinetes caja de cambios manual	38
Figura 57-1. Caja de cambios manual vehículo Citroën.....	39
Figura 58-1. Horquillas nuevas	39
Figura 59-1. Sincronizadores en buen estado	40
Figura 60-1. Árbol de transmisión en la caja de velocidad manual	40
Figura 1-2. Configuración del dispositivo.....	44
Figura 2-2. Herramientas del dispositivo y botones	44
Figura 3-2. Cabeza del pistón del cilindro 1	46
Figura 4-2. Válvula de admisión	47
Figura 5-2. Válvula de escape	47
Figura 6-2. Camisa del cilindro.....	47
Figura 1-3. Pistón correspondiente al cilindro 1 de vehículo Toyota Stout 2004	48
Figura 2-3. Camisa correspondiente al cilindro 1 de vehículo Toyota Stout 2004	49
Figura 3-3. Válvulas de admisión correspondientes al cilindro 1 de vehículo Toyota Stout 2004	49
Figura 4-3. Válvulas de escape correspondientes al cilindro 1 de vehículo Toyota Stout	50

Figura 5-3. Pistón correspondiente al cilindro 2 de vehículo Toyota Stout 2004	50
Figura 6-3. Camisa correspondiente al cilindro 2 de vehículo Toyota Stout 2004	51
Figura 7-3. Válvulas de admisión correspondientes al cilindro 2 de Toyota Stout 2004	51
Figura 8-3. Válvulas de escape correspondientes al cilindro 2 de vehículo Toyota Stout 2004	52
Figura 9-3. Pistón correspondiente al cilindro 3 de vehículo Toyota Stout 2004	52
Figura 10-3. Camisa correspondiente al cilindro 3 de vehículo Toyota Stout 2004	53
Figura 11-3. Válvulas de escape correspondientes al cilindro 3 de vehículo Toyota Stout 2004	53
Figura 12-3. Válvulas de admisión correspondientes al cilindro 3 de vehículo Toyota Stout 2004	54
Figura 13-3. Pistón correspondiente al cilindro 4 de vehículo Toyota Stout 2004	54
Figura 14-3. Camisa correspondiente al cilindro 4 de vehículo Toyota Stout 2004	55
Figura 15-3. Válvulas de admisión correspondientes al cilindro 4 de vehículo Toyota Stout 2004	55
Figura 16-3. Válvulas de escape correspondientes al cilindro 4 de vehículo Toyota Stout 2004	56
Figura 17-3. Cadena y engranaje de distribución de vehículo Toyota Stout 2004	56
Figura 18-3. Punta frontal de árbol de levas de Toyota Stout 2004	57
Figura 19-3. Árbol de levas y cadena de distribución Toyota Stout 2004	57
Figura 20-3. Engranaje de distribución y resorte de válvulas	57
Figura 21-3. Bancadas del cigüeñal de vehículo Toyota Stout 2004	58
Figura 22-3. Pistón y biela de vehículo Toyota Stout 2004	58
Figura 23-3. Cabeza de biela de vehículo Toyota Stout 2004	59
Figura 24-3. Bloque motor de vehículo Toyota Stout 2004	59
Figura 25-3. Bancada de cigüeñal de vehículo Toyota Stout 2004	59
Figura 26-3. Engranajes y sincronizadores en la caja de cambios de Toyota Stout 2004	60
Figura 27-3. Sincronizador en la caja de velocidad de vehículo Toyota Stout 2004	60
Figura 28-3. Engranajes en la caja de velocidad de vehículo Toyota Stout 2004	61
Figura 29-3. Sincronizador en la caja de cambios de vehículo Toyota Stout 2004	61
Figura 30-3. Varillas selectoras en la caja de velocidad Toyota Stout 2004	62
Figura 31-3. Cabeza de pistón cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara 2006	62
Figura 32-3. Camisa cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara 2006	63
Figura 33-3. Válvula de escape cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara 2006	63
Figura 34-3. Válvula de admisión cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara 2006	64
Figura 35-3. Cabeza de pistón cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara 2006	64
Figura 36-3. Camisas cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara 2006	65

Figura 37-3.	Válvula de admisión cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara 2006	65
Figura 38-3.	Válvula de escape cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara 2006	65
Figura 39-3.	Cabeza de pistón cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara 2006.....	66
Figura 40-3.	Camisas cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara 2006	66
Figura 41-3.	Válvula de admisión cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara 2006	67
Figura 42-3.	Válvula de escape cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara 2006.....	67
Figura 43-3.	Cabeza de pistón cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara 2006.....	68
Figura 44-3.	Camisas cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara 2006	68
Figura 45-3.	Válvula de escape cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara 2006.....	68
Figura 46-3.	Válvula de admisión cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara 2006	69
Figura 47-3.	Levas Chevrolet Grand Vitara 2006	69
Figura 48-3.	Balancín Chevrolet Grand Vitara 2006.....	70
Figura 49-3.	Balancín y resorte Chevrolet Grand Vitara 2006	70
Figura 50-3.	Filtro del Carter Chevrolet Grand Vitara 2006	71
Figura 51-3.	Engranajes de marcha Chevrolet Grand Vitara 2006.....	71
Figura 52-3.	Engranajes de marcha y sincronizadores Chevrolet Grand Vitara 2006.....	72
Figura 53-3.	Sincronizadores y árbol de transmisión Chevrolet Grand Vitara 2006	72
Figura 54-3.	Engranaje de reversa Chevrolet Grand Vitara 2006.....	72
Figura 55-3.	Sincronizador Chevrolet Grand Vitara 2006.....	73
Figura 56-3.	Carcasa de caja de velocidad Chevrolet Grand Vitara 2006	73
Figura 57-3.	Camisa de cilindro 1 vehículo Ford f 150.....	74
Figura 58-3.	Pistón de cilindro 1 vehículo Ford f 150.....	74
Figura 59-3.	Válvula de escape deformada de cilindro 1 vehículo Ford f 150	75
Figura 60-3.	Válvula de admisión de cilindro 1 vehículo Ford f 150	75
Figura 61-3.	Pistón de cilindro 2 vehículo Ford f 150.....	76
Figura 62-3.	Camisa de cilindro 2 vehículo Ford f 150.....	76
Figura 63-3.	Válvulas de admisión de cilindro 2 vehículo Ford f 150.....	76
Figura 64-3.	Válvula de escape de cilindro 2 vehículo Ford f 150	77
Figura 65-3.	Pistón de cilindro 3 vehículo Ford f 150.....	77
Figura 66-3.	Camisa de cilindro 3 vehículo Ford f 150.....	78
Figura 67-3.	Válvula de admisión cilindro 3 vehículo Ford f 150.....	78
Figura 68-3.	Válvula de escape de cilindro 3 vehículo Ford f 150	79
Figura 69-3.	Pistón de cilindro 4 vehículo Ford f 150.....	79
Figura 70-3.	Camisa y pistón de cilindro 4 vehículo Ford f 150	80
Figura 71-3.	Válvula de admisión de cilindro 4 vehículo Ford f 150	80
Figura 72-3.	Válvula de escape de cilindro 4 vehículo Ford f 150	81
Figura 73-3.	Pistón de cilindro 5 vehículo Ford f 150.....	81

Figura 74-3.	Válvula de escape de cilindro 5 vehículo Ford f 150	82
Figura 75-3.	Válvula de admisión de cilindro 5 vehículo Ford f 150	82
Figura 76-3.	Camisa de cilindro 5 vehículo Ford f 150	82
Figura 77-3.	Pistón de cilindro 6 vehículo Ford f 150	83
Figura 78-3.	Válvula de admisión de cilindro 6 vehículo Ford f 150	83
Figura 79-3.	Válvula de escape de cilindro 6 vehículo Ford f 150	84
Figura 80-3.	Camisa de cilindro 6 vehículo Ford f 150	84
Figura 81-3.	Balancines y resortes de válvulas de vehículo Ford f 150.....	85
Figura 82-3.	Tapa de válvulas y cabezote de vehículo Ford f 150.....	85
Figura 83-3.	Bomba de aceite de vehículo Ford f 150.....	86
Figura 84-3.	Cabeza de biela de vehículo Ford f 150	86
Figura 85-3.	Contrapeso de cigüeñal de vehículo Ford f 150	86
Figura 86-3.	Engranajes y carcasa de caja de velocidad manual de vehículo Ford f 150	87
Figura 87-3.	Engranajes de caja de velocidad manual vehículo Ford f 150.....	87
Figura 88-3.	Engranajes y sincronizadores de caja de velocidad manual vehículo Ford f 150	88
Figura 89-3.	Sincronizadores de caja de velocidad manual vehículo Ford f 150.....	88
Figura 90-3.	Pistón de cilindro 1 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	89
Figura 91-3.	Camisa de cilindro 1 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	89
Figura 92-3.	Válvula de admisión de cilindro 1 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	89
Figura 93-3.	Válvula de escape de cilindro 1 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	90
Figura 94-3.	Cabeza de pistón cilindro 2 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8	90
Figura 95-3.	Camisa de cilindro 2 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	91
Figura 96-3.	Válvula de escape de cilindro 2 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	91
Figura 97-3.	Válvula de admisión de cilindro 2 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	91
Figura 98-3.	Cabeza de pistón cilindro 3 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8	92
Figura 99-3.	Camisa de cilindro punto muerto inferior 3 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8	92
Figura 100-3.	Camisa de cilindro y Válvula de admisión 3 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	93
Figura 101-3.	Válvula de escape de cilindro 3 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	93
Figura 102-3.	Cabeza de pistón 4 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8	94
Figura 103-3.	Camisa de cilindro 4 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	94
Figura 104-3.	Válvula de admisión de cilindro 4 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	95
Figura 105-3.	Válvula de admisión de escape 4 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	95
Figura 106-3.	Resorte de válvulas vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8	96
Figura 107-3.	Cabeza de biela de vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	96
Figura 108-3.	Tapa válvulas de vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	97

Figura 109-3. Cabeza de biela y contrapeso del cigüeñal de vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8.....	97
Figura 110-3. Sincronizadores de caja de cambios de corsa Evolution 1.8	98
Figura 111-3. Engranajes y sincronizadores de caja de velocidad de corsa Evolution 1.8	98
Figura 112-3. Cabeza de pistón 1 Kia Xcite.....	99
Figura 113-3. Camisa de cilindro 1 de Kia Xcite	99
Figura 114-3. Válvula de escape de Kia Xcite	99
Figura 115-3. Válvula de admisión de Kia Xcite	100
Figura 116-3. Cabeza de pistón 2 de Kia Xcite	100
Figura 117-3. Válvula de escape de Kia Xcite	101
Figura 118-3. Válvula de admisión Kia Xcite	101
Figura 119-3. Cabeza de pistón 3 de Kia Xcite	101
Figura 120-3. Válvulas de escape de Kia Xcite.....	102
Figura 121-3. Válvula de admisión de Kia Xcite	102
Figura 122-3. Cabeza de pistón 4 de Kia Xcite	103
Figura 123-3. Camisa de cilindro 4 de Kia Xcite	103
Figura 124-3. Válvula de escape de Kia Xcite	103
Figura 125-3. Válvula de admisión de Kia Xcite	104
Figura 126-3. Contrapesos de cigüeñal y paredes de bloque motor de Kia Xcite.....	104
Figura 127-3. Cabezas de biela y contrapesos del cigüeñal de vehículo Kia Xcite	105
Figura 128-3. Sincronizador de caja de velocidad de vehículo Kia Xcite	105
Figura 129-3. Engranaje de caja de velocidad de Kia Xcite.....	106
Figura 130-3. Plato de embrague de kia Xcite.....	106
Figura 131-3. Cabeza de pistón 1 de vehículo Nissan Almera	107
Figura 132-3. Camisa de cilindro 1 de vehículo Nissan Almera	107
Figura 133-3. Válvula de escape de vehículo Nissan Almera	108
Figura 134-3. Válvula de admisión de vehículo Nissan Almera.....	108
Figura 135-3. Cabeza de pistón 2 de vehículo Nissan Almera	109
Figura 136-3. Camisa de cilindro 2 de vehículo Nissan Almera	109
Figura 137-3. Válvula de escape de vehículo Nissan Almera	110
Figura 138-3. Válvulas de admisión de cilindro 2 Nissan Almera	110
Figura 139-3. Cabeza de pistón de cilindro 3 de vehículo Nissan Almera	111
Figura 140-3. Camisa de cilindro 3 de vehículo Nissan Almera	111
Figura 141-3. Válvula de admisión de cilindro 3 de vehículo Nissan Almera.....	112
Figura 142-3. Válvula de escape de cilindro 3 de vehículo Nissan Almera.....	112
Figura 143-3. Cabeza de pistón 4 de vehículo Nissan Almera	113
Figura 144-3. Camisa de cilindro 4 de vehículo Nissan Almera	113

Figura 145-3.	Válvula de admisión de cilindro 4 de vehículo Nissan Almera.....	113
Figura 146-3.	Válvula de escape de cilindro 4 de vehículo Nissan Almera.....	114
Figura 147-3.	Cadena de distribución de vehículo Nissan Almera.....	114
Figura 148-3.	Engranajes de distribución de vehículo Nissan Almera.....	115
Figura 149-3.	Bancadas de cigüeñal de vehículo Nissan Almera.....	115
Figura 150-3.	Paredes inferiores de bloque motor de Nissan Almera.....	116
Figura 151-3.	Engranajes de marcha y árbol de transmisión Nissan Almera.....	116
Figura 152-3.	Paredes de la caja y engranaje de marcha de Nissan Almera.....	117
Figura 153-3.	Cabeza de pistón cilindro 1 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	117
Figura 154-3.	Camisas del cilindro 1 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	118
Figura 155-3.	Válvula admisión del cilindro 1 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	118
Figura 156-3.	Válvula de escape del cilindro 1 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	118
Figura 157-3.	Cabeza de pistón del cilindro 2 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	119
Figura 158-3.	Camisas del cilindro 2 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	119
Figura 159-3.	Válvula de admisión del cilindro 2 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	120
Figura 160-3.	Válvula de escape del cilindro 2 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	120
Figura 161-3.	Cabeza de pistón del cilindro 3 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	121
Figura 162-3.	Válvula de escape y camisa del cilindro 3 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	121
Figura 163-3.	Válvula de admisión del cilindro 3 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	122
Figura 164-3.	Cabeza de pistón del cilindro 4 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	122
Figura 165-3.	Camisa del cilindro 4 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	123
Figura 166-3.	Válvula de admisión del cilindro 4 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	123
Figura 167-3.	Válvula de escape del cilindro 4 Hyundai Getz 1.4L 2011.....	123
Figura 168-3.	Bomba de aceite Hyundai Getz 1.4L 2011.....	124
Figura 169-3.	Cabeza de biela y contrapeso del cigüeñal Hyundai Getz 1.4L 2011.....	124
Figura 170-3.	Cabeza de biela, contrapeso del cigüeñal y paredes del bloque Hyundai Getz 1.4L 2011.....	125
Figura 171-3.	Engranajes de marcha, sincronizadores y árbol de transmisión Hyundai Getz 1.4L 2011.....	125
Figura 172-3.	Árbol de transmisión Hyundai Getz 1.4L 2011.....	126
Figura 173-3.	Engranajes principales y secundarios.....	126
Figura 174-3.	Cabeza de pistón cilindro 1 Hyundai Getz 1.6L 2009.....	127
Figura 175-3.	Camisa y Válvula de admisión cilindro 1 Hyundai Getz 1.6L 2009.....	127
Figura 176-3.	Válvula de escape cilindro 1 Hyundai Getz 1.6L 2009.....	127
Figura 177-3.	Cabeza de pistón cilindro 2 Hyundai Getz 1.6L 2009.....	128
Figura 178-3.	Camisa cilindro 2 Hyundai Getz 1.6L 2009.....	128
Figura 179-3.	Válvula de escape cilindro 2 Hyundai Getz 1.6L 2009.....	129

Figura 180-3.	Válvula de admisión cilindro 2 Hyundai Getz 1.6L 2009	129
Figura 181-3.	Cabeza de pistón cilindro 3 Hyundai Getz 1.6L 2009.....	130
Figura 182-3.	Camisa y cámara de combustión cilindro 3 Hyundai Getz 1.6L 2009	130
Figura 183-3.	Válvula de admisión y camisa cilindro 3 Hyundai Getz 1.6L 2009	130
Figura 184-3.	Válvula de escape cilindro 3 Hyundai Getz 1.6L 2009	131
Figura 185-3.	Cabeza de pistón cilindro 4 Hyundai Getz 1.6L 2009.....	131
Figura 186-3.	Válvula de admisión cámara de combustión cilindro 4 Hyundai Getz 1.6L 2009	132
Figura 187-3.	Válvula de escape cilindro 4 Hyundai Getz 1.6L 2009.....	132
Figura 188-3.	Árbol de levas y balancín Hyundai Getz 1.6L 2009	133
Figura 189-3.	Resorte de retorno del balancín Hyundai Getz 1.6L 2009.....	133
Figura 190-3.	Tapa válvulas Hyundai Getz 1.6L 2009.....	133
Figura 191-3.	Bomba de aceite Hyundai Getz 1.6L 2009	134
Figura 192-3.	Contra peso, bancada y cabeza de biela Hyundai Getz 1.6L 2009	134
Figura 193-3.	Contra peso, brazo del cigüeñal y cabeza de biela Hyundai Getz 1.6L 2009 ..	135
Figura 194-3.	Engranajes de marcha y árbol de transmisión Hyundai Getz 1.6L 2009	135
Figura 195-3.	Engranaje de marcha Hyundai Getz 1.6L 2009.....	136
Figura 196-3.	Engranajes de marcha y sincronizadores Hyundai Getz 1.6L 2009	136
Figura 197-3.	Sincronizadores Hyundai Getz 1.6L 2009	136
Figura 198-3.	Carcasa de la caja Hyundai Getz 1.6L 2009	137
Figura 199-3.	Cabeza de pistón cilindro 1 Toyota Stout 1978	137
Figura 200-3.	Camisa cilindro 1 Toyota Stout 1978	138
Figura 201-3.	Válvula de escape cilindro 1 Toyota Stout 1978.....	138
Figura 202-3.	Válvula de admisión cilindro 1 Toyota Stout 1978.....	138
Figura 203-3.	Cabeza del pistón cilindro 2 Toyota Stout 1978	139
Figura 204-3.	Camisa cilindro 2 Toyota Stout 1978	139
Figura 205-3.	Válvula de admisión cilindro 2 Toyota Stout 1978.....	140
Figura 206-3.	Válvula de escape cilindro 2 Toyota Stout 1978.....	140
Figura 207-3.	Cabeza del pistón cilindro 3 Toyota Stout 1978	141
Figura 208-3.	Camisa cilindro 3 Toyota Stout 1978	141
Figura 209-3.	Válvula de escape cilindro 3 Toyota Stout 1978.....	141
Figura 210-3.	Válvula de admisión cilindro 3 Toyota Stout 1978.....	142
Figura 211-3.	Cabeza del pistón cilindro 4 Toyota Stout 1978	142
Figura 212-3.	Camisa cilindro 4 Toyota Stout 1978	143
Figura 213-3.	Válvula de admisión cilindro 4 Toyota Stout 1978.....	143
Figura 214-3.	Válvula de escape cilindro 4 Toyota Stout 1978.....	143
Figura 215-3.	Balancines y resortes Toyota Stout 1978	144

Figura 216-3.	Tapa válvulas Toyota Stout 1978	144
Figura 217-3.	Engranajes de Marcha Toyota Stout 1978	145
Figura 218-3.	Engranajes de marcha Toyota Stout 1978.....	145
Figura 219-3.	Engranajes de marcha y sincronizadores Toyota Stout 1978	145
Figura 220-3.	Cabeza de pistón cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L	146
Figura 221-3.	Camisa cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	146
Figura 222-3.	Válvula de escape cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	147
Figura 223-3.	Válvula de admisión cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	147
Figura 224-3.	Orificio de bujía cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L	148
Figura 225-3.	Cabeza de pistón cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L	148
Figura 226-3.	Camisa cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	149
Figura 227-3.	Válvula de admisión cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	149
Figura 228-3.	Válvula de escape cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	150
Figura 229-3.	Cabeza de pistón cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L	150
Figura 230-3.	Camisa cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	151
Figura 231-3.	Válvula de admisión cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	151
Figura 232-3.	Válvula de escape cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	151
Figura 233-3.	Orificio de bujía cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L	152
Figura 234-3.	Cabeza de pistón cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L	152
Figura 235-3.	Camisa cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	153
Figura 236-3.	Válvulas de admisión cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L ...	153
Figura 237-3.	Válvula de escape cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	153
Figura 238-3.	Muñón de apoyo y levas Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	154
Figura 239-3.	Tapa válvulas Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	154
Figura 240-3.	Carcaza de la caja Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	155
Figura 241-3.	Engranajes de marcha Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L.....	155
Figura 242-3.	Sincronizador y engranajes de marcha Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L	156

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FORMATO DE ÓRDENES DE TRABAJO PARA LOS VEHÍCULOS

ANEXO B: EQUIPO USADO PARA LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES

ANEXO C: PREPARACIÓN DEL BOROSCOPIO PREVIO OBTENCIÓN DE IMÁGENES

ANEXO D: RECEPCIÓN DEL VEHÍCULO

ANEXO E: PASOS PREVIOS PARA LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES

ANEXO F: OBTENCIÓN DE IMÁGENES

ANEXO G: PREPARACIÓN DE LAS IMÁGENES PARA SU ANÁLISIS

ANEXO H: VADEMÉCUM DE EVIDENCIAS

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad realizar un estudio de los elementos internos de un motor ciclo Otto y caja de velocidad manual utilizando el boroscopio como una herramienta de diagnóstico, para poder realizar una inspección visual de cada uno de los elementos y diagnosticar con respecto al estado de los mismos. En esta investigación se aplicó el método descriptivo, ya que es un tipo de método cualitativo cuyo objetivo es la evaluación de características particulares en elementos específicos, en este caso fueron las piezas internas del motor y la transmisión manual de un vehículo a gasolina las que fueron sometidas al análisis respectivo mediante la inspección visual a distancia con el uso del boroscopio. Para la realización de este análisis se utilizó diez tipos de vehículos a gasolina con caja de transmisión manual, para los cuales se procedió a realizar una inspección visual a distancia con el boroscopio previamente configurado, para poder capturar una imagen de cada uno de los elementos en donde el equipo tuvo acceso. De los resultados que se obtuvieron se realizó un diagnóstico individual de cada uno de los elementos que se capturaron con el boroscopio. Se concluyó que el boroscopio es una herramienta eficaz para el diagnóstico y prevención de fallas en los elementos internos del motor y caja de velocidad. Se recomienda poseer información previa de los vehículos para poder realizar un diagnóstico eficaz de las causas de los problemas.

Palabras clave: <MOTOR CICLO OTTO>, <CAJA DE VELOCIDAD>, <BOROSCOPIO>, <INSPECCIÓN VISUAL>, <DIAGNÓSTICO>

ABSTRACT

The purpose of this research is to carry out a study of the internal elements of an Otto cycle motor and manual transmission using the borescope as a tool for a diagnosis, to be able to carry out a visual inspection of each of the elements and diagnose concerning the state of the same. In this research, the descriptive method was applied since it is a type of qualitative method whose objective is the evaluation of particular characteristics in specific elements. The internal parts of the engine and the manual transmission of a gasoline vehicle were subjected to the respective analysis by visual inspection with the borescope. To carry out this analysis, ten types of gasoline vehicles with a manual transmission, for which a visual inspection at a distance with the previously configured borescope, to be able to capture an image of each of the elements where the team had access. An individual diagnosis of the elements captured with the borescope was carried out with the obtained results. The conclusion is that a borescope is an effective tool for the diagnosis and prevention of failures in the internal elements of the motor and gearbox. It recommends getting previous information on the vehicles to carry out an effective diagnosis of the causes of the problems.

Keywords: <MOTOR CYCLE OTTO>, <GEAR BOX>, <BOROSCOPE>, <VISUAL INSPECTION>, <DIAGNOSTIC>

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el campo automotor ha crecido de manera considerable, según (Aeade, 2018) : “No existe nación que no tenga una fuerte inversión en el campo automotriz representando uno de los factores claves para la economía y el desarrollo” por lo tanto el número de automóviles se ha incrementado de manera exponencial y con ello el trabajo relacionado al campo automotor a nivel global.

El Diagnóstico automotriz es cada vez más común como técnica para preservar la vida útil del motor, es por esto que cada vez se utilizan herramientas más sofisticadas para cada uno de los elementos y sistemas del vehículo, las herramientas de diagnóstico han evolucionado con el pasar de los años, hoy en día encontramos instrumentos electrónicos adaptados al vehículo que nos permiten verificar de manera rápida si se ha originado algún problema.

El mantenimiento predictivo basado en técnicas no destructivas ha tomado mucha fuerza debido a los excelentes resultados que se pueden obtener sin ocasionar daños al motor o problemas relacionados con el empleo del mismo. El diagnóstico mediante el uso del boroscopio es un método predictivo que nos permite visualizar el estado de los elementos de los diferentes sistemas de un vehículo a los cuales no se tiene fácil acceso, verificando así el estado de los mismos y aplicando una corrección de ser necesario, evitando gastos innecesarios al propietario. (Reyes, 2018)

El desarrollo del presente trabajo de titulación de tipo investigativo consiste en estudiar y diagnosticar problemas en los elementos internos del motor y caja de velocidades utilizando el boroscopio como herramienta para optimizar los tiempos y efectividad del diagnóstico mediante inspección visual.

CAPÍTULO I

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

Hoy en día existen diferentes métodos y técnicas para diagnosticar vehículos a gasolina, mismos que combinados al uso de equipos de diagnóstico y herramientas eficaces nos permiten brindar un diagnóstico certero tanto de elementos mecánicos como de los elementos eléctricos y electrónicos. (Ordoñez, et al., 2012)

El uso del boroscopio o endoscopio automotriz como herramienta de diagnóstico está enfocada principalmente a detectar fallos tempranos que pueden provocarse en las piezas internas de los motores de combustión interna, evaluando mediante inspección visual el estado de los elementos internos fijos y móviles, para de esta manera tomar acciones que eviten que el motor sufra más daños de los que ya tiene o bien corregir de ser necesario los fallos reemplazando los elementos deteriorados. (Cualchi, 2018)

El boroscopio como herramienta automotriz es utilizada en investigaciones a nivel nacional para el diagnóstico de cabezotes de motores de combustión alternativos desarrollado por la UPS, diagnóstico de motores diésel desarrollado por la Universidad Técnica del Norte; a nivel internacional en la gestión de inspección de un motor llevado a cabo en la Universidad de Aviación Civil de Guangzhou en donde se realiza el mantenimiento predictivo de aeronaves para cumplir con los requisitos de seguridad y mantenimiento, además este equipo fue utilizado para el diagnóstico y control de motores de aviación en la Universidad de San Carlos de Guatemala. (Lemus, 2017)

1.2 Planteamiento del problema

Uno de los principales problemas del diagnóstico basado en la observación consiste en la inaccesibilidad de los elementos a analizar, ya que no siempre se tiene acceso a los mismos. Con el uso del boroscopio automotriz se optimiza el diagnóstico ya que por medio de este se pueden visualizar las condiciones de los elementos internos del motor ciclo Otto y caja de velocidad sin necesidad de desmontarlos; además de evitar una carga económica adicional y poder reducir tiempo innecesario que perjudiquen al propietario del vehículo, por ello la importancia de esta herramienta para el desarrollo de la presente investigación.

1.2.1 *Formulación de problema de investigación*

¿El uso del boroscopio como herramienta de diagnóstico de un motor ciclo Otto y una caja de velocidades del tren motriz permitirá optimizar la eficiencia y el tiempo de diagnóstico de los elementos internos?

1.2.2 *Delimitación del problema planteado*

Objeto de estudio: Elementos internos de un motor a gasolina y caja de velocidades

Campo de Acción: Diagnóstico (Estado de los elementos)

Límite espacial: Machala, Ecuador

Delimitación temporal: Año 2021

1.3 *Justificación*

El mantenimiento predictivo si bien es enfocado a motores diésel, es posible aplicarlo a motores a gasolina ya que su objetivo es alargar la vida del motor y reducir costos de mantenimiento, más aún si se trata de flotas vehiculares. (Barros, 2020)

El beneficio de usar una herramienta de diagnóstico orientada al mantenimiento predictivo como lo es el boroscopio está directamente relacionado con el tiempo y eficiencia que se emplea en diagnosticar un motor (piezas internas), ya que además de brindar un diagnóstico certero se optimiza el tiempo de trabajo.

El presente proyecto de investigación se basa en la toma y recolección de imágenes en alta resolución de los elementos internos del motor y transmisión de un vehículo a gasolina, para que mediante inspección visual se pueda verificar el estado de estos realizando así un diagnóstico sin necesidad de desmontar el motor, ni sus elementos fijos y móviles internos.

1.4 *Objetivos*

1.4.1 *Objetivo General*

Estudiar los elementos internos de un motor ciclo Otto y caja de velocidad manual del tren motriz mediante el uso de un boroscopio como herramienta de diagnóstico.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Investigar acerca de los problemas en los elementos internos del motor ciclo Otto y caja de velocidad manual.
- Recopilar imágenes del motor de ciclo Otto y caja de velocidades manual mediante el uso del boroscopio
- Analizar mediante inspección visual los problemas presentados en cada uno de los elementos del motor y la caja de velocidades manual con criterio de mantenimiento.
- Realizar un vademécum de evidencias con las muestras obtenidas de los vehículos analizados para diagnósticos posteriores que presenten síntomas o fallas similares.

1.5 (Ho) Hipótesis Nula

El uso del boroscopio como herramienta de diagnóstico de un motor a gasolina y caja de velocidades no optimiza el tiempo y la eficiencia en el diagnóstico.

1.6 (Hi): Hipótesis Alternativa

El uso del boroscopio como herramienta de diagnóstico de un motor a gasolina y caja de velocidades optimiza el tiempo y la eficiencia en el diagnóstico.

1.7 Estado del arte

En el siguiente apartado se efectuará la revisión bibliográfica en base a investigaciones ya existentes, que involucren el diagnóstico de los elementos internos de un motor ciclo Otto y una caja de velocidad del tren motriz, lo que nos permitirá adquirir el conocimiento sobre nuestro tema a desarrollar, teniendo como resultado una revisión detallada y específica, para el desarrollo del proyecto de investigación.

1.7.1 *Motor de combustión interna de ciclo Otto*

El motor de combustión interna por encendido provocado (MEP) tiene como finalidad generar energía mecánica a partir de la energía termoquímica presente en el combustible (Gasolina), la cual es la encargada de producir el movimiento del vehículo, este motor se caracteriza debido a que el inicio de la combustión encargada de realizar el aporte energético se lleva a cabo mediante una bujía encargada de generar una chispa entre sus electrodos, esta chispa debe ser controlada

para que salte en el momento justo para que se produzca una buena combustión. (Rivera, N., Chica, J., Zambrano, I., & García, C, 2017)

En un motor de encendido provocado de cuatro tiempos, la mezcla aire-combustible ingresa al cilindro en el tiempo de admisión con una proporción adecuada que debe semejarse a la estequiométrica, en ese momento el pistón se desplaza desde el punto muerto superior (PMS) hacia el punto muerto inferior (PMI), abriéndose en ese momento la válvula de admisión, luego se comprime la mezcla en donde ambas válvulas permanecen cerradas, una vez finalizado este proceso se genera la combustión por el accionar de una bujía provocando un aumento de temperatura y presión lo que genera que el pistón vuelva a bajar al PMI, al llegar al PMI se abre la válvula de escape liberando así los gases generados por la combustión de esta manera se generan cuatro procesos: 1. admisión, 2. compresión, 3. expansión y 4. escape. (Rafael, Y. & Guzmán, A, 2014)

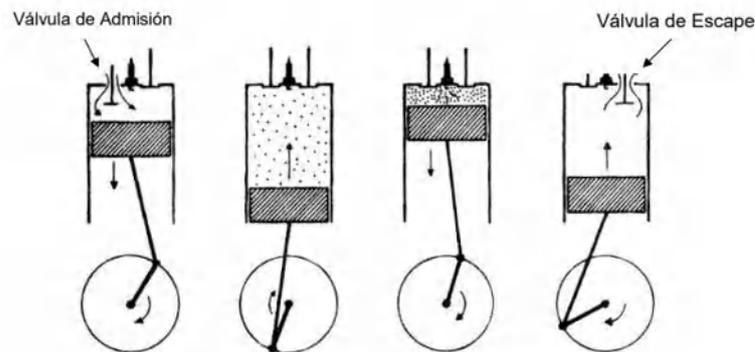


Figura 1-1. Ciclos del motor de combustión interna

Fuente: Rafael, Y. & Guzmán, A, 2014

Los motores de encendido provocado de 2 tiempos funcionan de forma similar que los motores de cuatro tiempos, la diferencia reside principalmente en que el motor de dos tiempos posee lumbreras, por lo que el cilindro tiene orificios para la admisión y el escape, en este tipo de motor los tiempos de admisión y trabajo se unen al igual que los de compresión y escape por ende por cada giro del cigüeñal se produce trabajo. (Rafael, Y. & Guzmán, A, 2014)

1.7.2 Elementos del motor de ciclo Otto

Los elementos de un motor ciclo Otto se dividen en fijos y móviles los cuales se detallarán a continuación.

Elementos fijos

1.7.2.1 *Culata*

La culata es una pieza de hierro fundido o de aleaciones de aluminio cuya función consiste en sellar la parte superior del cilindro de esta manera se evita que se produzcan fugas de compresión y escape de gases, en la culata encontramos las válvulas las bujías además de conductos internos que conectan con la admisión y el escape, en los vehículos refrigerados por agua la culata posee orificios que permiten el ingreso de líquido refrigerante para el enfriamiento del motor, La culata se encuentra unida al bloque mediante tornillos, entre ambas piezas se coloca un empaque o junta de culata metálico para evitar fugas. (ESCOBAR TAPIA, D.S., & VACA MARTINEZ, A. D, 2010)



Figura 2-1. Culata del motor

Fuente: Otero, 2017

1.7.2.2 *Junta de culata*

La junta de culata es el elemento encargado de lograr impermeabilidad entre el bloque y la culata para evitar que los gases producto de la combustión interactúen con el medio ambiente y evitar pérdidas de potencia, además que evita que el líquido refrigerante entre en contacto con el aceite lubricante por ello la importancia de este elemento. (Aristizabal, 2010)



Figura 3-1. Junta de culata

Fuente: Aristizabal, 2010

1.7.2.3 *Bloque de cilindros*

Según (Otero, 2017) el bloque de cilindros es el elemento fundamental del motor ya que es el encargado de soportar las altas fuerzas y temperaturas que se originan en el cilindro producto de la combustión.

El bloque es una aleación de hierro fundido y diversos materiales, el cual posee los cilindros y diversos conductos para permitir la disipación de calor y lubricación además que debe permitir el ensamble de varios elementos como: Los ductos de la bomba de agua, el montaje del cigüeñal, filtro de aceite entre otros. (Otero, 2017)



Figura 4-1. Bloque de cilindros

Fuente: Otero, 2017

1.7.2.4 *Carter*

El Carter es el elemento del motor el cual tiene como función principal sellar la base inferior del motor, es el lugar donde se almacena el aceite lubricante, su diseño depende de factores como el tamaño del motor y la anchura inferior de la biela generalmente es elaborado con aleaciones de aluminio que doten al elemento de resistencia, pero a la vez sean livianos y no genere una carga extra al motor. (Correa, 2018)



Figura 5-1. Carter del motor

Fuente: Otero, 2017

1.7.2.5 *Colector de admisión*

El colector de Admisión es un conducto que tiene como función permitir el ingreso de la muestra estequiométrica aire-combustible hacia el motor, su diseño depende de las características del motor condicionando el llenado de los cilindros, generalmente está fabricado con aleaciones de Aluminio y en otros casos de materiales plásticos de alta resistencia. (Granell, 2014)



Figura 6-1. Colector de admisión

Fuente: Otero, 2017

1.7.2.6 *Colector de escape*

El colector o múltiple de escape es el elemento encargado de dirigir los gases producidos por la combustión hacia el exterior del motor para todos los cilindros, además controla los niveles de fuerza y presión de los gases generalmente este elemento es fabricado con fundición de hierro para soportar las altas temperaturas a las que el colector está sometido. (Tarquino, y otros, 2014)



Figura 7-1. Colector de escape

Fuente: Tarquino, y otros, 2014

Elementos móviles

1.7.2.7 Válvulas

Las válvulas de asiento se encargan de abrir y cerrar el paso que conectan los colectores con la cámara de combustión generalmente las válvulas son discos planos un vástago largo de metal, el vástago se encarga de empujar el disco para abrir la válvula y su retorno se efectúa mediante un muelle mientras la válvula no sea presionada, el mecanismo que acciona las válvulas es el árbol de levas por medio de un balancín. (Asensio, 2012)

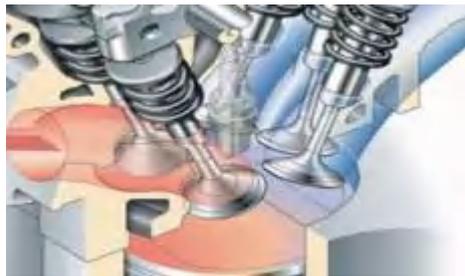


Figura 8-1. Válvulas de Asiento

Fuente: Asensio, 2012

1.7.2.8 Balancines

Según (Alvarado, 2014): los balancines son elementos de regulación que poseen un esparrago roscado y una tuerca blocante, la misma que es la encargada de crear la holgura entre el asiento de la válvula y el balancín para evitar que el efecto térmico active las válvulas.

El balancín es un elemento de hierro que tiene como función empujar la cola de las válvulas para provocar la apertura, estos se accionan por el árbol de levas y retornados a su posición original por la acción de un resorte, los balancines se ubican en un eje denominado “eje de balancines”.



Figura 9-1. Balancín

Fuente: Alvarado, 2014

1.7.2.9 *Árbol de levas*

El árbol de levas es un eje que gira en solidario con el cigüeñal, que como su nombre lo indica contiene las levas las cuales son las encargadas de abrir y cerrar las válvulas, generalmente son elaborados por fundición de aleaciones de hierro, las dimensiones del árbol de levas dependen del accionar de las levas para ello se emplean diferentes sistemas de transmisión para cada tipo de motor. (Mena, 2015)



Figura 10-1. Árbol de levas

Fuente: Mena, 2015

1.7.2.10 *Cigüeñal*

El cigüeñal forma parte de los componentes más importantes del motor ya que tiene como función convertir el movimiento lineal del pistón generado por el trabajo de la combustión en un movimiento circular mediante la biela, es decir es el encargado de generar el movimiento circular que hará que el vehículo se mueva. (Kemipizulu, 2010)

El cigüeñal está compuesto de los siguientes elementos:

- 1- Muñón De Biela
- 2.- Contrapeso
- 3.- Ubicación que Ocupa la Biela en los muñones
- 4.- Muñones De Bancada (Lado Que Indica El Lado Del Volante)
- 5.- Agujero De Lubricación
- 6.- Muñón De Biela
- 7.- Contrapeso
- 8.- Lado Del Eje Que Indica El Frente Del Motor

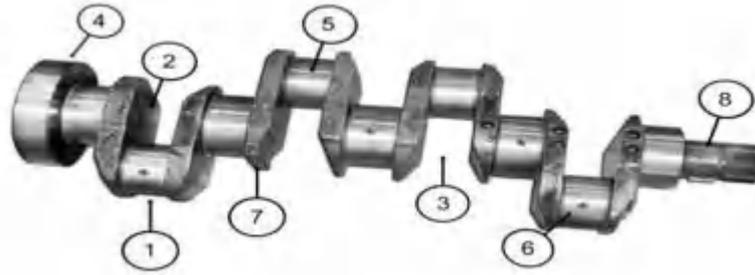


Figura 11-1. Cigüeñal

Fuente: Otero, 2017

1.7.2.11 Pistón

El pistón es un elemento móvil ubicado al interior del cilindro tiene como función recibir la energía producida por los gases de la combustión para realizar un movimiento lineal. La cabeza del pistón soporta directamente la combustión por lo que está sometida al proceso de dilatación. Hoy en día los pistones están elaborados por aleaciones de aluminio, lo que permite disipar el calor de mejor manera debido a su bajo peso. El pistón consta de tres segmentos cuya función se detallará a continuación. (Otero, 2017)

Dos segmentos de compresión los cuales se ubican en la cabeza del pistón tienen como finalidad evitar que haya pérdidas de presión es decir estos generan una estanqueidad, recibiendo directamente la energía producida por la combustión. El tercer segmento se encarga de lubricar el cilindro además de retirar los excesos de aceite, el mismo se encuentra ubicado por debajo de los segmentos de compresión.

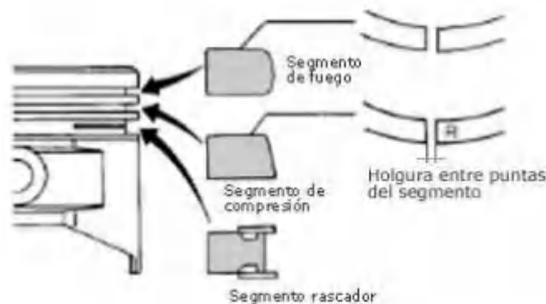


Figura 12-1. Pistón y sus segmentos

Fuente: Otero, 2017

1.7.2.12 Biela

La biela es un elemento que tiene como función establecer uniones articuladas en sus extremos, generalmente consiste en una barra rígida que permite la unión de operadores como el pistón y el cigüeñal, la cabeza de la biela es la que permite el movimiento giratorio mientras que el pie de

biela permite el movimiento lineal, generalmente suelen fabricarse de acero forjado para soportar los esfuerzos de tracción, compresión y flexión. (Burgos, y otros, 2018)

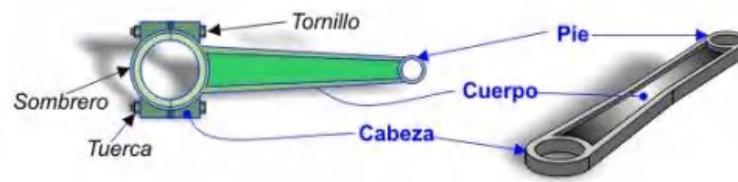


Figura 13-1. Biela y sus partes constitutivas

Fuente: Burgos, y otros, 2018

1.7.2.13 Volante de Inercia

El volante de inercia es un elemento giratorio encargado de almacenar energía mecánica para luego cederla en poco tiempo, su funcionamiento se basa en un principio de la física, los cuerpos que están en movimiento tienden a permanecer en movimiento, el volante de inercia tiene como función ayudar a suavizar la operación del motor absorbiendo y disminuyendo los impulsos de potencia, este se encuentra unido a la transmisión a través del embrague. (Marinier, y otros, 2016)



Figura 14-1. Volante de inercia

Fuente: Marinier, y otros, 2016

1.7.3 Caja de velocidad manual

La caja de velocidad o la caja de cambios manual consiste en una caja elaborada de acero de fundición o aleaciones de aluminio que contiene en su interior un conjunto de grupos o pares de engranajes que se accionan mediante un elemento externo (palanca de cambios) para multiplicar o desmultiplicar la velocidad del vehículo de esta forma, se puede aprovechar el máximo rendimiento del motor, sin la utilización de las cajas de velocidad las rpm del motor se entregarán directamente a las ruedas al igual que el par por ellos las cajas de velocidades se utilizan con el

fin de obtener el par de motor necesario para cada una de las condiciones, en otras palabras, la caja funciona como un transformador tanto para la velocidad como para el par. (Sarmiento, 2015)



Figura 15-1. Caja de velocidad manual

Fuente: Sarmiento, 2015

1.7.3.1 *Elementos de una caja de velocidad manual*

1.7.3.2 *Sincronizadores*

Los sincronizadores dentro de la caja de velocidad manual cumplen con la función de igualar las velocidades del eje secundario con el piñón a enclavar, estos generalmente constan de un dentado interno lo que les permite engranarse, de esta manera se puede seleccionar la marcha necesaria, el sistema de sincronización junto con el punto muerto permiten al usuario seleccionar la marcha en cualquier orden moviendo la palanca de velocidad de un lugar a otro, sin embargo esto puede repercutir en altas pérdidas de rpm si se pasara de una segunda marcha a la quinta, caso contrario si se bajara de quinta a segundo las rpm se disparan debido a la alta velocidad en este caso el sincronizador no permite que ingrese la marcha por que no se igualarían las velocidades de esta manera se puede proteger al motor. (Barahona, y otros, 2012)

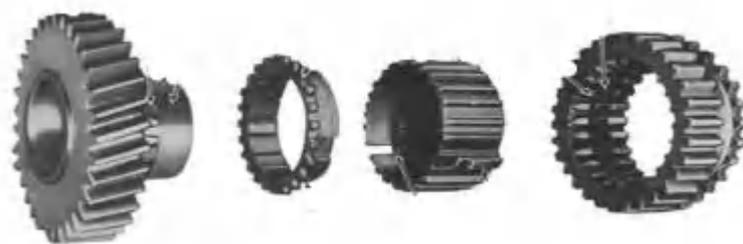


Figura 16-1. Sincronizador y su despiece

Fuente: Barahona, y otros, 2012

1.7.3.3 *Cojinetes*

El elemento donde se apoya un eje para que este pueda girar se denomina cojinete, siendo una superficie plana de forma cilíndrica generalmente son de un material antifricción, pero al mismo tiempo muy resistentes. En una caja de velocidad para los ejes (árbol de entrada, eje secundario y árbol principal) se requiere de apoyos muy sólidos para ello se utiliza cojinetes de bolas, cojinetes de rodillo y cojinetes de agujas, los mismos que deben soportar esfuerzos prolongados, girar a grandes velocidades por ello este tipo de cojinetes son piezas robustas y sobre dimensionadas, generalmente son elaborados con aceros determinados al cromo y níquel. (Sarmiento, 2015)



Figura 17-1. Cojinete

Fuente: Sarmiento, 2015

1.7.3.4 *Piñones*

Son los encargados de multiplicar o desmultiplicar la velocidad y para del motor, su tamaño y posición influyen directamente en la conversión, generalmente son ruedas dentadas helicoidales u oblicuos, los piñones son montados directamente en los árboles, para cada conversión específica. (TEPNUM, 2019)



Figura 18-1. Piñones

Fuente: Barahona, y otros, 2012

1.7.3.5 *Árboles o ejes de transmisión*

Son los encargados de recibir el par y velocidad del motor para luego convertirlos mediante los piñones, generalmente en una caja de transmisión manual se puede encontrar 3 tipos de árboles: árbol primario encargado de recibir directamente el giro del motor, el árbol secundario consta de varios piñones flotantes (uno para cada marcha) que permiten seleccionar la marcha por medio de los sincronizadores (TEPNUM, 2019)

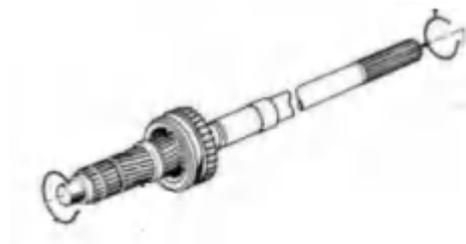


Figura 19-1. Árbol o eje de transmisión

Fuente: TEPNUM, 2019

1.7.3.6 *Horquilla*

Según (El Tiempo, 1997) :Es la encargada de desplazar el conjunto mecánico de los sincronizadores para poder seleccionar la marcha requerida.

1.7.3.7 *Varilla selectora*

Es la encargada de recibir el movimiento del conductor por medio de la barra de cambios para desplazar las horquillas que van a mover los sincronizadores para poder seleccionar la marcha requerida. (El Tiempo, 1997)

1.7.4 *Boroscopio industrial*

El boroscopio industrial es una herramienta de inspección visual que permite acceder a áreas de difícil o imposible acceso para el ojo humano mediante una inspección visual remota o a distancia, el término boroscopio es utilizado para describir una serie de herramientas que permiten realizar inspecciones internas mediante imágenes o videos. (ViewTech, 2019)

1.7.4.1 *Partes del Boroscopio*

El boroscopio consta principalmente de tres partes, las cuales se detallarán a continuación:

Elemento de obtención de imágenes: generalmente consta de un lente o una o varias cámaras que se ubican al extremo de la herramienta, su calidad de imagen como funciones adicionales dependen de la aplicación y costo de la herramienta.

Tubo de inserción: es el encargado de aumentar la distancia de acceso a los elementos de diagnóstico, la distancia, rigidez y otras características dependen de la aplicación.

Elemento de visualización: es el encargado de visualizar lo que la cámara o el lente está captando en ese momento además de prestar funciones como toma de imágenes y videos para su posterior estudio. Este elemento puede incluir la misma herramienta o puede observarse desde un elemento externo como un teléfono o computadora.



Figura 20-1. Partes del Boroscopio

Fuente: Stanley, 2018

1.7.4.2 *Aplicación del boroscopio industrial*

El boroscopio es utilizado en varios campos industriales tales como la aviación, aeroespacial, automoción, refinación, generación de energía, en el proceso de fundición de metales, electrónica, armamento entre otros para ello los boroscopios varían sus características como su longitud, diámetro y funcionalidad.

1.7.4.3 *Tipos de Boroscopios*

En la actualidad existen un sin número de adaptaciones de boroscopios para cada aplicación, a continuación se detallarán los tipos según sus características:

Boroscopio Rígido

Se denomina boroscopio rígido cuando el tubo de inserción solo se puede mover en línea recta es decir no se puede flexionar, este tipo de boroscopio es utilizado para inspecciones de tuberías o armamentos, generalmente tienen la forma de un telescopio alargado, se caracterizan por poseer

una imagen de altas prestaciones que se visualiza a través de un lente con la particularidad que poseen varios tipos de ángulos. (Advancedturbinesupport, 2018)

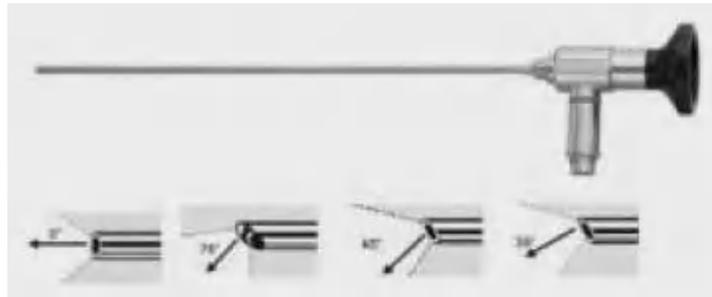


Figura 21-1. Boroscopio Rígido

Fuente: ViewTech, 2019

Boroscopio Semi-Rígido

Los boroscopios semi-rígidos son la evolución de los rígidos, puesto que ofrecen la función de flexionarse debido a sus capacidades tecnológicas de esta manera se puede acceder a lugares de mayor complejidad, generalmente son más duraderos, pero suelen tener menor calidad de imagen comparado con sus antecesores, este tipo de boroscopios pueden dividirse en Fibroscopios que son fabricados con hembras de vidrio muy delgadas, para su visualización poseen un lente donde se proyecta la imagen del lente. (Advancedturbinesupport, 2018)



Figura 22-1. Boroscopio Semi-Rígido

Fuente: ViewTech, 2019

Videoscopio

Es de características similares al fibroscopio debido a que el tubo de inserción es fabricado con fibras que permiten flexionarse, la diferencia es que este tipo de boroscopio incorpora una cámara que permite capturar directamente la imagen de inspección y transmite electrónicamente para su

visualización, lo que repercute en una imagen de mayor resolución que depende de la calidad del dispositivo.



Figura 23-1. Videooscopio

Fuente: ViewTech, 2019

1.7.4.4 *Videooscopio o Boroscopio Automotriz*

Es una herramienta derivada del boroscopio industrial para aplicación automotriz, el cual tiene como función poder realizar una inspección visual a distancia de los elementos del vehículo, para así poder emitir un diagnóstico, el boroscopio automotriz se adapta a las condiciones del vehículo, puesto que es de un diámetro de (5-7) mm que permite acceder a lugares muy pequeños además resiste a altas temperaturas y soporta pequeños golpes que se pueden presentar durante la inspección. (Tonsom, 2013)

En el campo automotriz el boroscopio permite diagnosticar fallas como rupturas, excesos de carbonización, desgaste, corrosión, etc. Sin la necesidad de realizar un desmontaje extenso de los elementos lo que ayuda a proteger a los elementos de problemas y costos adicionales relacionados con el desmontaje. (FiberScope, 2017)



Figura 24-1. Boroscopio Automotriz

Fuente: Amazon, 2019

1.7.4.5 *Ventajas del boroscopio Automotriz*

El boroscopio automotriz posee varias ventajas para el diagnóstico a continuación se detallarán las más importantes:

- Compacto, flexible y fácil de transportar, el tubo de inserción es de tamaño muy reducido para llegar a lugares de difícil acceso.
- Intuitivo y fácil de manejar por lo que facilita el proceso de diagnóstico.
- La movilidad del instrumento puede mejorar la eficiencia y tiempo de diagnóstico.
- Se reducen los costos de reparación y daños ocasionados por el desmontaje excesivo de los elementos. (Yateks, 2019)

1.7.4.6 *Diagnóstico mediante boroscopio Automotriz*

El uso del boroscopio como herramienta de diagnóstico en automóviles se ha ido incrementando para el diagnóstico y detección de fallas mediante inspección visual a continuación detallaremos algunas de las pruebas que se pueden realizar mediante el boroscopio.

Control de carbonización en la cabeza del pistón y Bujías

Para realizar un control de los niveles de carbón en la cabeza del pistón y bujías, el proceso se lo realizaba por medio del desmontaje de todos los elementos del motor, con el uso del boroscopio se puede reducir el peso desmontando las bujías para luego introducir la cámara y realizar la evaluación de las condiciones. (Yateks, 2019)



Figura 25-1. Carbonización de Pistón y bujías

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

La figura anterior nos muestra la acumulación de carbonilla en la cabeza del pistón y las bujías.

Detección de obstrucciones, perforaciones y corrosión en el interior de los diferentes conductos en el vehículo.

Con el uso del boroscopio es posible detectar si en el interior de los conductos, se encuentra alguna anomalía como una obstrucción, rupturas, perforaciones u otra anomalía, lo que puede generar problemas adicionales, a continuación, se presenta un diagnóstico al interior del tubo de escape donde se presenta una perforación y rasgos de corrosión. (Yateks, 2019)

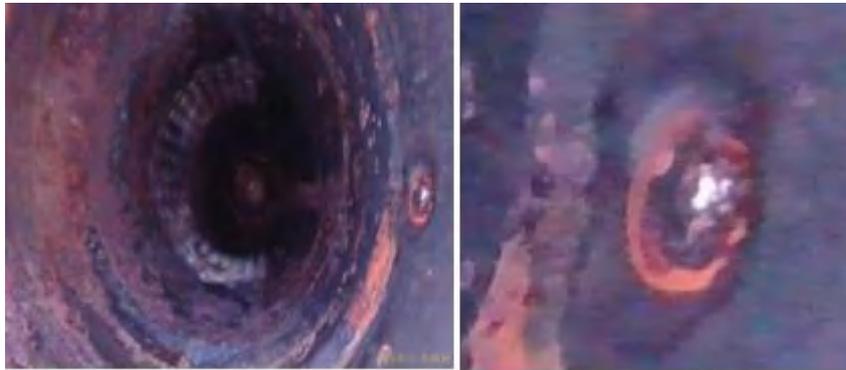


Figura 26-1. Corrosión y perforación dentro del tubo de escape

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Problemas de manufactura en fundición y soldadura

Con el boroscopio se puede diagnosticar si existe imperfecciones, grietas o agujeros superficiales en los puntos de soldadura, así como observar si existen imperfecciones relacionadas con el proceso de fundición.



Figura 27-1. Defecto en el proceso de soldadura

Fuente: Gostev, 2019

En la figura mostrada se puede observar un defecto en el proceso de soldadura.

Ralladuras y perforaciones en las paredes del cilindro

Con el uso del boroscopio se puede observar si se encuentra algún defecto en las paredes del cilindro que puedan afectar al rendimiento del motor, para realizar las acciones necesarias y evitar daños mayores en el motor.

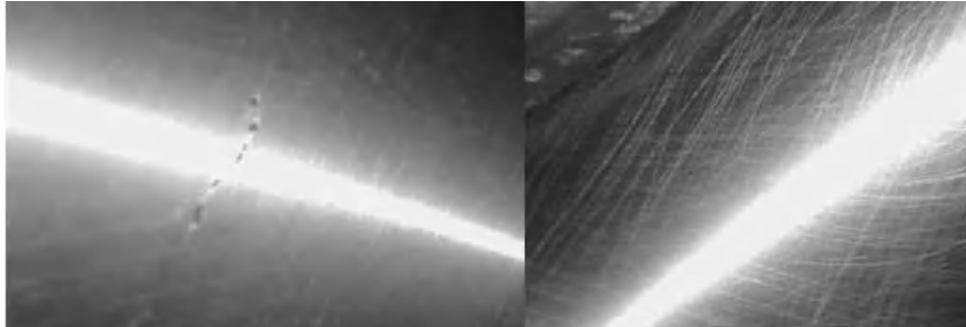


Figura 28-1. Perforación y ralladuras en las paredes del cilindro

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

En la figura anterior se muestra una perforación y ralladuras respectivamente en las paredes del cilindro esta imagen fue apreciada con la cámara del boroscopio.

Deformidades en los elementos del vehículo

Mediante el boroscopio se puede observar aspectos que afecten al rendimiento del vehículo, como piezas en mal estado, corrosión u otro defecto producto del desgaste y uso del mismo.



Figura 29-1. Corrosión en la cabeza del pistón y doblado de válvulas

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

En la figura anterior se puede observar que una de las válvulas del motor se encuentra doblada lo que denota un problema severo en el motor, además se puede observar corrosión en la cabeza del pistón un daño ocasionado por el ingreso Agua o de líquido refrigerante a la cámara de combustión.

1.7.5 Problemas y fallas que se presentan en los elementos del motor y caja de velocidad

Para el diagnóstico de los elementos de elementos del motor y caja de velocidad es necesario conocer los problemas y defectos que se pueden generar dentro de los mismos, que a continuación se detallarán:

1.7.5.1 Carbonización

El proceso de combustión interna de los motores no es perfecto puesto que el 25% de la energía producida es utilizada para generar el trabajo, el resto de la energía es desperdiciada en forma de calor, residuos sólidos como la carbonilla y gases contaminantes como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. Por ello la carbonilla se va acumulando rápidamente en los elementos que interfieren en la combustión, tamponando y adhiriéndose generan una pérdida de potencia del motor y en ocasiones daños graves al motor. La solución a este problema involucra un proceso de descarbonización que se debe realizar periódicamente. (TalleresCuenca, 2017)

Causas: Los factores que producen un incremento en la formación de la carbonilla son la calidad del combustible, el funcionamiento de los vehículos a bajos regímenes, el paso de aceite a la cámara de combustión y residuos de resina por los aditivos del combustible.

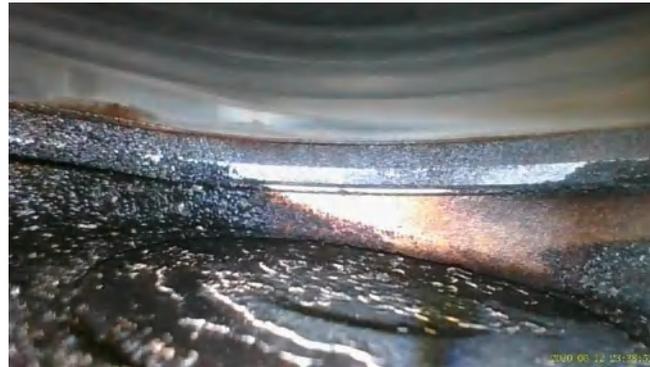


Figura 30-1. Acumulación de carbonilla en asiento de las válvulas

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

En figura anterior se evidencia la acumulación de carbonilla en el asiento de la válvula de admisión, lo cual provoca que la válvula no selle bien y se produzca una pérdida de compresión en la cámara de combustión generando pérdida de potencia.

1.7.5.2 Corrosión

La corrosión en los vehículos surge por la generación de ácido sulfúrico en los elementos, el ácido sulfúrico se genera por la combinación de azufre y agua presentes en combustible, la corrosión puede generar daños graves puesto que se adhiere en los elementos y no permite una buena lubricación, generando mayor desgaste y por ende acortando la vida útil de los elementos. (Bardahl)

Causas: La causa relacionada con la generación de corrosión son el exceso de azufre en los combustibles, la humedad generada por el agua presente en el combustible, factores como el paso de líquido refrigerante a la cámara de combustión, mala calidad del aceite, Etc.



Figura 30-1. Corrosión generada en las paredes del cilindro

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

En la figura anterior se observa corrosión en las paredes del cilindro, lo que no permite la correcta lubricación generando ralladuras y desgaste.

1.7.5.3 Erosión

La erosión en los elementos metálicos es responsable de las picaduras generadas por cavitación de los elementos móviles en las paredes del cilindro por el movimiento contradictorio que se da entre cigüeñal y el pistón, de esta manera se genera vibración produciendo burbujas en las camisas, estas burbujas generan una implosión lo que hace que se desprendan pequeñas partes de la camisa generando pequeños orificios “picaduras”. Estas picaduras con el paso del tiempo pueden generar perforaciones en las camisas lo que repercutirá en un daño grave para el motor. (Sánchez, 2011)

Causas: Producto de la cavitación, mala calidad del lubricante.

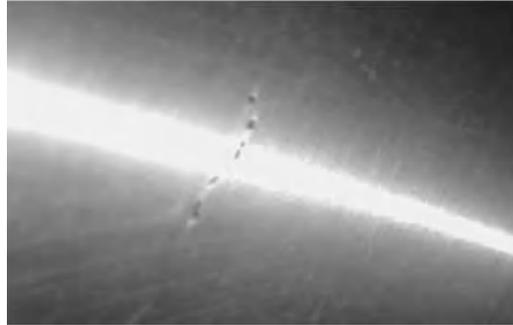


Figura 31-1. Erosión generada en las paredes del cilindro

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

1.7.5.4 *Problemas causados por la tribología del Aceite*

El aceite lubricante es esencial para la vida útil del motor de combustión interna por ello la tribología del aceite se encarga del estudio de la fricción entre dos cuerpos, el desgaste natural que estos producen y la lubricación para disminuir el desgaste, por ello es importante entender el papel que juega el aceite lubricante en la protección del motor, por ello se debe utilizar aceite lubricante que cumpla con los requisitos del motor, además de revisar los niveles del mismo y realizar los cambios en el tiempo establecido a continuación se presentará los daños que puede ocasionar un aceite de mala calidad o que se encuentre deteriorado. (TotalEspaña, 2018)

Gripado del motor

Uno de los problemas más graves que se pueden presentar en el motor puesto a que el mismo podría quedar inservible, además los precios de reparación pueden ser muy altos, por ello es de importancia revisar que el aceite lubricante sea de calidad, debido a que se puede generar espuma y grumos que evitarían que el aceite lubrique las paredes del pistón lo que originaría que el pistón se funda con el cilindro dejándolo inservible además si lubricación es deficiente las bielas rozarían con el cigüeñal, llegando a fundir el cigüeñal o muchos casos quebrar el mismo. (CarandDrive, 2019)

Gripado del árbol de levas

Cuando el aceite lubricante deja de trabajar correctamente en la lubricación del árbol de levas se produce un roce directo contra la culata lo que puede generar daños irreversibles, que dejen inservible al elemento, para ello se lo debe reemplazar lo que involucraría gastos económicos severos. (CarandDrive, 2019)

Daños en la Cadena de distribución

En el caso de los vehículos que utilizan cadena de distribución es importante realizar el cambio oportuno del aceite debido a que si el tensor de la misma no se encuentra bien lubricado puede originar que la cadena no se tense correctamente, lo que originaría un desfase en la distribución con el cigüeñal desencadenando en una mala sincronización que originaría una contra explosión, golpeteo de válvulas contra el pistón, dañando los elementos del motor. (TotalEspaña, 2018)

Acumulación de depósitos de Aceite

Las acumulaciones de aceite o depósitos de aceite se generan por la adherencia de los aceites lubricantes a los elementos del motor, los mismos se puede producir debido a ciclos de conducción muy cortos, al poco uso del vehículo, suciedad del aceite, zonas con elevadas temperaturas que hace que el aceite lubricante se adhiera a los elementos o por desgaste natural de los elementos, una acumulación de aceite en los elementos puede producir una pérdida del desempeño por lo que se debe evitar para un buen funcionamiento. La acumulación se caracteriza por su color rojizo amarillento, una manera de evitar esta acumulación es realizar los cambios de aceite en el momento oportuno y evitar realizar ciclos de conducción muy cortos. (Bardahl)



Figura 32-1. Acumulación de depósitos de aceite en la caja de velocidad Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

1.7.6 Diagnóstico de motores de ciclo Otto

En la actualidad existen distintos métodos, herramientas y equipos que facilitan el diagnóstico frente a una falla en un motor de combustión interna; no obstante, para el diagnóstico de los elementos internos hace falta desmontar el motor completamente para observar y determinar el/los elementos que provocan la falla y proceder a reparar o cambiarlos de ser necesario para que

el motor funcione correctamente, o en su defecto montar el motor en el vehículo sin realizar cambios internos. (Luis, 2009)

El diagnóstico en los motores de combustión interna puede ser no del tipo intrusivo como por ejemplo el diagnóstico computarizado mediante escáner automotriz u osciloscopio evaluando así el funcionamiento del motor según los parámetros de la ECU y las señales de los diferentes sensores; y del tipo intrusivo mediante el cual debemos desmontar elementos del motor para acceder a sus piezas internas y diagnosticarlas como por ejemplo desmontar el cabezote de un vehículo para evaluar sus válvulas y pistones. (González Valdés, et al., 2010)

1.7.6.1 *Diagnóstico de los elementos internos del motor de ciclo Otto*

El diagnóstico de los elementos internos de un motor ciclo Otto abarca inspeccionar de forma visual todas las piezas que lo constituyen, es decir elementos fijos y móviles evaluando así su estado para determinar si es necesario un reemplazo de componentes o un reajuste de estos.

1.7.6.2 *Diagnóstico del monoblock o bloque motor*

Es un componente fijo y la pieza más grande del motor en donde se alojan todos los componentes y mecanismos de este; el diagnóstico de este elemento es posible realizarlo tanto por inspección visual externa e interna. (González Valdés, et al., 2010)



Figura 33-1. Fisura en una camisa de bloque motor

Fuente: EcoVehículosColombia, 2019

Falla: Motor mezcla y/o consume aceite y líquido refrigerante

Diagnóstico: Posible fisura entre las camisas de uno o varios cilindros del motor y del bloque provocando una fuga de refrigerante hacia los cilindros o bien de aceite hacia las cavidades por donde circula el líquido refrigerante; en el funcionamiento el motor pierde fuerza y se evidencia humo blanco en el escape además de un exceso de temperatura en el motor.

Falla: Fuga aceite del motor

Diagnóstico: Posible fisura en parte inferior del bloque motor



Figura 34-1. Presencia de aceite en depósito del refrigerante

Fuente: Donaire, 2013

1.7.6.3 Diagnóstico de las camisas de cilindros

Las camisas se encuentran ubicadas en los cilindros (cavidades del bloque motor donde suben y bajan los pistones); en cada cilindro se encontrará una camisa (pieza cilíndrica especialmente fabricada) por donde se desplazará el pistón, su función es disipar el calor junto con el sistema de enfriamiento. (González Valdés, et al., 2010)

El diagnóstico de esta pieza se realiza mediante inspección visual y generalmente es necesario desmontar el cabezote del motor para ello.

Falla: Elevada temperatura de funcionamiento del motor o este se apaga por exceso de temperatura

Diagnóstico: Consumo de líquido refrigerante del motor que puede ser por un empaque del cabezote soplado o por fisuras en las camisas de los cilindros; esta falla se evidencia más cuando se nota la presencia de agua en exceso por el escape lo que requiere reparar el motor.

Esta falla se presenta además cuando el termostato no trabaja adecuadamente o bien el electroventilador o ventilador no se activa para enfriar el radiador.

Falla: Motor no arranca bien frío o caliente, inestable en ralentí o a altas rpm, uno o varios cilindros no funcionan.

Diagnóstico: Falta de compresión en uno o varios cilindros, camisas pueden estar rayadas, desgastadas o fisuradas.



Figura 35-1. Camisa con excesivas rayaduras

Fuente: Waldhauer, et al., 2004



Figura 36-1. Pistón con ralladuras producidas por la camisa

Fuente: Waldhauer, et al., 2004

Falla: Motor consume aceite y se evidencia humo azul por el escape

Diagnóstico: El aceite del motor está fugándose a la cámara de combustión por consecuencia de una falta de sellado y excesivo desgaste de las paredes de los cilindros.

Falla: Motor no se mueve al dar arranque y golpea al hacerlo, pierde velocidad en ruta y tiene un sonido de rozamiento de metales.

Diagnóstico: Motor gripado o fundido, las camisas presentan una coloración púrpura o café debido al recalentamiento y es necesario repararlo en su totalidad.



Figura 37-1. Gripado de motor

Fuente: RO-DES, 2016



Figura 38-1. Bloque del motor en perfectas condiciones

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

1.7.6.4 *Diagnóstico de cabezote*

Usado como tapa de los cilindros y además de soporte otros componentes, su junta sirve para sellar la compresión interna de cada uno de los cilindros. (Luis, 2009)



Figura 39-1. Comprobación de la superficie plana del cabezote

Fuente: Tenerife, 2014

Falla: Motor consume líquido refrigerante y se evidencia humo blanco en el escape

Diagnóstico: Posible empaque del cabezote soplado o deteriorado provocando fuga de líquido refrigerante hacia uno o varios cilindros

Falla: Motor pierde potencia

Diagnóstico: Fugas en cabezote por mal asentamiento, empaque soplado o quemado, cabezote deformado por exceso de temperatura o un incorrecto ajuste.

Falla: Motor golpea

Diagnóstico: Cabezote mal ajustado, exceso de carbonilla



Figura 40-1. Cabezote reparado con asientos de válvulas nuevos

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

1.7.6.5 *Diagnóstico de válvulas de admisión y escape*

En base a los ciclos de funcionamiento del motor, las válvulas tanto de admisión y escape permitirán o impedirán el ingreso de la mezcla aire-combustible y liberarán o sellarán de igual manera la salida de los gases de escape producto de la combustión. (Gamboa, 2020)

Falla: Motor pierde potencia

Diagnóstico: Pérdida de compresión por válvulas defectuosas o desgastadas

Falla: válvula de escape se queda pegada abierta

Diagnóstico: Flota balancines entre árbol de levas y barra de empuje, válvula presenta acumulación de carbonilla en el asiento o resinas por el combustible, vástago de la válvula doblado.

Falla: Rotura del vástago de válvula provocando sonido de fricción de metales

Diagnóstico: Montaje incorrecto del resorte de las válvulas, montaje de válvulas desgastadas, montaje de resortes de válvulas desgastadas.



Figura 41-1. Orificios de válvulas de admisión y escape

Fuente: Gamboa, 2020

Falla: Funcionamiento irregular del motor, ruido mecánico en el tren de válvulas

Diagnóstico: Temperatura anormal en la cámara de combustión por presencia de exceso de oxígeno

Falla: Arranque dificultoso, pérdida de potencia, humo azul en el escape en marcha lenta

Diagnóstico: acumulación de carbonilla en válvula de admisión, excesivo lubricante en el motor, aceite lubricante desgastado o de grado incorrecto



Figura 42-1. Válvula rota por desgaste

Fuente: MS-motorservice



Figura 43-1. Válvulas de admisión y escape nuevas

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

1.7.6.6 Diagnóstico de árbol de levas

Es una pieza fabricada de hierro fundido instalado en el bloque del motor o el cabezote, en el árbol se encuentran las levas que regulan y controlan el movimiento de las válvulas de admisión y escape por medio de la distribución; la velocidad de giro de éste es la mitad del cigüeñal. (Luis, 2009)



Figura 44-1. Defecto en árbol de levas

Fuente: METALJET, 2016

Falla: Motor no arranca o arranca con dificultad

Diagnóstico: Posible gripado o quebrado del árbol de levas, desgaste de las levas, desmesurado juego axial del árbol de levas.

Falla: ruido de traqueteo o golpeteo

Diagnóstico: Si el ruido no afecta al funcionamiento del motor esta falla se relaciona con un mal acoplamiento de engranajes, excesivo juego de casquillos o soportes que afectan a un desmesurado juego axial del árbol de levas



Figura 45-1. Árbol de levas en buen estado

Fuente: Coronado, 2019

Falla: Sonido similar a chillido o de ruido metálico

Diagnóstico: Probable gripado del árbol de levas o rotura de una de las levas lo que provocará un bajo rendimiento repentino en el motor



Figura 46-1. Defecto en levas por fatiga

Fuente: Coronado, 2019

1.7.6.7 Diagnóstico de pistones

Son émbolos fabricados de aluminio o aleaciones que poseen ranuras para anillos de compresión y aceite, transmiten la fuerza producto de la combustión aire-combustible a la biela y posterior al cigüeñal en un movimiento alternativo constante. (Gamboa, 2020)

Falla: Humo azul o gris en el escape, baja aceleración y consumo excesivo de aceite

Diagnóstico: anillos de compresión y aceite quemados o desgastados

Falla: Ruido extraño y anormal en el motor, golpeteo al acelerar, motor tembloroso

Diagnóstico: Pistón suelto, camisa de cilindro desgastada

Falla: Recalentamiento del motor, goteras de aceite

Diagnóstico: pistón barrido debido a una inadecuada o nula lubricación del pistón con la pared del cilindro



Figura 47-1. Pistón perforado en la cabeza

Fuente: GeriPerez, 2016

Falla: Pistones perforados por autoencendido en la cámara de combustión

Diagnóstico: Válvulas dañadas o con fugas, bujías de grado térmico inadecuado, mezcla demasiado pobre, combustible con octanaje bajo, calentamiento excesivo del motor o del aire ingresado al motor

Falla: Erosión en pared de fuego y cabeza de pistón

Diagnóstico: Combustible inadecuado o de baja calidad, gasolina contaminada con diésel, elevada cantidad de aceite que fuga a la cámara de combustión, adelanto del encendido, mezcla pobre de combustible.

Falla: Aglomeración de carbonilla en la cabeza del pistón

Diagnóstico: Exceso de combustible inyectado en cámara de combustión, posible inyector en el cilindro se queda abierto, consumo de aceite.



Figura 48-1. Comparación entre pistón en buen estado y uno con carbonilla

Fuente: Agustín, 2007

Falla: Pistón con deformación y limalla en la superficie de la cabeza

Diagnóstico: Golpeteo de una o todas las válvulas de admisión y escape



Figura 49-1. Pistón en perfectas condiciones

Fuente: Sourcingmap, 2015

1.7.6.8 *Diagnóstico de bielas*

Es el eslabón que conecta el pistón con el cigüeñal, transmite directamente la fuerza entre el pistón y el cigüeñal para producir el movimiento de este último; cuando este elemento se desgasta afecta directamente al funcionamiento del motor provocando golpeteos internos, desgaste de otros componentes, consumo de combustible, entre otros. (Gamboa, 2020)



Figura 50-1. Bielas, cigüeñal y pistones en perfectas condiciones ensamblados en bloque motor

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Fallas: Baja compresión en uno o varios cilindros, pérdida de potencia

Diagnóstico: Biela deformada debido a que uno o varios pistones no alcanzan adecuadamente el punto muerto superior provocando una baja compresión.



Figura 51-1. Bielas deformadas

Fuente: RO-DES, 2016

Fallas: Motor se apaga de pronto con sonido de golpeteo de metales y ya no enciende.

Diagnóstico: Posible fisura o rotura en una o varias bielas

Fallas: Picado de biela

Diagnóstico: mal ajuste del encendido, mala calidad del combustible, exceso de aire ingresando a la cámara de combustión, bujías de grado térmico incorrecto

1.7.6.9 Diagnóstico de cigüeñal

Elemento encargado de transformar el movimiento lineal de los pistones en cilíndrico, y así a todos los mecanismos del motor y la transmisión del vehículo.

Falla: Ruido de golpeteo en el motor, baja presión de aceite del motor, vibraciones excesivas

Diagnóstico: Desgaste del cigüeñal o de las chapas de bancada de este

Falla: Ruido de piezas metálicas en contacto, golpe de piezas y motor se apaga

Diagnóstico: posible rotura por fatiga del cigüeñal



Figura 52-1. Cigüeñal roto

Fuente: Cigüeñal, 2017

Falla: Ruido del motor más notorio al acelerar

Diagnóstico: desgaste o ralladuras de las muñequillas por mala lubricación

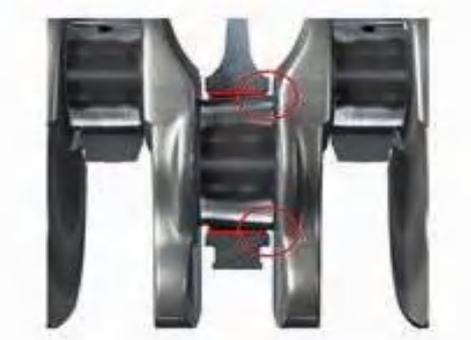


Figura 53-1. Desgaste en cojinetes de cigüeñal

Fuente: Motorservice, 2017

1.7.7 Diagnóstico de caja de velocidad manual

El diagnóstico de una caja de velocidad manual al igual que un motor de combustión interna se lleva a cabo mediante el desmontaje de esta del vehículo y el desarme de sus componentes internos para evaluarlos mediante inspección visual; es necesario este procedimiento debido a que no es posible diagnosticar si uno o más elementos sean engranajes, sincronizadores o rodamientos tiene defectos sino es posible observarlos a detalle.

Para el proceso de diagnóstico es necesario usar herramientas adecuadas que nos permitan el desmontaje y desarme de la caja de velocidad manual, ya que es la única manera de poder diagnosticarla internamente; externamente es posible diagnosticar por inspección visual verificando que no existan fugas de aceite.

1.7.8 Diagnóstico de elementos internos de caja de velocidad manual

1.7.8.1 Engranajes

Los engranajes son los elementos encargados de transmitir el movimiento desde la entrada de la caja de velocidad hacia la salida.

Falla: Ruido excesivo de la transmisión

Diagnóstico: excesiva holgura entre los engranajes o desgaste de estos por el tiempo de uso y tipo de trabajo al cual se somete. (Olivares Gavino, 2019)



Figura 54-1. Vista de engranajes de caja de cambios manual

Fuente: Mnedoza, 2019

1.7.8.2 *Cojinetes*

Los cojinetes son componentes en donde se apoyan los ejes de la transmisión.

Falla: Ruido mayor al normal en la transmisión y es más notorio al circular a altas velocidades

Diagnóstico: Desgaste de los cojinetes, falta de lubricación. (Olivares Gavino, 2019)



Figura 55-1. Cojinetes caja de cambios manual

Fuente: NSK, 2021

1.7.8.3 *Varilla selectora*

Falla: dificultad en la inserción de una o varias marchas

Diagnóstico: fallo en varilla selectora, deformación o rotura por fatiga de varilla selectora. (TEPNUM, 2019)



Figura 56-1. Caja de cambios manual
vehículo Citroën

Fuente: Sarmiento, 2015

1.7.8.4 *Horquilla*

Falla: Dificultad en inserción de marchas o marchas no se insertan

Diagnóstico: posible fallo en horquillas por deformación, desgaste o rotura. Horquillas inadecuadas para la transmisión. (TEPNUM, 2019)



Figura 57-1. Horquillas nuevas

Fuente: HIMNOSALAZAR

1.7.8.5 *Sincronizadores*

Falla: Marchas se desengranan o sueltan sin realizar movimiento alguno de la palanca de cambios

Diagnóstico: Falla en sincronizadores por desgaste o rotura por fatiga, sucede frecuentemente en vehículos cuyo kilometraje es muy extenso y no ha tenido reparación. (Olivares Gavino, 2019)



Figura 58-1. Sincronizadores en buen estado

Fuente: Alzallú Soriano, 2016

1.7.8.6 *Árbol o eje de transmisión*

Falla: Ruido excesivo de la transmisión, vehículo se detiene repentinamente, golpes metálicos en la transmisión, marchas no se insertan

Diagnóstico: posible fallo del árbol de transmisión por desgaste o rotura de este por fatiga, daño generalizado de la caja de velocidad. (TEPNUM, 2019)



Figura 59-1. Árbol de transmisión en la caja de velocidad manual

Fuente: Herrera

CAPITULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

El principal método que se utilizará en el trabajo de investigación será el descriptivo, ya que es un tipo de método cualitativo cuyo objetivo es la evaluación de características particulares en elementos específicos, en este caso serán las piezas internas del motor y la transmisión manual de un vehículo a gasolina para realizar el análisis respectivo mediante la toma de imágenes utilizando el boroscopio como herramienta para llevar a cabo el estudio.

2.1 Vehículos de prueba y sus características

Los vehículos que se tomarán en cuenta para implementación del estudio de los elementos internos del motor y caja de velocidad se detallarán en la tabla siguiente. Para el estudio se han tomado varios tipos de vehículos que cumplan con los requisitos de ser a gasolina y poseer una caja de transmisión manual.

Tabla 1-2 Vehículos de pruebas y sus características

Vehículo	Marca	Modelo	Kilometraje	Cilindrada	Observación
1	Toyota	STOUT 4X2,2004	346704	2.4L	Fallas al acelerar, motor estándar
2	Chevrolet	Corsa Evolution, 2006	252745	1.8L	Sin observaciones
3	Chevrolet	Grand Vitara TDI 147, 2006	259894	1.6L	No desarrolla adecuadamente
4	Ford	F-150 XL 4X2 2002		4.2L	Vehículo con problema en válvulas
5	Nissan	Almera, 2010		1.6L	Vehículo en proceso de reparación bomba de combustible
6	Kia	Río Xcite, 2011		1.4L	Vehículo en proceso de reparación de kit de embrague

7	Hyundai	Getz, 2011	110840	1.4L	Vehículo en buen estado
8	Hyundai	Getz, 2009	203408	1.6L	Vehículo en buen estado
9	Toyota	Stout 4x2, 1978	580034	2.0L	Consumo de líquido refrigerante
10	Chevrolet	Grand Vitara Sport, 2007	142579	1.6L	Vehículo en buenas condiciones

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

El respectivo estudio se realizará en la ciudad de Machala y Balsas en la provincia del Oro, Ecuador, en el taller automotriz (Medina e Hijos) y Electrónica y mecánica (Davis) en donde a los vehículos anteriormente mencionados se los examinará con el uso del boroscopio capturando imágenes de los elementos internos del motor y caja de cambios para su respectivo estudio, cabe recalcar que son vehículos particulares que llegan por un tipo de mantenimiento específico.

2.2 Diagnóstico mediante inspección visual

Debido a la influencia de los vehículos en la vida de las personas se han implementado varios tipos de mantenimiento que permiten a los mismos estar en buenas condiciones para su uso específico. El diagnóstico mediante inspección visual es fundamental a la hora de detectar o prevenir algún fallo, debido a que se puede dar un diagnóstico efectivo evaluando las condiciones en que se encuentra algún elemento en específico, de esta manera se evita tener que parar operaciones y ahorrar costos para el usuario. (Carbo, 2018)

En la actualidad existes varios tipos de mantenimientos por inspección visual los cuales detallarán a continuación, de manera especial en el diagnostico por inspección visual a distancia el cual se la va a trabajar en la investigación.

- Inspección visual directa.
- Inspección visual a distancia o indirecta.
- Inspección visual mediante Escáner.
- Inspección visual mediante líquidos penetrantes.
- Inspección visual por ultrasonido.
- Inspección visual mediante partículas magnéticas.
- Inspección visual mediante el método de Eddy Current.

2.2.1 Inspección visual a distancia o indirecta

La inspección visual a distancia o indirecta es la evolución de la técnica convencional en donde se hace uso de la tecnología para poder apreciar rasgos superficiales y de esta forma se puede aumentar la confiabilidad del método obteniendo mejores resultados al momento de emitir un diagnóstico, entre las principales ventajas del método destacan:

Tabla 2-2 Descripción del equipo usado

Equipo	Características
 <p>Boroscopio Automotriz Fuente: Amazon, 2019</p>	Pantalla: 5 pulgadas a color LCD
	Resolución: 1280x720
	Puerto: puerto de carga micro USB, espacio para tarjeta de memoria SD
	Luz: 4 luces led integradas en cámara y equipo
	Batería: Litio recargable de 3500mAh
	Carga: Tiempo de carga 3 a 4 horas y vida de batería 2 a 4 horas
	Idiomas: inglés, chino, alemán, francés, español, italiano, ruso, japonés.

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

- Evaluación de fallas o diagnóstico de elementos reducidos
- Llegar a lugares de difícil acceso
- Comprensión de diferentes fenómenos de degradación (Nucleom, 2018)

2.3 Equipamiento

El equipo que se utilizará para la toma de imágenes de los elementos internos del motor ciclo Otto y caja de velocidad manual es el siguiente:

2.4 Procedimiento de obtención y recolección de imágenes

Para la recolección de imágenes se procedió con la recepción de los vehículos para ellos se preparó una orden de trabajo donde especifica las condiciones del vehículo, especificaciones y los procesos de diagnóstico que se realizaran, para luego dar paso a la configuración del dispositivo y la toma de imágenes que se detallará a continuación.

2.4.1 Configuración del dispositivo

Para la configuración del boroscopio Teslong NTS500 industrial Endoscope se procede con la inserción de la tarjeta SD, que es la que nos va a permitir capturar las fotografías y videos para el estudio, luego se procede con la conexión del tubo de inserción, es importante que este procedimiento se realice con el dispositivo apagado para no generar algún defecto tanto en la lectura de la memoria como en la instalación del elemento de inserción.



Figura 1-2. Configuración del dispositivo

Fuente: Teslong, 2020

Luego se enciende el dispositivo para empezar con el diagnóstico, a continuación, se detallarán el funcionamiento de cada uno de los botones y opciones que nos muestra el dispositivo.

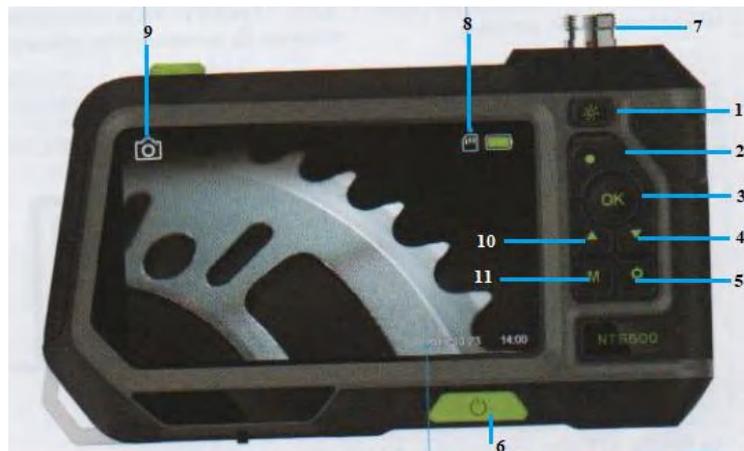


Figura 2-2. Herramientas del dispositivo y botones

Fuente: Teslong, 2020

1. Botón de control del flash de la cámara
2. Botón de captura de imágenes y videos
3. Botón de selección
4. Botón para bajar
5. Botón de configuración
6. Botón de encendido

7. Pin de conexión para el tubo de inserción
8. Visualizador de Tarjeta SD y Batería del dispositivo
9. Visualizador de modo de video o imágenes
10. Botón para subir
11. Multimedia

2.4.2 Procedimiento previo para la obtención de los datos.

Antes de la recolección de las imágenes de los elementos internos del motor y caja de cambios de los vehículos es necesario realizar los siguientes pasos:

- Se procede a desmontar las bujías del vehículo siguiendo las recomendaciones que sugiere el fabricante.
- Una vez retiradas las bujías es necesario dejar que el motor se enfríe para no ocasionar daños en el dispositivo.
- Se debe drenar el aceite del motor y caja de velocidad, para ello se debe utilizar recipientes limpios, libres de cualquier impureza, para luego del proceso volver a utilizar el mismo aceite, o cambiar por uno nuevo de ser el caso, en el caso de utilizar el mismo aceite es necesario completar el nivel debido a las pérdidas que se originan por el drenado.
- Es necesario dejar que el aceite se drene totalmente, es decir esperar el tiempo necesario antes de introducir el dispositivo.

2.4.3 Proceso de obtención de los datos

Una vez completados los pasos previos, se procede con la recolección de las imágenes:

- Se debe introducir la cámara por el conducto de las bujías, para observar los elementos en la cámara de combustión, moviendo la cámara de forma que sea posible obtener la mayor cantidad de evidencias posibles, enfocándonos en los posibles defectos de la cabeza del pitón, paredes del cilindro y válvulas, una vez realizado la toma de imágenes se debe montar las bujías en su lugar.
- Introducir la cámara en la parte superior del motor por donde ingresa el aceite o por cualquier otro acceso que depende del tipo del motor, al igual que el caso anterior se debe recolectar la mayor información de los elementos posibles.

- Se debe realizar el mismo procedimiento por la parte inferior del motor cabe recalcar que por el diseño y la disposición del fabricante en los diferentes vehículos, no se podrá tener acceso a todos los elementos, no obstante, se debe efectuar la inspección a cada uno los elementos que se pueda captar
- Para el diagnóstico de la caja de velocidad manual del vehículo se debe introducir la cámara por los orificios de ingreso y de salida del aceite; dependiendo el vehículo y tipo de caja que disponga no se podrá realizar el análisis en todos los elementos debido a su constitución, para ello se debe capturar todos los elementos posibles para realizar su análisis.

2.4.4 *Proceso de Análisis de los datos*

Los datos recolectados serán analizados de forma cualitativa, en donde se va describir las características y condiciones de los elementos que se pudo tener acceso por medio del boroscopio. Para el análisis de los datos se extrajo las imágenes desde el boroscopio hacia una computadora en donde se analizarán los defectos que se pueden presentar en los elementos que fueron obtenidos con el equipo con respecto a la investigación que se realizó previamente, los conocimientos y experiencia obtenidos a lo largo de los años de estudio.

2.4.5 *Ejemplo de la recolección de los datos*

A continuación, se reflejan los datos obtenidos en un Chevrolet Grand Vitara TDI 147 en la cámara de combustión del cilindro 1, en donde se mostrará la cabeza del pistón, la camisa y las válvulas tanto de admisión como escape.



Figura 3-2. Cabeza del pistón del cilindro 1

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

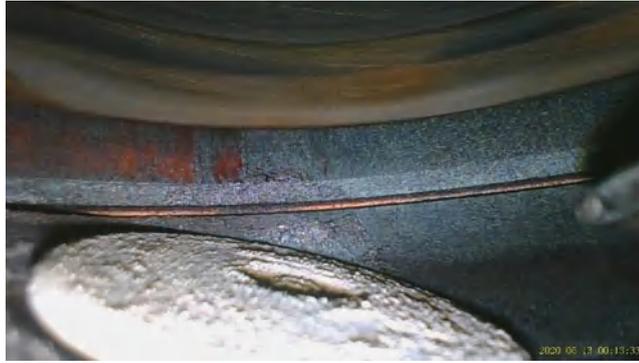


Figura 4-2. Válvula de admisión

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.



Figura 5-2. Válvula de escape

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.



Figura 6-2. Camisa del cilindro

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

CAPITULO III

3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para el análisis e interpretación de las imágenes obtenidas se ordenarán de acuerdo con los vehículos y los sistemas a analizar, empezando desde el motor hacia la caja de velocidad resaltando cada uno de los detalles encontrados.

3.1 Vehículo Toyota Stout 4x2 2004

3.1.1 *Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape*

Cilindro 1



Figura 1-3. Pistón correspondiente al cilindro 1 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Pistón 1 con carbonilla y ligera presencia de aceite sobre la superficie de la cabeza

Diagnóstico: Posible consumo de aceite del motor proveniente del cárter, exceso de combustible inyectado.



Figura 2-3. Camisa correspondiente al cilindro 1 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa en buen estado sin rayaduras o deformaciones

Diagnóstico: No se evidencian inconvenientes en la camisa.



Figura 3-3. Válvulas de admisión correspondientes al cilindro 1 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de carbonilla sobre la cabeza de las válvulas de admisión y paredes del cilindro.

Diagnóstico: Se presume exceso de combustible inyectado a la cámara de combustión, paso de aceite desde el cárter o cabezote



Figura 4-3. Válvulas de escape correspondientes al cilindro 1 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvulas de escape del cilindro 1 con presencia de coloración blanca.

Diagnóstico: Posible exceso de aire que ingresa a la cámara de combustión, mala combustión.

Cilindro 2



Figura 5-3. Pistón correspondiente al cilindro 2 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla sobre la cabeza del pistón, se percibe corrosión.

Diagnóstico: Probable exceso de combustible inyectado a la cámara de combustión, ingreso de agua al cilindro.



Figura 6-3. Camisa correspondiente al cilindro 2 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa en buen estado sin rayaduras

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 7-3. Válvulas de admisión correspondientes al cilindro 2 de Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Se evidencia presencia de carbonilla en la cabeza de válvulas y las paredes del cilindro.

Diagnóstico: Probable exceso de combustible inyectado a la cámara de combustión, altas temperatura de combustión, probable ingreso de aceite a la cámara de combustión.

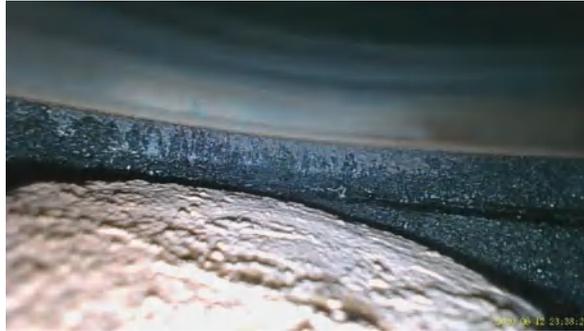


Figura 8-3. Válvulas de escape correspondientes al cilindro 2 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvulas de escape con coloración blanca, presencia de carbonilla evidente en todas las paredes del cilindro 2.

Diagnóstico: Probable consumo excesivo de combustible, inapropiadas temperaturas de combustión y además fuga de aceite a la cámara de combustión.

Cilindro 3



Figura 9-3. Pistón correspondiente al cilindro 3 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla y presencia de aceite sobre la cabeza y paredes de fuego del pistón 3.

Diagnóstico: Se presume un consumo excesivo de combustible, consumo de aceite.



Figura 10-3. Camisa correspondiente al cilindro 3 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Sin rayaduras o deformaciones evidentes

Diagnóstico: Sin inconvenientes

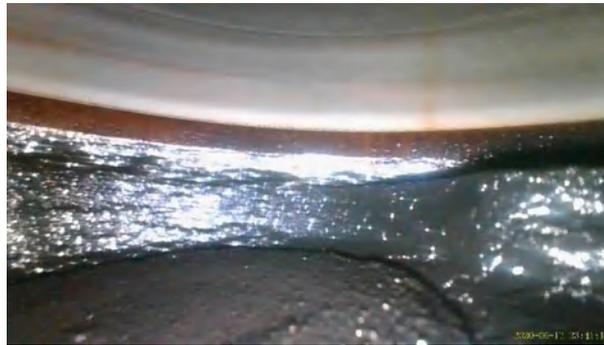


Figura 11-3. Válvulas de escape correspondientes al cilindro 3 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de aceite sobre la cabeza de la válvula y acumulación de carbonilla.

Diagnóstico: Paso de aceite a la cámara de combustión, posible exceso de combustible inyectado en el cilindro.



Figura 12-3. Válvulas de admisión del cilindro 3 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de aceite en la cabeza de las válvulas de admisión, aglomeración de carbonilla sobre ambas válvulas y en todas las paredes de la cámara de combustión.

Diagnóstico: Se presume fuga de aceite a la cámara del cilindro y mezclas de combustible no estequiométricas.

Cilindro 4



Figura 13-3. Pistón correspondiente al cilindro 4 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla y presencia de aceite sobre la cabeza del pistón y paredes de fuego.

Diagnóstico: Paso de aceite al interior de los cilindros, posible exceso de combustible inyectado.



Figura 14-3. Camisa correspondiente al cilindro 4 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Sin rayaduras evidentes, ligera presencia de coloración café en el borde el punto muerto superior

Diagnóstico: Posible exceso de temperatura de combustión.



Figura 15-3. Válvulas de admisión correspondientes al cilindro 4 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla sobre las válvulas de admisión y las paredes de la cámara de combustión.

Diagnóstico: Posible exceso de combustible inyectado en el cilindro, exceso de temperatura de combustión, posible paso de aceite al cilindro.



Figura 16-3. Válvulas de escape correspondientes al cilindro 4 de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de coloración blanca y café en válvulas de escape, acumulación de carbonilla en paredes de cámara de combustión, presencia de aceite.

Diagnóstico: Paso de aceite al cilindro, posible exceso de temperatura de combustión.

Árbol de levas



Figura 17-3. Cadena y engranaje de distribución de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cadena y engranaje de distribución en buen estado, ligeros depósitos de aceite sobre los elementos

Diagnóstico: Realizar cambios de aceite en su debido tiempo o kilometraje, se presume mala calidad de aceite lubricante



Figura 18-3. Punta frontal de árbol de levas de Toyota Stout 2004.

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Punta frontal del árbol de levas en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 19-3. Árbol de levas y cadena de distribución Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de depósitos de aceite en bancadas del árbol de levas

Diagnóstico: Se presume mala calidad de aceite lubricante usado, se recomienda cumplir con los tiempos y recorridos de kilometraje para el cambio de aceite.



Figura 20-3. Engranaje de distribución y resorte de válvulas

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes de distribución y resortes de válvulas en buen estado, ligera acumulación de depósitos de aceite en los elementos.

Diagnóstico: Posible mala calidad de aceite usado, se recomienda realizar los cambios de aceite en el tiempo y recorrido de kilometraje correspondiente.

3.1.2 Cigüeñal



Figura 21-3. Bancadas del cigüeñal de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Bancada del cigüeñal en buen estado, ligera acumulación de depósitos de aceite lubricante

Diagnóstico: Posible mala calidad del lubricante, se recomienda realizar los cambios de aceite a su debido tiempo y recorrido de kilometraje.



Figura 22-3. Pistón y biela de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Superficie inferior del pistón y biela en buenas condiciones, se aprecia ligera acumulación de depósitos de aceite en el pistón.

Diagnóstico: Se presume mala calidad del aceite, posible uso prolongado del motor sin reparar, se recomienda realizar los cambios de aceite según el tiempo y recorrido correspondiente.



Figura 23-3. Cabeza de biela de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cabeza de biela en buenas condiciones, ligera acumulación de depósitos de aceite sobre los elementos.

Diagnóstico: Se recomienda realizar los cambios de aceite según el tiempo y recorrido correspondiente, posible mala calidad de aceite usado.



Figura 24-3. Bloque motor de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Pared del bloque motor en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes.



Figura 25-3. Bancada de cigüeñal de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de depósitos de aceite y carbonilla en bancada de cigüeñal y perno de ésta

Diagnóstico: Mala calidad del aceite, exceso de temperatura en cárter de aceite, uso prolongado del motor.

3.1.3 *Análisis de caja de velocidad manual*



Figura 26-3. Engranajes y sincronizadores en la caja de cambios de Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes con desperfectos en los bordes de los dientes

Diagnóstico: Desgaste de los engranajes por tiempo de uso, desgaste por mala lubricación, se recomienda realizar los cambios de aceite según el tiempo o recorrido correspondiente.



Figura 27-3. Sincronizador en la caja de velocidad de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Sincronizadores en buen estado, ligera acumulación de depósitos de aceite en los dientes de engranaje.

Diagnóstico: Se recomienda usar aceite de mejor calidad y realizar los cambios de aceite según el tiempo o recorrido correspondiente.



Figura 28-3.Engranajes en la caja de velocidad de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligero desgaste de los dientes en los engranajes y acumulación de depósitos de aceite en estos

Diagnóstico: Usar aceite de mejor calidad, realizar los cambios de aceite según el tiempo o recorrido correspondiente.



Figura 29-3. Sincronizador en la caja de cambios de vehículo Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de depósitos de aceite en sincronizador

Diagnóstico: Usar aceite de mejor calidad, realizar los cambios de aceite según el tiempo o recorrido correspondiente.



Figura 30-3. Varillas selectoras en la caja de velocidad Toyota Stout 2004

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de aceite en varilla selectora y paredes de la caja de velocidad manual

Diagnóstico: Usar aceite de mejor calidad, realizar los cambios de aceite según el tiempo o recorrido correspondiente.

3.2 Vehículo Chevrolet Grand vitara 3p TDI 147 4x4 2006

3.2.1 *Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape*

Cilindro 1

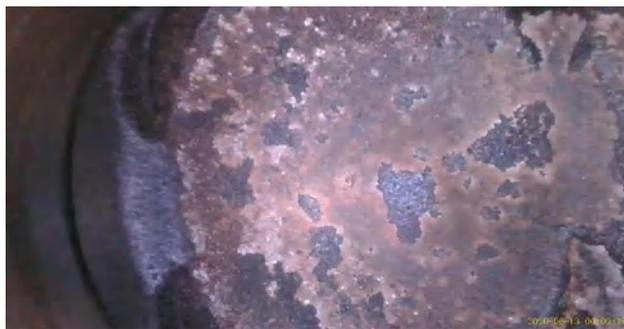


Figura 31-3. Cabeza de pistón cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera corrosión en la cabeza del pistón, acumulación de carbonilla en las paredes de fuego del mismo.

Diagnóstico: Se presume ingreso de agua a la cámara de combustión, exceso de combustible



Figura 32-3. Camisa cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 33-3. Válvula de escape cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula en buen estado, acumulación de carbonilla en punto muerto superior de la camisa, coloración café en la cámara de combustión

Diagnóstico: Posible exceso de combustible, temperatura alta de combustión.



Figura 34-3. Válvula de admisión cilindro 1

Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Leve acumulación de carbonilla en la válvula, coloración café en la cámara de combustión

Diagnóstico: Posible exceso de combustible, temperatura alta de combustión.

Cilindro 2



Figura 35-3. Cabeza de pistón cilindro 2 Chevrolet

Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Leve erosión y acumulación de carbonilla en las paredes de fuego del pistón

Diagnóstico: Posible ingreso de agua a la cámara de combustión y posible exceso de combustible

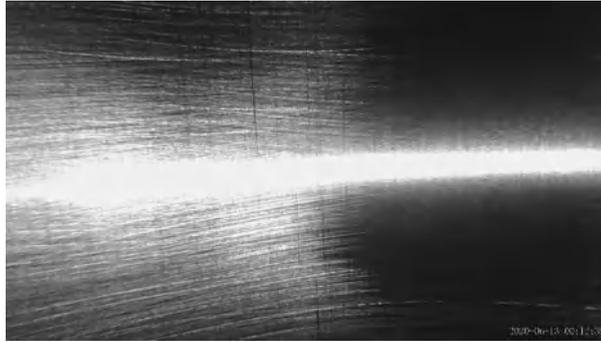


Figura 36-3. Camisas cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Leves ralladuras

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 37-3. Válvulas de admisión cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla en el asiento de válvula, cabeza de válvula en buen estado.

Diagnóstico: Posible exceso de combustible durante la combustión.



Figura 38-3. Válvula de escape cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanca en la cabeza de la Válvula, acumulación de carbonilla

Diagnóstico: Posible exceso de combustible y aire durante la combustión

Cilindro 3



Figura 39-3. Cabeza de pistón cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Leve erosión y acumulación de carbonilla en las paredes de fuego del pistón

Diagnóstico: Posible ingreso de agua a la cámara de combustión y posible exceso de combustible



Figura 40-3. Camisas cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Leves ralladuras

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 41-3. Válvula de admisión cilindro 3
Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Leve coloración blanca, asiento en buen estado.

Diagnóstico: Posible exceso de aire durante la combustión.



Figura 42-3. Válvula de escape cilindro 3
Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanca en la cabeza de la Válvula

Diagnóstico: Posible exceso de aire durante la combustión

Cilindro 4

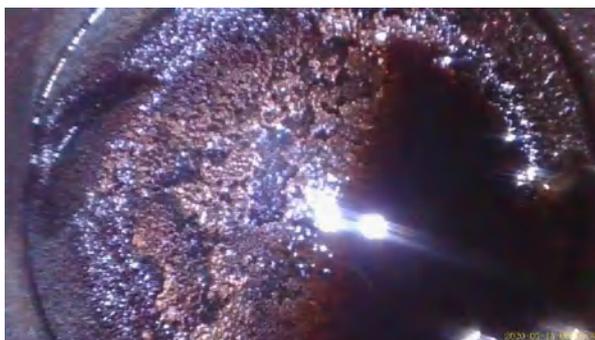


Figura 43-3. Cabeza de pistón cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de Aceite lubricante y erosión

Diagnóstico: Ingreso de aceite al cilindro y excesivo aire en la combustión, El motor debe ser reparado lo más pronto posible para evitar daños mayores.



Figura 44-3. Camisas cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Leves ralladuras y aceite en las camisas

Diagnóstico: Posible daño en los rines del pistón



Figura 45-3. Válvula de escape cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanca sobre cabeza de válvula y acumulación de carbonilla

Diagnóstico: Posible exceso de aire y combustible durante la combustión



Figura 46-3. Válvula de admisión cilindro 4
Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Paso de aceite del cabezote al cilindro por medio de la válvula

Diagnóstico: Posible pérdida del sello de la válvula en el cabezote

3.2.2 *Árbol de levas*



Figura 47-3. Levas Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Leve acumulación de depósitos de aceite

Diagnóstico: sin inconvenientes



Figura 48-3. Balancín Chevrolet Grand Vitara
2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Balancín en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 49-3. Balancín y resorte Chevrolet Grand
Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Balancín en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.2.3 *Cigüeñal*



Figura 50-3. Filtro del Carter Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Debido al modelo del vehículo y la presencia de un filtro en la salida del aceite lubricante no se pudo obtener los datos del cigüeñal.

Diagnóstico: Sin diagnóstico

3.2.4 *Análisis de la caja de velocidad manual*



Figura 51-3. Engranajes de marcha Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 52-3. Engranajes de marcha y sincronizadores Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes de marcha y sincronizadores en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 53-3. Sincronizadores y árbol de transmisión Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Sincronizadores y árbol de transmisión en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 54-3. Engranaje de reversa Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligero desgaste en los dientes del engranaje

Diagnóstico: Considerar la calidad de aceite y realizar los cambios en su tiempo y recorrido



Figura 55-3. Sincronizador Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Sincronizador en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 56-3. Carcasa de caja de velocidad Chevrolet Grand Vitara 2006

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Carcasa en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.3 Vehículo Ford F150

3.3.1 *Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape*

Cilindro 1



Figura 57-3. Camisa de cilindro 1 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Se observan ligeras rayaduras y erosión por corrosión.

Diagnóstico: Posible ingreso de agua al cilindro, mala lubricación, se presume mal calado de distribución.



Figura 58-3. Pistón de cilindro 1 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Pistón con superficie de cabeza deformada por válvula, presencia de limalla

Diagnóstico: Golpeo por válvula, se presume mal calado de distribución, posible rotura en vástago de válvula o resorte.



Figura 59-3. Válvula de escape deformada de cilindro 1 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Vástago de válvula deformado, desgaste de asiento de válvula, limalla en cámara de combustión

Diagnóstico: Posible mal calado de distribución, posible rotura de vástago de válvula, posible rotura de resorte de válvula.



Figura 60-3. Válvula de admisión de cilindro 1 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia ligera de carbonilla en la válvula y corrosión en paredes superiores del cilindro

Diagnóstico: Posible exceso de tempera en cámara de combustión, posible exceso de combustible inyectado en el cilindro, ingreso de pequeñas cantidades de agua al cilindro

Cilindro 2



Figura 61-3. Pistón de cilindro 2 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de residuos de resina de combustibles.

Diagnóstico: Sin inconvenientes.



Figura 62-3. Camisa de cilindro 2 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 63-3. Válvulas de admisión de cilindro 2 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla en válvulas de admisión

Diagnóstico: Sin inconvenientes.



Figura 64-3. Válvula de escape de cilindro 2
vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de carbonilla en la cámara de combustión y respectiva válvula además de ligera coloración café.

Diagnóstico: Posible exceso de temperatura en cámara de combustión, posible exceso de combustible inyectado.

Cilindro 3



Figura 65-3. Pistón de cilindro 3 vehículo Ford f
150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de carbonilla en la cabeza del pistón, presencia de resina quemada

Diagnóstico: Posible exceso de combustible inyectado en el cilindro, combustible de mala calidad



Figura 66-3. Camisa de cilindro 3 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Rayaduras leves en camisa

Diagnóstico: Se presume mala calidad de lubricante y mal lubricado de la bomba de aceite.



Figura 67-3. Válvula de admisión cilindro 3 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvulas de admisión en buen estado, ligera presencia de carbonilla en cámara de combustión.

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 68-3. Válvula de escape de cilindro 3
vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de escape ligeramente abierta, asientos de válvula en buen estado

Diagnóstico: Se presume vástago de válvula ligeramente deformado

Cilindro 4

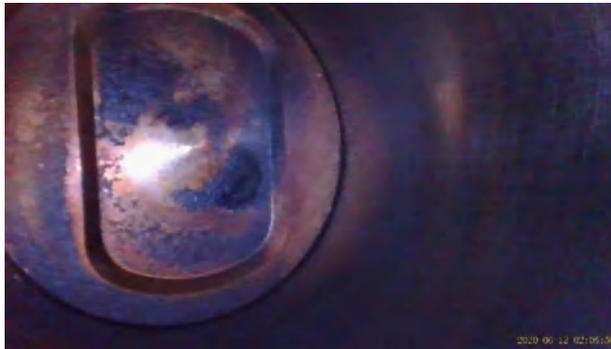


Figura 69-3. Pistón de cilindro 4 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de carbonilla en cabeza de pistón y acumulación de resinas quemadas

Diagnóstico: Mala calidad de combustible usado, posible exceso de combustible inyectado



Figura 70-3. Camisa y pistón de cilindro 4
vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa ligeramente rayada, se evidencia coloración café en cabeza de pistón.

Diagnóstico: Se presume mala calidad de lubricante o aceite de grado inadecuado, posible exceso de temperatura en cámara de combustión, posible exceso de combustible inyectado.



Figura 71-3. Válvula de admisión de cilindro 4
vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de admisión en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 72-3. Válvula de escape de cilindro 4
vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera acumulación de carbonilla y residuos de resina de combustible o aditivos.

Diagnóstico: Sin inconvenientes.

Cilindro 5



Figura 73-3. Pistón de cilindro 5 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla en sectores de la cabeza del pistón, presencia de resinas quemadas

Diagnóstico: Posible exceso de combustible inyectado, mala calidad de combustible.



Figura 74-3. Válvula de escape de cilindro 5 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de escape en buen estado, ligera presencia de carbonilla en cámara de combustión.

Diagnóstico: Sin inconvenientes.



Figura 75-3. Válvula de admisión de cilindro 5 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla en los bordes y asiento de válvula.

Diagnóstico: Sin inconvenientes.



Figura 76-3. Camisa de cilindro 5 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera rayadura de la camisa

Diagnóstico: Sin inconveniente, se recomienda usar lubricante de mejor calidad.

Cilindro 6



Figura 77-3. Pistón de cilindro 6 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación leve de resinas de combustible o aditivos sobre la cabeza del pistón

Diagnóstico: Mala calidad de combustible, mala combustión, posible exceso en uso de aditivos.



Figura 78-3. Válvula de admisión de cilindro 6
vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de admisión en buen estado

Diagnóstico: sin inconveniente.



Figura 79-3. Válvula de escape de cilindro 6 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de escape en buenas condiciones, ligera presencia de carbonilla en cámara de combustión.

Diagnóstico: Posible exceso de combustible inyectado.



Figura 80-3. Camisa de cilindro 6 vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Mínimas rayaduras en paredes de camisa

Diagnóstico: Sin inconvenientes.

3.3.2 *Árbol de levas*



Figura 81-3. Balancines y resortes de válvulas de vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Balancines y resortes de válvula en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 82-3. Tapa de válvulas y cabezote de vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Paredes de tapa de válvulas en buen estado, se aprecia ligera presencia de depósitos de aceite

Diagnóstico: Usar lubricante de mejor calidad.

Nota: No fue posible observar el árbol de levas, en el cual se detectó la falla en el cilindro debido a la disposición de la tapa de válvulas y el orificio de ingreso de aceite al motor.

3.3.3 Cigüeñal



Figura 83-3. Bomba de aceite de vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Conducto de bomba de aceite en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 84-3. Cabeza de biela de vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cabeza de biela y pared del contrapeso del cigüeñal en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes.



Figura 85-3. Contrapeso de cigüeñal de vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Contrapesos del cigüeñal con daños en los bordes

Diagnóstico: No afecta al funcionamiento del motor, se recomienda realizar los mantenimientos a su debido tiempo o recorrido.

3.3.4 *Análisis de la caja de velocidad manual*



Figura 86-3. Engranajes y carcasa de caja de velocidad manual de vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de depósitos de aceite en la carcasa de la caja de velocidad

Diagnóstico: Se recomienda usar lubricante de mejor calidad y realizar los mantenimientos a su debido tiempo o recorrido en kilometraje.



Figura 87-3. Engranajes de caja de velocidad manual vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Desgaste en los dientes de los engranajes

Diagnóstico: No afecta al funcionamiento, se recomienda usar lubricante de mejor calidad y realizar los mantenimientos a su debido tiempo o recorrido en kilometraje.



Figura 88-3. Engranajes y sincronizadores de caja de velocidad manual vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes y sincronizadores en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 89-3. Sincronizadores de caja de velocidad manual vehículo Ford f 150

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Sincronizadores de la caja de velocidad en buen estado, depósitos de aceite en las paredes superiores de la caja de velocidad

Diagnóstico: Se recomienda usar lubricante de mejor calidad y realizar los mantenimientos a su debido tiempo o recorrido en kilometraje.

3.4 Vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

3.4.1 *Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape*

Cilindro 1



Figura 90-3. Pistón de cilindro 1 vehículo
Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cabeza del pistón en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 91-3. Camisa de cilindro 1 vehículo
Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 92-3. Válvula de admisión de cilindro 1
vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes

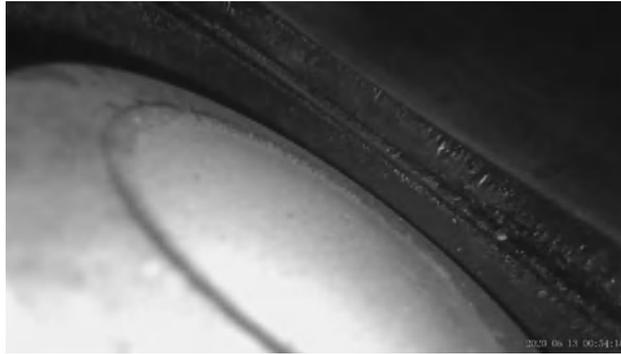


Figura 93-3. Válvula de escape de cilindro 1
vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buen estado, ligera acumulación de carbonilla, coloración blanca

Diagnóstico: Posible exceso de aire en la combustión

Cilindro 2



Figura 94-3. Cabeza de pistón cilindro 2 vehículo
Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buen estado, ligera acumulación de carbonilla

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 95-3. Camisa de cilindro 2 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa con rayaduras

Diagnóstico: Posible mala lubricación de la camisa



Figura 96-3. Válvula de escape de cilindro 2 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera acumulación de carbonilla en la cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 97-3. Válvula de admisión de cilindro 2 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buen estado, ligera acumulación de carbonilla en la cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes

Cilindro 3



Figura 98-3. Cabeza de pistón cilindro 3 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 99-3. Camisa de cilindro punto muerto inferior 3 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa con ligeras rayaduras

Diagnóstico: Posible mala lubricación de la camisa



Figura 100-3. Camisa de cilindro y Válvula de admisión 3 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Se observa rayaduras más pronunciadas

Diagnóstico: Posible mala lubricación de la camisa que pueden originar problemas con el tiempo



Figura 101-3. Válvula de escape de cilindro 3 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: buen estado, ligera acumulación de resinas en la cámara de combustión, coloración blanquecina.

Diagnóstico: Posible exceso de aire en la combustión.

Cilindro 4

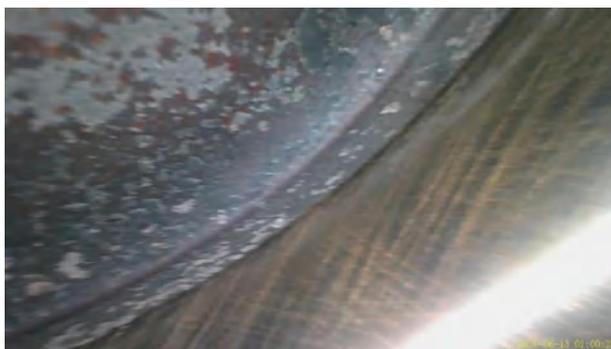


Figura 102-3. Cabeza de pistón 4 vehículo Chevrolet
Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A

Descripción: Buen estado, ligera corrosión en la cabeza del pistón.

Diagnóstico: Sin inconvenientes

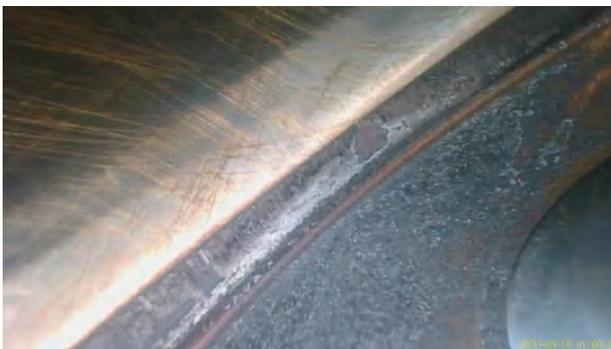


Figura 103-3. Camisa de cilindro 4 vehículo Chevrolet
Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa con rayaduras marcadas, acumulación de carbonilla en la cámara de combustión

Diagnóstico: Posible mala lubricación de la camisa, realizar los cambios oportunos de aceite



Figura 104-3. Válvula de admisión de cilindro 4 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buen estado, ligera acumulación de carbonilla en la cámara de combustión y restos de resina

Diagnóstico: Sin inconvenientes, pero se debe usar combustible de mejor calidad.



Figura 105-3. Válvula de admisión de escape 4 vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buen estado, ligera acumulación de carbonilla en la cámara de combustión, coloración blanquecina.

Diagnóstico: Sin inconvenientes, mezcla aire-combustible pobre.

3.4.2 *Árbol de levas*



Figura 106-3. Resorte de válvulas vehículo Chevrolet
Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buen estado, ligera acumulación de depósitos de aceite.

Diagnóstico: Exceso de temperatura del aceite, cambiar el aceite lubricante en sus respectivos tiempos.



Figura 107-3. Cabeza de biela de vehículo
Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buen estado, acumulación de depósitos de aceite.

Diagnóstico: Exceso de temperatura del aceite, cambiar el aceite lubricante en sus respectivos tiempos.

3.4.3 Cigüeñal



Figura 108-3. Tapa válvulas de vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Excesiva acumulación de depósitos de aceite.

Diagnóstico: Exceso de temperatura del aceite, cambiar el aceite lubricante en sus respectivos tiempos.



Figura 109-3. Cabeza de biela y contrapeso del cigüeñal de vehículo Chevrolet Corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Excesiva acumulación de depósitos de aceite.

Diagnóstico: Cambiar el aceite lubricante en sus respectivos tiempos, ciclos de conducción cortos.

3.4.4 *Análisis de la caja de velocidad manual*



Figura 110-3. Sincronizadores de caja de cambios de corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Sincronizadores sin daños

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 111-3. Engranajes y sincronizadores de caja de velocidad de corsa Evolution 1.8

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Pequeña acumulación de depósitos de aceite

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.5 Vehículo Kia Rio Xcite 2011 1.4L

3.5.1 *Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape*

Cilindro 1

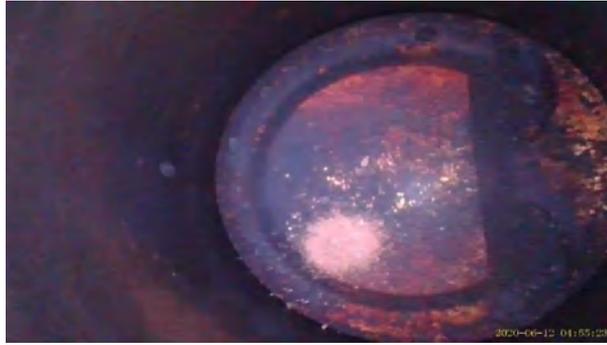


Figura 112-3. Cabeza de pistón 1 Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Residuos de aditivos de combustible sobre la cabeza del pistón

Diagnóstico: Sin inconvenientes, se recomienda usar aditivos de acuerdo con el manual del fabricante



Figura 113-3. Camisa de cilindro 1 de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Erosión por cavitación en sector de camisa

Diagnóstico: Sin inconvenientes, usar líquido refrigerante recomendado por fabricante, se recomienda cumplir con los mantenimientos según el manual de taller.



Figura 114-3. Válvula de escape de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en válvula de escape y presencia de carbonilla en cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.



Figura 115-3. Válvula de admisión de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla en válvula de admisión, se aprecian rayaduras en la superficie de camisa del punto muerto superior del cilindro 1

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.

Cilindro 2



Figura 116-3. Cabeza de pistón 2 de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Residuos de aditivos de combustible sobre la cabeza del pistón

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.



Figura 117-3. Válvula de escape de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en válvula de escape y presencia de carbonilla en cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.



Figura 118-3. Válvula de admisión Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla en válvula de admisión y cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.

Cilindro 3

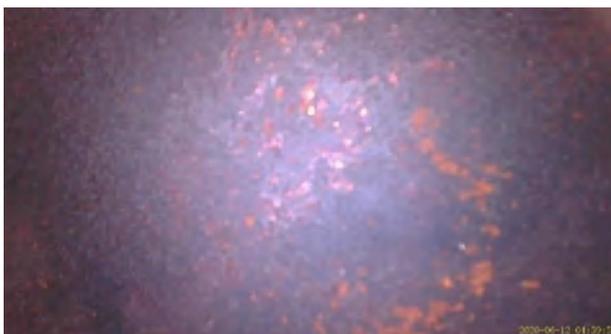


Figura 119-3. Cabeza de pistón 3 de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Residuos de aditivos de combustible sobre la cabeza del pistón, ligera presencia de erosión sobre cabeza del pistón

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.



Figura 120-3. Válvulas de escape de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en válvula de escape y presencia de carbonilla en cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.



Figura 121-3. Válvula de admisión de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla en válvula de admisión y cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.

Cilindro 4

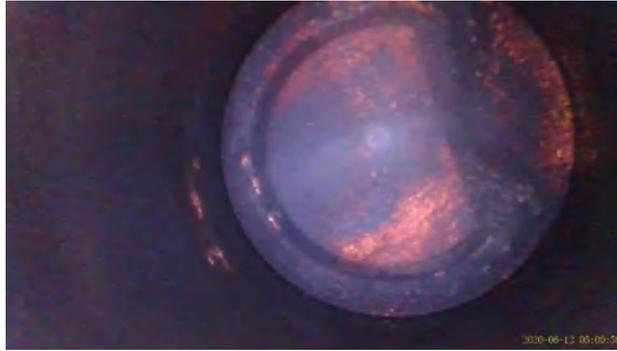


Figura 122-3. Cabeza de pistón 4 de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Residuos de aditivos de combustible sobre la cabeza del pistón, ligera presencia de erosión sobre cabeza del pistón

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.



Figura 123-3. Camisa de cilindro 4 de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de erosión por cavitación y rayadura en sector de camisa de cilindro 4

Diagnóstico: Sin inconvenientes, se recomienda no forzar en exceso el motor, usar lubricantes de mejor calidad, se recomienda cumplir con los mantenimientos según el manual de taller.



Figura 124-3. Válvula de escape de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en válvula de escape y presencia de carbonilla en cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.



Figura 125-3. Válvula de admisión de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla en válvula de admisión y cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.

3.5.2 *Árbol de levas*

Nota: no fue posible la toma de imágenes al interior de la tapa de válvulas debido al diseño del orificio de ingreso del aceite el cual presenta una curvatura y superficie que impide la entrada del boroscopio.

3.5.3 *Cigüeñal*



Figura 126-3. Contrapesos de cigüeñal y paredes de bloque motor de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera acumulación de depósitos de aceite

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 127-3. Cabezas de biela y contrapesos del cigüeñal de vehículo Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera acumulación de depósitos de aceite

Diagnóstico: sin inconvenientes

3.5.4 *Análisis de la caja de velocidad manual*



Figura 128-3. Sincronizador de caja de velocidad de vehículo Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Dientes de engranaje en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes.

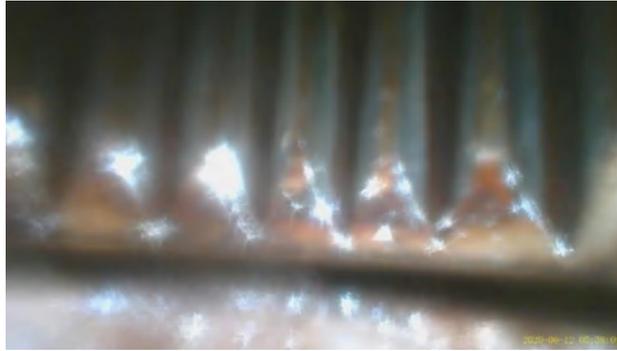


Figura 129-3. Engranaje de caja de velocidad de Kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: dientes de engranaje en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes.



Figura 130-3. Plato de embrague de kia Xcite

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Plato de embrague

Diagnóstico: No presenta fallas visibles

3.6 Vehículo Nissan Almera 2010 1.6L

3.6.1 *Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape*

Cilindro 1



Figura 131-3. Cabeza de pistón 1 de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de residuos de resinas de aditivos de combustible sobre la cabeza del pistón

Diagnóstico: Sin inconvenientes

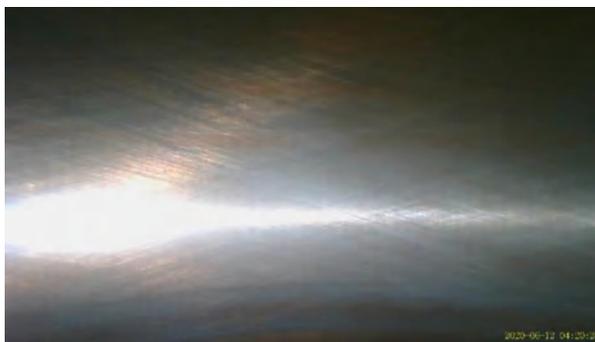


Figura 132-3. Camisa de cilindro 1 de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligeras rayaduras en camisa, coloración café en sectores de camisa

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 133-3. Válvula de escape de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en válvula de escape y presencia de carbonilla en cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión.



Figura 134-3. Válvula de admisión de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla en válvula de admisión y cámara de combustión, coloración café en punto muerto superior de camisa

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión, se recomienda usar lubricante de mejor calidad.

Cilindro 2



Figura 135-3. Cabeza de pistón 2 de vehículo Nissan

Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de carbonilla en cabeza de pistón, ligera presencia de erosión en cabeza de pistón

Diagnóstico: Sin inconvenientes, se recomienda usar lubricante y combustible de mejor calidad, cumplir con los mantenimientos establecidos en manual de taller.



Figura 136-3. Camisa de cilindro 2 de vehículo Nissan

Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligeras rayaduras en camisa, coloración café en sectores de camisa y erosión por cavitación

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 137-3. Válvula de escape de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en válvula de escape y presencia de carbonilla en cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión



Figura 138-3. Válvulas de admisión de cilindro 2 Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla en la válvula y cámara de combustión, coloración café en punto muerto superior de camisa

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión, se recomienda usar lubricante de mejor calidad.

Cilindro 3



Figura 139-3. Cabeza de pistón de cilindro 3 de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Residuos de aditivos de combustible sobre la cabeza del pistón, ligera presencia de carbonilla

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión, se presume mala calidad de combustible



Figura 140-3. Camisa de cilindro 3 de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligeras rayaduras en camisa, coloración café en sectores de camisa y erosión por cavitación

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 141-3. Válvula de admisión de cilindro 3 de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: presencia de carbonilla en válvula de admisión y cámara de combustión, coloración café en punto muerto superior de camisa

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión, se recomienda usar lubricante de mejor calidad.



Figura 142-3. Válvula de escape de cilindro 3 de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en válvula de escape y presencia de carbonilla en cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión

Cilindro 4



Figura 143-3. Cabeza de pistón 4 de vehículo

Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: En buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 144-3. Camisa de cilindro 4 de vehículo

Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligeras rayaduras

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 145-3. Válvula de admisión de cilindro 4 de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de admisión con presencia de carbonilla en vástago y paredes de cámara de combustión

Diagnóstico: Posible exceso de combustible inyectado, mala combustión.



Figura 146-3. Válvula de escape de cilindro 4 de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en válvula de escape y presencia de carbonilla en cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes, posible exceso de temperatura de combustión

3.6.2 *Árbol de levas*



Figura 147-3. Cadena de distribución de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cadena de distribución y engranaje en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 148-3. Engranajes de distribución de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Dientes de engranaje de distribución en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.6.3 *Cigüeñal*

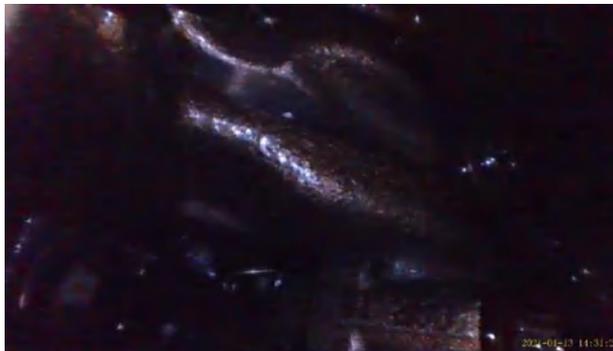


Figura 149-3. Bancadas de cigüeñal de vehículo Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Bancadas del cigüeñal en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 150-3. Paredes inferiores de bloque motor de Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Paredes del bloque en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.6.4 *Análisis de la caja de velocidad manual*



Figura 151-3. Engranajes de marcha y árbol de transmisión Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes y árbol en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 152-3. Paredes de la caja y engranaje de marcha de Nissan Almera

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Paredes de la caja y engranajes en buena condición

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.7 Hyundai Getz 5P 1.4L 2011

3.7.1 *Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape*

Cilindro 1



Figura 153-3. Cabeza de pistón cilindro 1 Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cabeza de pistón en excelentes condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 154-3. Camisas del cilindro 1 Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Pequeñas rayaduras y ligera acumulación de carbonilla

Diagnóstico: No afectan al funcionamiento sin inconvenientes



Figura 155-3. Válvula admisión del cilindro 1 Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Pequeña deformación del vástago de la válvula

Diagnóstico: Posible mal calado de distribución o resorte de válvula en mal estado



Figura 156-3. Válvula de escape del cilindro 1 Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera acumulación en la cámara de combustión y coloración blanquecina en la válvula

Diagnóstico: Posible combustible de mala calidad

Cilindro 2



Figura 157-3. Cabeza de pistón del cilindro 2 Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cabeza del pistón en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 158-3. Camisas del cilindro 2 Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla y coloración naranja en la cámara de combustión y camisas

Diagnóstico: Posible mala lubricación y excesos de temperatura en la combustión



Figura 159-3. Válvula de admisión del cilindro 2
Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera acumulación de carbonilla

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 160-3. Válvula de escape del cilindro 2
Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en la válvula y presencia de carbonilla en la cámara de combustión

Diagnóstico: Posible uso de combustible de mala calidad

Cilindro 3



Figura 161-3. Cabeza de pistón del cilindro 3

Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera coloración naranja

Diagnóstico: Producto de aditivos en el combustible



Figura 162-3. Válvula de escape y camisa del cilindro 3 Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla y coloración naranja en las paredes del cilindro, coloración blanquecina en la válvula

Diagnóstico: Posible uso de combustible y lubricante de mala calidad



Figura 163-3. Válvula de admisión del cilindro 3
Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A

Descripción: Acumulación de carbonilla en la cabeza de la válvula producto de la combustión.

Diagnóstico: Posible uso de combustible de mala calidad

Cilindro 4



Figura 164-3. Cabeza de pistón del cilindro 4 Hyundai
Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cabeza de pistón en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 165-3. Camisa del cilindro 4 Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligeras rayaduras en la camisa

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 166-3. Válvula de admisión del cilindro 4 Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 167-3. Válvula de escape del cilindro 4 Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula en buenas condiciones, ligera acumulación de carbonilla en la cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.7.2 *Árbol de levas*

No fue posible la obtención de imágenes del árbol de levas y resortes de válvulas debido al diseño del conducto de ingreso de aceite al motor el cual nos lo impidió.

3.7.3 *Cigüeñal*



Figura 168-3. Ducto de bomba de aceite Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ducto de bomba de aceite en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 169-3. Cabeza de biela y contrapeso del cigüeñal Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buen estado ligera acumulación de depósitos de aceite

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 170-3. Cabeza de biela, contrapeso del cigüeñal y paredes del bloque Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Buenas condiciones ligera acumulación de depósitos de aceite

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.7.4 *Análisis de la caja de velocidad manual*



Figura 171-3 Engranajes de marcha, sincronizadores y árbol de transmisión Hyundai Getz 1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Dientes de engrane, sincronizadores y árbol en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 172-3 Árbol de transmisión Hyundai Getz
1.4L 2011

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Árbol de transmisión en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 173-3 Engranajes principales y secundarios

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Dientes de engranajes en buen estado sin problemas

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.8 Hyundai Getz 1.6L 2009

3.8.1 *Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape*

Cilindro 1



Figura 174-3 Cabeza de pistón cilindro 1 Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de corrosión, buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 175-3 Camisa y Válvula de admisión cilindro 1 Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa del cilindro uno con rayaduras severas

Diagnóstico: Posible mala lubricación, retrasos en los cambios del aceite lubricante



Figura 176-3 Válvula de escape cilindro 1 Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en la cabeza de la válvula y presencia de carbonilla en la cámara de combustión

Diagnóstico: Posible ingreso de mezcla pobre para la combustión.

Cilindro 2



Figura 177-3 Cabeza de pistón cilindro 2 Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla y coloración naranja

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 178-3 Camisa cilindro 2 Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Excesivas rayaduras y presencia de carbonilla

Diagnóstico: Posible mala lubricación, se recomienda realizar los cambios oportunos del aceite lubricante



Figura 179-3 Válvula de escape cilindro 2

Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla, coloración blanquecina en la cabeza de válvula

Diagnóstico: Problemas relacionados con la calidad del combustible



Figura 180-3 Válvula de admisión cilindro 2 Hyundai

Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla en la cabeza de la válvula

Diagnóstico: Sin inconvenientes

Cilindro 3



Figura 181-3 Cabeza de pistón cilindro 3

Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cabeza de pistón en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 182-3 Camisa y cámara de combustión cilindro

3 Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Rayaduras en la camisa y acumulación de carbonilla en la cámara de combustión

Diagnóstico: Mal uso del lubricante y combustible de baja calidad



Figura 183-3 Válvula de admisión y camisa cilindro

3 Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Rayaduras y presencia de carbonilla

Diagnóstico: Posible mal uso del aceite lubricante



Figura 184-3 Válvula de escape cilindro 3

Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cabeza de válvula con coloración blanquecina y acumulación de carbonilla en la cámara de combustión

Diagnóstico: Posible mezcla pobre y combustible de mala calidad

Cilindro 4



Figura 185-3 Cabeza de pistón cilindro 4 Hyundai

Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 186-3 Válvula de admisión cámara de combustión cilindro 4 Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de carbonilla en la cámara de combustión

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 187-3 Válvula de escape cilindro 4 Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de escape con coloración blanquecina

Diagnóstico: Posible combustión con mezclas pobres

3.8.2 *Árbol de levas*



Figura 188-3 Árbol de levas y balancín Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Árbol de levas y su respectivo balancín en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 189-3 Resorte de retorno del balancín Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Resorte de retorno del balancín en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 190-3 Tapa válvulas Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de depósitos de aceite

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.8.3 Cigüeñal



Figura 191-3 Bomba de aceite Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Bomba de aceite en perfectas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 192-3 Contra peso, bancada y cabeza de biela
Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Contra peso, bancada y cabeza de biela Hyundai en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 193-3 Contra peso, brazo del cigüeñal y cabeza de biela Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Contra peso, brazo del cigüeñal y cabeza de biela en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.8.4 *Análisis de la caja de velocidad manual*

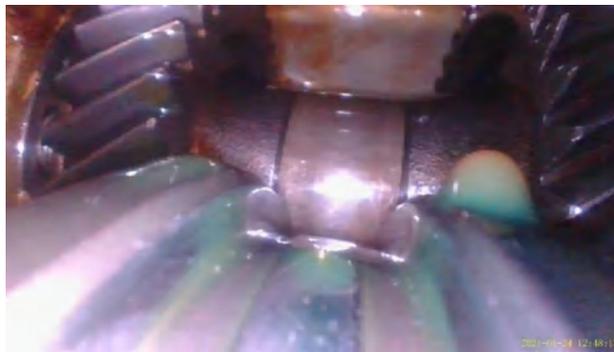


Figura 194-3 Engranajes de marcha y árbol de transmisión Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes de marcha y árbol de transmisión

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 195-3 Engranaje de marcha Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes con desgaste

Diagnóstico: Posible mala lubricación o mal manejo de la caja



Figura 196-3 Engranajes de marcha y sincronizadores Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes de marcha y sincronizadores en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 197-3 Sincronizadores Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Sincronizador con desgaste y dientes rotos

Diagnóstico: Posible mal uso de la caja o problemas de lubricación



Figura 198-3 Carcasa de la caja Hyundai Getz 1.6L 2009

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Carcasa de la caja en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.9 Vehículo Toyota Stout 1978

3.9.1 Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape

Cilindro 1



Figura 199-3 Cabeza de pistón cilindro 1 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla en la cabeza del pistón

Diagnóstico: Debido al tiempo de uso del vehículo este síntoma puede ser normal para un vehículo a carburador



Figura 200-3 Camisa cilindro 1 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Se presencia una grieta en la camisa del cilindro

Diagnóstico: Posible mala disipación de calor o lubricación



Figura 201-3 Válvula de escape cilindro 1 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera acumulación de carbonilla

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 202-3 Válvula de admisión cilindro 1 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla en la cabeza de la válvula

Diagnóstico: Sin inconvenientes

Cilindro 2



Figura 203-3 Cabeza del pistón cilindro 2 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Perforaciones en la cabeza del pistón

Diagnóstico: Tiempo de vida útil del pistón en su etapa final



Figura 204-3 Camisa cilindro 2 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Manchas con coloración café en la camisa

Diagnóstico: Manchas generadas por la mala lubricación y el quemado de aceite



Figura 205-3 Válvula de admisión cilindro 2 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de admisión en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 206-3 Válvula de escape cilindro 2 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de escape en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes

Cilindro 3



Figura 207-3 Cabeza del pistón cilindro 3 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla en la cabeza del pistón

Diagnóstico: Debido a los años de uso del vehículo es algo normal

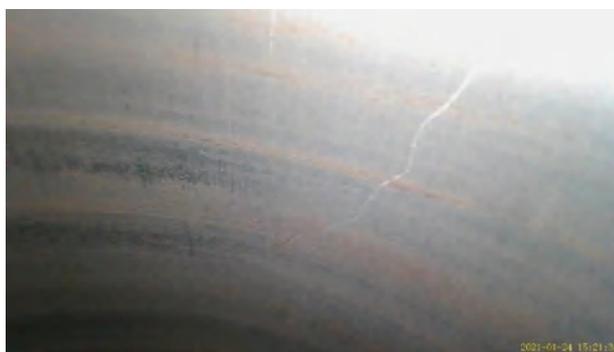


Figura 208-3 Camisa cilindro 3 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Rayadura en la camisa del cilindro

Diagnóstico: Posible mala lubricación y disipación de calor



Figura 209-3 Válvula de escape cilindro 3 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla en la cámara de combustión y cabeza de la válvula

Diagnóstico: Síntomas normales por el tiempo de uso del vehículo



Figura 210-3 Válvula de admisión cilindro 3

Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de admisión en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes

Cilindro 4



Figura 211-3 Cabeza del pistón cilindro 4 Toyota

Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla en la cabeza del pistón

Diagnóstico: Sin inconvenientes debido al tiempo de uso del vehículo



Figura 212-3 Camisa cilindro 4 Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Paredes del cilindro en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 213-3 Válvula de admisión cilindro 4

Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de admisión en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 214-3 Válvula de escape cilindro 4 Toyota

Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de escape en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.9.2 *Árbol de levas*



Figura 215-3 Balancines y resortes Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Balancines y resortes con ligera acumulación de carbonilla

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 216-3 Tapa válvulas Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de carbonilla la tapa de las válvulas

Diagnóstico: Lubricante en mal estado, realizar los cambios oportunos

3.9.3 *Cigüeñal*

Nota: No fue posible obtener imágenes debido a la complejidad del diseño del cárter el cual impidió la entrada del boroscopio.

3.9.4 *Análisis de la caja de velocidad manual*



Figura 217-3 Engranajes de Marcha Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes de marcha rotos y desgastados

Diagnóstico: Posible mala lubricación o mal manejo de la caja



Figura 218-3 Engranajes de marcha Toyota

Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes de marcha en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 219-3 Engranajes de marcha y sincronizadores

Toyota Stout 1978

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes de marcha y sincronizadores en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.10 Vehículo Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

3.10.1 *Análisis de los cilindros, pistones y válvulas de admisión y escape*

Cilindro 1



Figura 220-3 Cabeza de pistón cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cabeza de pistón en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 221-3 Camisa cilindro 1 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa en perfectas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 222-3 Válvula de escape cilindro 1 Chevrolet
Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Presencia de ligeras rayaduras en la camisa, acumulación de carbonilla, coloración blanquecina en la cabeza de la válvula

Diagnóstico: Posible mala lubricación y combustiones con mezcla pobre



Figura 223-3 Válvula de admisión cilindro 1 Chevrolet
Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de admisión en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes

Cilindro 2

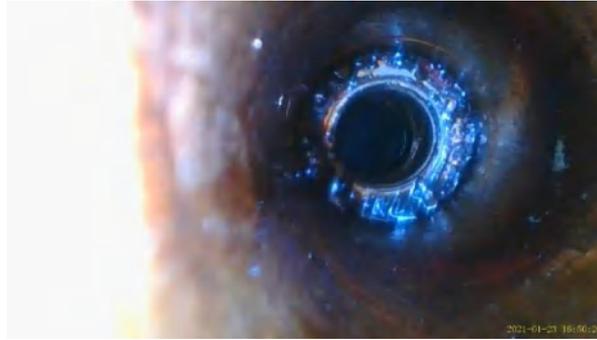


Figura 224-3 Orificio de bujía cilindro 2 Chevrolet
Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Al retirar el cable de bujía se observó presencia de aceite en gran cantidad por lo que hay un ingreso de aceite hacia la bujía

Diagnóstico: Posible daño en los sellos de válvulas



Figura 225-3 Cabeza de pistón cilindro 2 Chevrolet
Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Acumulación de aceite lubricante en la cabeza del pistón

Diagnóstico: Debido al problema anterior ingreso aceite hacia el interior del cilindro



Figura 226-3 Camisa cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Camisa en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 227-3 Válvula de admisión cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: La válvula se encuentra en buenas condiciones por lo que se descarta que el ingreso de aceite haya sido por las válvulas

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 228-3 Válvula de escape cilindro 2 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula de escape en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes

Cilindro 3



Figura 229-3 Cabeza de pistón cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Cabeza de pistón en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 230-3 Camisa cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Paredes del cilindro en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 231-3 Válvula de admisión cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 232-3 Válvula de escape cilindro 3 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Válvula en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes

Cilindro 4

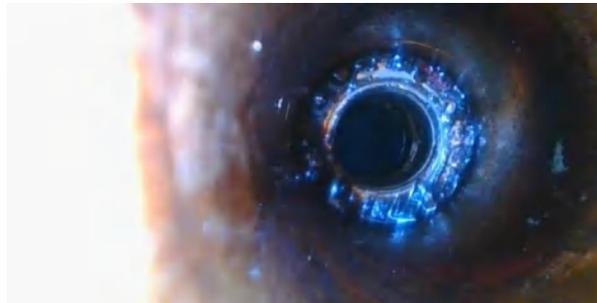


Figura 233-3 Orificio de bujía cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Fuente: Maldonado K; Encalada A. 2021

Descripción: Acumulación de aceite en el orificio de la bujía

Diagnóstico: Posible daño en los sellos guía de válvula



Figura 234-3 Cabeza de pistón cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Pequeña acumulación de aceite

Diagnóstico: Acumulación producto del retiro de la bujía



Figura 235-3 Camisa cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Paredes del cilindro en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 236-3 Válvulas de admisión cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Ligera presencia de erosión en la cabeza de la válvula

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 237-3 Válvula de escape cilindro 4 Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Coloración blanquecina en la cabeza de la válvula

Diagnóstico: Producto de combustiones de mezcla pobre

3.10.2 *Árbol de levas*



Figura 238-3 Muñón de apoyo y levas Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Árbol de levas y muñón de apoyo en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 239-3 Tapa válvulas Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Tapa válvulas en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.10.3 *Cigüeñal*

Nota: no fue posible la obtención de imágenes debido al diseño de la coladera del aceite de motor la cual llega hacia el borde del tapón del cárter y no permite el ingreso del boroscopio.

3.10.4 *Análisis de la caja de velocidad manual*



Figura 240-3 Carcaza de la caja Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Carcaza de la caja en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes

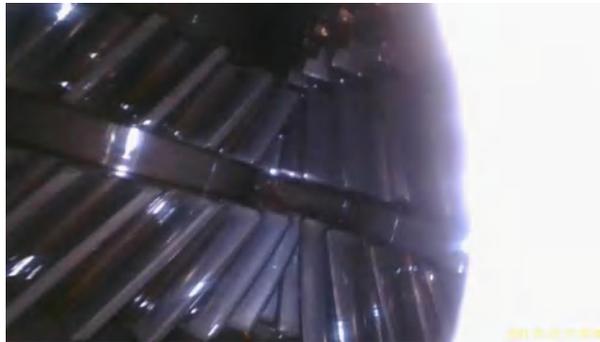


Figura 241-3 Engranajes de marcha Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Engranajes de marcha en buenas condiciones

Diagnóstico: Sin inconvenientes



Figura 242-3 Sincronizador y engranajes de marcha

Chevrolet Grand Vitara TM AC Sport 2L

Realizado por: Maldonado, K; Encalada, A.

Descripción: Sincronizador y engranajes de marcha en buen estado

Diagnóstico: Sin inconvenientes

3.11 Análisis general de los vehículos

Toyota Stout 2004

Para el análisis de los elementos del motor, el vehículo presentó una alta acumulación de carbonilla en los cilindros, presencia de aceite en la cabeza de los pistones y problemas de erosión en la cabeza de las válvulas, en cuanto a la parte inferior del motor se evidenció un problema general de acumulación de depósitos de aceite. En lo que se refiere a la caja de cambios no evidenció un defecto debido a que el estado de los elementos era óptimo. Por lo tanto, se debe programar un manteniendo general del motor para evitar mayores inconvenientes.

Chevrolet Corsa Evolution 2006

El análisis de los elementos del motor y caja de velocidad nos mostró buenos resultados puesto a que los elementos se encuentran en buen estado, pero se recomienda realizar los cambios del aceite lubricante en sus tiempos correspondidos debido a que se observó leves rayaduras en las paredes del cilindro y acumulación de depósitos de aceite lubricante.

Chevrolet Grand Vitara TDI 2006

Para el análisis de este vehículo se recalca que se presencié una acumulación de aceite en el conducto de la bujía por tanto se debe realizar una corrección en los sellos de las válvulas, en cuanto a los elementos no se evidenció mayores inconvenientes, como problema común una leve acumulación de carbonilla, para la caja de cambios se evidenció un leve desgaste en los engranajes, se recomienda realizar los cambios oportunos del aceite lubricante. Se debe tener en

cuenta que no se puede acceder a todos los elementos del motor debido al diseño del Carter para este vehículo.

Ford 150 XL 2002

El vehículo ingresó al taller con un daño en el motor donde se presenciaba un pequeño golpeteo, con el estudio se pudo evidenciar una deformación en la cabeza del pistón producto del choque de la válvula con el mismo, como consecuencia se observó la torcedura de la válvula por lo que el vehículo tuvo que ser llevado a reparación. Respecto a los elementos de la caja se observó un mínimo de desgaste en los engranajes por ello se debe realizar los cambios de aceite lubricante en su tiempo correspondido para reducir el incremento del desgaste y evitar reparaciones.

Nissan Almera 2010

El estudio nos mostró que el vehículo se encuentra en buenas condiciones, en el motor se apreció una leve acumulación de carbonilla producto de la combustión misma, en cuanto a la caja de cambios los elementos se encontraban en buen estado.

Kia Río Xcite 2011

El estudio nos arrojó buenos resultados puesto que el vehículo se encontraba en buenas condiciones, en cuanto a los elementos del motor solo se observó una leve acumulación de carbonilla, para la caja de cambios no hubo mayores inconvenientes

Hyundai Getz 2011 1.4 L

El vehículo se encuentra en buenas condiciones en cuanto a los elementos del motor solo evidenció pequeñas acumulaciones de carbonilla, con respecto a la caja de cambios se observó ligeros desgastes en los engranajes además de la pérdida de dientes de los mismos por lo que se sugiere realizar el cambio de aceite lubricante en un debido tiempo para prolongar el desgaste y evitar inconvenientes.

Hyundai Getz 2009 1.6 L

El estudio nos arrojó buenos resultados puesto a los elementos de caja y motor se encuentran en buenas condiciones, solo se presenciaron unas pequeñas erosiones en las paredes del cilindro, pero el vehículo se encuentra bien en líneas generales.

Toyota Stout 1978

El vehículo ingresó al taller para revisión puesto a que consumía líquido refrigerante, con el estudio se pudo llegar al origen del problema debido a que se observó una grieta en las paredes

del cilindro por donde ingresa el líquido hacia la cámara, en cuanto a la caja de velocidades los elementos se encontraban en buenas condiciones.

Chevrolet Grand Vitara Sport 2007

Para el análisis de este vehículo se recalca que se presenció acumulación de aceite en el conducto de la bujía por ello se debe realizar una corrección en los sellos de las válvulas, en cuanto a los elementos internos del motor y caja de velocidad no se evidenció problemas graves, solo pequeña acumulación de carbonilla y depósitos de aceite.

CONCLUSIONES

- El uso del boroscopio como herramienta de diagnóstico automotriz permitió realizar un diagnóstico mediante inspección visual en los elementos internos de un motor ciclo otto y caja de velocidad manual del tren motriz permitiéndonos detectar fallos o problemas eficientemente en donde el equipo usado tuvo acceso debido al diseño de cada fabricante.
- Los problemas más comunes en el motor que se puede diagnosticar con el uso del boroscopio son fallos y desgaste al interior de los cilindros como: acumulación de carbonilla, rayaduras en paredes de los cilindros, erosión, fugas de aceite y deformaciones en los elementos resultado de una mala combustión o mal calado de distribución.
- En las cajas de velocidad manual del tren motriz se pudo diagnosticar problemas como: acumulación de depósitos de aceite, desgaste y deformaciones en los dientes de engranajes y sincronizadores.
- Mediante el uso del boroscopio se puede comprobar o refutar posibles fallas al interior de un motor de ciclo otto, así se tiene un diagnóstico certero del problema sin dudar acerca del origen de la falla.
- Se realizó un vademécum informativo respecto a las fallas más comunes en el motor de ciclo otto y la caja de velocidad manual del tren motriz que se pueden diagnosticar con el uso del boroscopio, el cual servirá para futuras investigaciones y diagnósticos.

RECOMENDACIONES

- El diagnóstico que se puede realizar mediante el boroscopio depende del diseño del fabricante debido a que en algunos vehículos no se podrá tener acceso a ciertos elementos del motor ciclo otto y la caja de velocidad manual del tren motriz.
- La calidad del diagnóstico depende de las características del equipo, ya que una o varias cámaras con alta resolución nos brinda una imagen clara donde se pueda observar cada elemento detalladamente.
- Se debe considerar el estado mecánico del vehículo a analizar para saber qué elementos se deben inspeccionar, en que orden realizarlo y como preparar el vehículo para empezar el diagnóstico optimizando el tiempo de trabajo.
- Un estudio que puede realizarse a futuro con el boroscopio es el diagnóstico de fallas en el diferencial y cajas de transferencia 4x4; además de problemas en los diferentes sistemas del vehículo en donde se tenga un difícil acceso.
- Se debe estimar un tiempo entre que el vehículo se apaga y se prepara el equipo debido a que las altas temperaturas a las cuales permanece el motor ciclo otto y la caja de velocidad manual pueden distorsionar la imagen o provocar daños en la cámara, lo que repercute en un diagnóstico inapropiado.

BIBLIOGRAFÍA

ADVANCEDTURBINESUPPORT. Advancedturbinesupport.com. [En línea] 2018. <https://www.advancedturbinesupport.com/2019/06/06/borescope-inspection-uses-borescope-types/>.

AEADE. Aeade.net. [En línea] 2018. <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2019/03/Anuario%202018.pdf>.

AGUSTÍN. Montaje del Motor II - Bielas, pistones, cilindros y culatas. 26 de Julio de 2007.

ALVARADO, DAVID. Nitro.pe. [En línea] 14 de Octubre de 2014. <https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/balancines.html>.

ALZALLÚ SORIANO, JOSÉ ANTONIO. Desmontaje de los ejes de la caja de cambios. Desmontaje de los ejes de la caja de cambios. 25 de Mayo de 2016.

AMAZON. Amazon.com. [En línea] 2019. <https://www.amazon.com/-/es/Endoscopio-Industrial-Boroscopio-Impermeable-Inspecci%C3%B3n/dp/B082P451B3?th=1>.

ANDRÉS U., LUIS T., ÁNGEL P. ESTUDIO DE LAS EMISIONES VEHICULARES EN PRUEBAS CON DINAMÓMETRO Y EN RUTA. Quito : Escuela Politécnica Nacional, Ecuador , 2017.

ARISTIZABAL, ALEXIS. Diseño y Construcción de un Flujómetro para Cabezotes. Quito, Ecuador : s.n., 2010.

ASENSIO, JORGE. ANÁLISIS Y ESTUDIO DE SISTEMAS DE AUMENTO DE RENDIMIENTO Y REDUCCIÓN DE EMISIONES EN MOTORES ALTERNATIVOS DE COMBUSTIÓN INTERNA. Zaragoza, España : s.n., Septiembre de 2012.

AUTEL. Muthequip.com. [En línea] 2019. <https://www.muthequip.com/es/maquinaria-automotriz/61-scanner-diagnostico-automotriz-multimarca-autel.html>.

BARAHONA, JOSÉ Y POZO, EDWIN. Modificación y preparación de un vehículo Chevrolet Corsa 1600cc³ para . Quito, Ecuador : s.n., 2012.

BARDAHL. Evita Depósitos de Aceite Lubricante.

BARDAHL. El Riesgo del Óxido en el Motor.

BARROS, CARLOS PATRICIO BARRERA. Propuesta de administración y mantenimiento de la flota de automotores de la empresa pública CORPORACION ELÉCTRICA DEL ECUADOR EP HIDRONACIÓN. Guayaquil, Guayas, Ecuador : Universidad Internacional del Ecuador UIDE, Enero de 2020.

YUAN, ZHONGDA. Borescope Inspection Management for Engine. Guangzhou : s.n., 2018, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

BURGOS, B Y FREIRE, E. Análisis de fallas atípicas ocurridas en motores de combustión interna, tanto estacionarios como móviles, del Ecuador. Quito, Ecuador : s.n., Julio de 2018.

CAR AND DRIVE. Cinco averías habituales por hacer un mal uso del aceite del motor. 2019.

CARBO, GARY. Diagnostico eléctrico del motor Suzuki serie J20 mediante el uso de un dispositivo electrónico FSA500 Bosch. Guayaquil : s.n., 2018.

CIGÜEÑAL, ROTO. 21 de Junio de 2017. <https://www.facebook.com/El-Cigue%C3%B1al-Roto-166968653821394/photos/231389937379265>.

CORONADO, MECÁNICA FELIPE SIERRA. Desgaste En Árbol De Levas Por Falta De Lubricación En La Culata Hyundai H-100 D4BB - D4BH - D4BF. 6 de Octubre de 2019.

CORREA, LUIS. DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL CÁRTER, BLOQUE Y CULATA DE UN MOTOR ROBIN EY-25. Pereira : s.n., 2018.

CUALCHI, JHONY PATRICIO REYES. DIAGNÓSTICO DE MOTORES DIÉSEL ELECTRÓNICOS, A BASE DE PRESIONES EN EL RIEL COMÚN (CRDI). Ibarra, Imbabura, Ecuador : s.n., Abril de 2018.

DERCOCENTER. Dercocenter.cl. [En línea] Noviembre de 2018. <https://www.dercocenter.cl/noticias/para-que-sirve-scanner-automotriz/>.

DONAIRE, DIEGO LÓPEZ. ActualidadMotor. ActualidadMotor. [En línea] 2013. <https://www.actualidadmotor.com/mezcla-de-aceite-y-anticongelante/#comments>.

ECOVEHÍCULOSCOLOMBIA. Bloque de motor de gasolina fisurado. Bloque de motor de gasolina fisurado. 21 de Octubre de 2019.

EL COMERCIO. SEIS URBES EN ECUADOR SE EXCEDEN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, SEGÚN OMS. Quito, Pichincha, Ecuador : s.n., 10 de junio de 2016.

EL TIEMPO. Eltiempo.com. [En línea] Agosto de 1997. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-612088>.

ESCOBAR TAPIA, D.S., & VACA MARTINEZ, A. D. Acondicionamiento de un motor de combustión interna a gasolina con sistema de inyección electrónica como maqueta didáctica para la implementación de los laboratorios de la especialidad en ingeniería electromecánica de la unidad académica de ciencias de la. Cotopaxi : s.n., 2010.

ESTEVEZ, MABEL, Y OTROS. MEDICIÓN DE EMISIONES EN VEHÍCULOS LIVIANOS EQUIPADOS CON MOTORES CICLO OTTO. s.l. : Resolución 61/99, 2015. págs. 1-5. 01.

FIBERSCOPE. Fiberscope.net. [En línea] 2017. <https://www.fiberscope.net/automotive-borescopes-bore-scopes-videoscope>.

GAMBOA, LEONEL. MOTORES Y MAS. MOTORES Y MAS. [En línea] 2020. [Citado el: 23 de Noviembre de 2020.] <https://motoresymas.com/sin-categoria/analisis-de-fallas-en-pistones-2/>.

GÁMEZ, CÉSAR. Cesar-gamez.com. [En línea] Abril de 2018. <https://www.cesar-gamez.com/que-es-un-osciloscopio-automotriz/>.

GERIPEREZ. holeinpiston200w. 27 de Enero de 2016.

GONZÁLEZ VALDÉS, ROBERTO P., Y OTROS. Consumo de combustible de los motores de combustión interna. Consumo de combustible de los motores de combustión interna. La Habana, Cuba : Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 2010. Vol. 19, 1.

GOSTEV, ALEXANDER. Inspección de soldadura Defecto de soldadura Tejido defectuoso de la tubería soldada. 2019.

GRANELL, ALICIA. Ro-des.com. [En línea] 2014. <https://www.ro-des.com/mecanica/que-es-el-colector-de-admision-y-sus-caracteristicas/>.

HERRERA, GERMAN LUNA. CAJA DE CAMBIOS DE CARRO. CAJA DE CAMBIOS DE CARRO.

HIMNOSALAZAR, MARGELIS. Juego De Horquillas De Caja De Cambio Ford F-100 Caj Hummer. Juego De Horquillas De Caja De Cambio Ford F-100 Caj Hummer.

INNOVA. Autosoporte.com. [En línea] 2018. <https://www.autosoporte.com/index.php/equipo-diagnostico-automotriz/equipos-y-herramientas/multimetro-automotriz-innova-3340>.

KEMPIZULU, SEUDÓNIMO. Eje Cigüeñal, Construcción, Características Y Empleo En Los Buques Mercantes. 2010.

LEMUS, WERNER. Propuesta de mejora en la eficiencia del motor V2500 de AIRBUS A320. [ed.] Mynor Figueroa. San Carlos, Guatemala : s.n., Marzo de 2017.

LUIS, OROZCO CUAUTLE JOSÉ. Desensamble y diagnóstico de motores. Ecatepec : México Digital Comunicación, 2009.

MARINIER, JUAN, PUGLISI, HERNÁN Y JULIÁN, PONS. El Volante de inercia. La plata, Argentina : s.n., 2016.

MENA, DANIEL. Estudio Teórico Para Un Motor Alternativo Sin Árbol De Levas Para Distribución. Valencia , España : s.n., 2015.

METALJET. Reparación de árboles de levas. Reparación de árboles de levas. Buenos Aires, Argentina : s.n., 27 de Enero de 2016.

MENDOZA, S. Fallas de una transmisión manual, ¿cuáles son? Fallas de una transmisión manual, ¿cuáles son? 26 de Abril de 2019.

MOTORSERVICE, TECHNICAL MARKET SUPPORT. Daños en cojinetes de fricción. Daños en cojinetes de fricción. s.l. : MS Motorservice International GmbH, Mayo de 2017.

MS-MOTORSERVICE. Daños de válvulas y sus causas. Daños de válvulas y sus causas. s.l., Alemania : MS Motorservice International GmbH / ES.

NSK. Transmisión Manual. Transmisión Manual. s.l. : Motion & Control NSK, 2021.

NUCLEOM. Nucleom.com. [En línea] 2018. [https://nucleom.ca/es/soluciones-end/visual/#:~:text=La%20inspecci%C3%B3n%20visual%20\(VT\)%20es,o%20mantenimiento%20de%20las%20instalaciones..](https://nucleom.ca/es/soluciones-end/visual/#:~:text=La%20inspecci%C3%B3n%20visual%20(VT)%20es,o%20mantenimiento%20de%20las%20instalaciones..)

OLIVARES GAVINO, GUIDO FARE. Diagnóstico, Servicio y Reparación del Sistema de Transmisión Convencional y Control Electrónico. Diagnóstico, Servicio y Reparación del Sistema de Transmisión Convencional y Control Electrónico. Lima, Perú : s.n., 2019.

ORDOÑEZ, CHRISTIAN WILSON APOLO Y BUSTOS, CARLOS MARCELO MATOVELLE. Propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota vehicular del gobierno autónomo de la ciudad de Azogues. Cuenca, Azuay, Ecuador : s.n., 2012.

OTERO, ANDRÉS. MANUAL BÁSICO ACERCA DEL AUTOMÓVIL Y SU MOTOR. Ibarra, Ecuador : Manual básico acerca del automóvil y su motor, Primera edición - 2017, 2017 .

PCE. PCE-instruments.com. [En línea] 2018. https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/estetoscopio-kat_70055_1.htm.

RAFAEL, Y. & GUZMÁN, A. CARACTERIZACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA CON DOS TIPOS DE COMBUSTIBLE. México, México : s.n., 2014.

REYES, JHONY. DIAGNÓSTICO DE MOTORES DIÉSEL ELECTRÓNICOS, A BASE DE PRESIONES EN EL RIEL COMÚN. Ibarra, Ecuador : s.n., Abril de 2018.

RIVERA, N., CHICA, J., ZAMBRANO, I., & GARCÍA, C. Estudio Del Comportamiento De Un Motor Ciclo Otto De Inyección Electrónica Respecto De La Estequiometría De La Mezcla Y Del Adelanto Al Encendido Para La Ciudad De Cuenca. Cuenca, Ecuador : s.n., Octubre de 2017.

RO-DES. Síntomas de un motor gripado y causas que lo provocan. 2019.

RO-DES. Síntomas de un motor gripado y causas que lo provocan. Síntomas de un motor gripado y causas que lo provocan. 04 de Abril de 2016.

RODRÍGUEZ, DAVID ANDRÉS ROJAS. DESARROLLO Y ELABORACION DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION PARA TALLERES AERONAUTICOS DE REPARACION DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS. DESARROLLO Y ELABORACION DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION PARA TALLERES AERONAUTICOS DE REPARACION DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS. Bogotá, Colombia : s.n., 2016.

SÁNCHEZ, NOBERTO Corrosión o Erosión por Cavitación (pitting) en Camisas de los Motores. 20 de Agosto de 2011.

SARMIENTO, CARLOS E. Caja de velocidades Citroen 2CV - 3CV - Montaje Varillas - Video 3/3. 29 de Septiembre de 2015.

SARMIENTO, DOMINGO. CAJAS DE VELOCIDADES. 2015.

SOURCINGMAP. Sourcingmap - Pistón de aleación de aluminio de china motor de gasolina 168f. 23 de Junio de 2015.

STANLEY. Mercadolibre.com. [En línea] 2018. https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-428501815-camara-de-inspeccion-boroscopio-stanley-stht077363-_JM.

TALLERESCUENCA. Daños ocasionados por la carbonización. Cuenca : s.n., 21 de Marzo de 2017.

TARQUINO, ELOY Y RIVAS, DORIAN. Diseño y construcción del múltiple de escape para el motor Yamaha FZR600 de la formula SAE. Cuenca, Ecuador : s.n., Noviembre de 2014.

TENERIFE, SALESIANOS LA CUESTA. Video 5 Comprobación del plano de culata. Video 5 Comprobación del plano de culata. 2014 de Octubre de 2014.

TEPNUM. Slideshare. [En línea] Junio de 2019. <https://es.slideshare.net/jorgegonzaleso/tecnologia-3-caja-de-cambios>.

TESLONG. Manual de uso Boroscope NTS500. 2020.

TONSOM, L. De Maquinas y Herramientas.com. [En línea] 2013. <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/boroscopio>.

TOTAL ESPAÑA. Cinco averías habituales por un mal uso del aceite de motor. Madrid, España : s.n., 30 de Octubre de 2018.

VIEWTECH. Viewtech.com. [En línea] 2019. <https://www.viewtech.com/videoscope-applications/diesel-engine-borescope-inspection/>.

WALDHAUER, BERND, Y OTROS. Daños de pistones. 1 Daños de pistones Detección y reparación. Untere Neckarstraße : MSI Motor Service International GmbH, Agosto de 2004.

YATEKS. Yateks.com. [En línea] 2019. <https://yateks.com/what-is-automotive-borescope/>.