

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO - USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Restauración motor Chevy Cavalier 2.2L OHV
Proyecto Integrador

Ángel Tedy Ramos Maquisaca

Electromecánica Automotriz

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Licenciado en Electromecánica Automotriz

Quito, 18 de diciembre de 2018

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO - USFQ

Colegio de ciencias e ingeniería

HOJA DE CALIFICACIÓN DE PROYECTO INTEGRADOR

Restauración motor Chevy Cavalier 2.2L OHV

Ángel Tedy Ramos Maquisaca

Calificación:

Nombre del profesor, título académico

Gonzalo Tayupanta, MSc.

Firma del tutor

Quito, 18 de diciembre de año

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Ángel Tedy Ramos Maquisaca

Código: 00123373

Cédula de Identidad: 1712994746

Lugar y fecha: Quito, 18 de diciembre de 2018

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo tiene por objeto presentar el proceso de restauración de motor de combustión interna de un vehículo Chevy Cavalier 2.2L OHV, que fue diagnosticado previo a reparación de motor por el recalentamiento que sufrió debido a una fuga en el sistema de refrigeración.

Los trabajos de diagnóstico y reparación fueron realizados en los talleres del Ing. Eddy Villalobos, en cuanto a la rectificación de sus componentes primarios se los realizó en la Rectificadora Ecuador. Los componentes de mayor desgaste fueron remplazados para una mejor optimización del trabajo.

Trabajo que ha sido elaborado con el fin de conocer al detalle los procesos que implican la reparación de un motor de cuatro tiempos de inyección multipunto, de sistema de ignición directa y con una distribución de válvulas en el cabezote.

ABSTRACT

The purpose of this monograph is to present the process of restoring the internal combustion engine of a Chevy Cavalier 2.2L OHV vehicle, which was diagnosed prior to engine repair due to the overheating it suffered due to a leak in the cooling system. .

The diagnostic and repair work was carried out in the workshops of Engineer Eddy Villalobos, with regard to the rectification of their primary components, they were carried out in the "Rectificadora Ecuador". The components of greater wear were replaced for a better optimization of the work.

Work that has been developed in order to know in detail the processes that involve the repair of a four-stroke multipoint injection engine, a direct ignition system and a distribution of valves in the head.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	9
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	12
Introducción	14
1. EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	15
1.1 Historia de su desarrollo	15
1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	17
1.1.1 Por su diseño.....	18
1.1.2 Por el tipo de combustible.....	21
1.1.3 Por su ciclo de trabajo.....	22
1.1.4 Por el método de enfriamiento.....	23
1.1.5 Por su disposición en el vehículo.....	24
1.3 MOTOR A GASOLINA DE CUATRO TIEMPOS	25
1.3.1 Características y terminología.....	25
1.4 Ciclos de funcionamiento	29
1.4.1 Ciclo teórico.....	29
1.4.2 Ciclo practico de funcionamiento.....	36
1.4.3 Elementos de un motor.....	39
1.4.4 Sistemas del motor.....	55
2. DESARROLLO PRACTICO DE RESTAURACIÓN DE MOTOR CHEVY CAVALIER	
2.2L OHV	66
2.1 Diagnóstico previo a la reparación del motor	67
2.2 Especificaciones técnicas del motor	67
2.3 Proceso de desmonte del motor del vehículo	68
2.4 Desmontaje de elementos indirectos del motor	70
2.4.1 Desmontaje módulo de encendido.....	70
2.4.2 Desmontaje motor de arranque.....	72
2.4.3 Desmontaje múltiple de admisión.....	74
2.4.4 Desmontaje múltiple de escape.....	82
2.4.5 Desmontaje del Alternador.....	85
2.4.6 Desmontaje compresor.....	88
2.4.7 Desmontaje bomba de agua.....	89
2.4.8 Desmontaje caja de cambios.....	89
2.5 Desmontaje de elementos directos del motor	90
2.5.1 Desmontaje termostato.....	90
2.5.2 Desmontaje cabezote o culata.....	92
2.5.3 Desmontaje de la polea de cigüeñal.....	102
2.5.4 Desmontaje del volante de inercia.....	103
2.5.5 Desmontaje Carter.....	104
2.5.6 Desmontaje bomba de aceite.....	105
2.5.7 Desmontaje de la distribución.....	106
2.5.8 Desmontaje pistones, bielas y cigüeñal.....	111
2.6 Reacondicionamiento de motor	116
2.6.1 Reacondicionamiento cabezote o culata.....	118

2.6.2 Reacondicionamiento bloque motor.....	126
2.7 Proceso de Armado de motor.....	133
2.7.1 Comprobación de luz de lubricación en bancada de	133
2.7.2 Armado de motor.....	139
2.7.2 Proceso de Montaje.....	152
2.8 Montaje de elementos indirectos del motor.....	155
2.8.1 Montaje módulo de encendido.....	155
2.8.2 Montaje motor de arranque.....	156
2.8.3 Montaje múltiple de admisión.....	156
2.8.4 Montaje múltiple de escape.....	158
2.8.5 Montaje del Alternador.....	158
2.7.6 Montaje compresor.....	159
2.8.7 Montaje bomba de agua.....	159
2.8.9 Montaje banda de accesorios.....	160
2.8.10 Montaje caja de cambios.....	160
2.9 Montaje de elementos directos del motor.....	161
2.9.1 Montaje termostato.....	161
2.8.2 Montaje cabezote o culata.....	161
2.9.3 Montaje de la polea de cigüeñal.....	163
2.9.4 Montaje del volante de inercia.....	163
2.9.5 Montaje Carter.....	164
2.9.6 Montaje bomba de aceite.....	165
2.9.7 Montaje de la distribución.....	166
2.10 Proceso de afinamiento.....	168
Conclusiones.....	171
Recomendaciones.....	172
Referencias Bibliográficas.....	173
Glosario de Términos.....	175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla #. 1 Ciclo teórico de Motor Cuatro Tiempos y Cuatro Cilindros en Línea	34
Tabla #. 2 Especificaciones Técnicas de Motor Cavalier 2.2	67
Tabla #. 3 Medida de repuestos de compra.....	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración #. 1 Evolución del Automóvil. (Motorpasion, 2017).....	15
Ilustración #. 2 Clasificación del Motor de Combustión Interna. (Autor, 2018).....	17
Ilustración #. 3 Motor en Línea. (Britannica, 2007)	18
Ilustración #. 4 Motor en V. (Britannica, 2007)	19
Ilustración #. 5 Motor Radial. (The Old Motor, 2013)	19
Ilustración #. 6 Motor de Cilindros Opuestos. (Britannica, 2007).....	20
Ilustración #. 7 Motor Rotativo. (Britannica, 2007)	20
Ilustración #. 8 Tipos de Combustible. (Talleres y Repuestos, s.f.)	21
Ilustración #. 9 Ciclo del motor de Cuatro Tiempos. (Grupo Sanimotor, 2017)	22
Ilustración #. 10 Ciclo del Motor de dos Tiempos. (Surgarden, 2014)	23
Ilustración #. 11 Motor longitudinal. (Agco, 2018).....	24
Ilustración #. 12 Motor transversal. (Agco, 2018).....	24
Ilustración #. 13 Simbología del Cilindro. (Concalves, 2018)	25
Ilustración #. 14 Curvas características de Motor. (The Oil Crash, 2014)	28
Ilustración #. 15 Ciclo del motor de Cuatro Tiempos. (Grupo Sanimotor, 2017)	30
Ilustración #. 16 Descomposición de Fuerzas. (The Oil Crash, 2014)	30
Ilustración #. 17 Admisión. (Grupo Sanimotor, 2017)	31
Ilustración #. 18 Compresión. (Grupo Sanimotor, 2017)	31
Ilustración #. 19 Explosión. (Grupo Sanimotor, 2017).....	32
Ilustración #. 20 Escape. (Grupo Sanimotor, 2017).....	33
Ilustración #. 21 Diagrama de distribución. (Megan, 2014).....	37
Ilustración #. 22 Grafico de elevación y cruce de válvulas. (Megan, 2014).....	38
Ilustración #. 23 Cavalier 2.2 Engine Parts. (Haynes, 2015).....	39
Ilustración #. 24 Cámara de Combustión Triangular. (Crouse W. H., 1996).....	41
Ilustración #. 25 Cámara de Combustión Hemisférica. (Crouse W. H., 1996)	41
Ilustración #. 26 Válvula. (Autor, 20018).....	42
Ilustración #. 27 Nomenclatura de Leva. (Megan, 2014)	45
Ilustración #. 28 Balancines Oscilantes. (Fierros Clasicos, 2014).....	46
Ilustración #. 29 Partes de una biela. (Motor Giga, 1998).....	51
Ilustración #. 30 Carter Cavalier 2.2. (AutoZone, 2018).....	54
Ilustración #. 31 Sistema de Distribución SV (Motorcymle, 2017)	56
Ilustración #. 32. Sistema de distribución OHV. (Motorcymle, 2017).....	57
Ilustración #. 33 Sistema de distribución OHCS. (Motorcymle, 2017).....	58
Ilustración #. 34 Sistema de distribución DOHC. (Motorcymle, 2017)	59
Ilustración #. 35 Sistemas de Inyección Monopunto y Multipunto. (Buendia, 2017)	59
Ilustración #. 36 Alimentación de combustible MPFI. (Megan, 2014)	60
Ilustración #. 37 Encendido electrónico DIS. (AutoyTÉCNICA, 2018)	62
Ilustración #. 38 Sistema de Lubricación. (123RF, 2018)	63
Ilustración #. 39 Sistema de Refrigeración. (Taringa, 2017).....	64
Ilustración #. 40 Bloque motor Chevy Cavalier 2.2 (Autor, 2018)	66
Ilustración #. 41 Compartimiento Motor. (AutoZone, 2018)	69
Ilustración #. 42 Desmontaje cables de bujías. (AutoZone, 2018)	70
Ilustración #. 43 Extracción de Bujías. (AutoZone, 2018)	71
Ilustración #. 44 Desmontaje Modulo de encendido y bobinas. (AutoZone, 2018).....	71
Ilustración #. 45 Desmontaje cubierta campana. (AutoZone, 2018)	72
Ilustración #. 46 Desmontaje motor de Arranque. (AutoZone, 2018).....	72
Ilustración #. 47 Desmontaje motor de arranque. (AutoZone, 2018).....	73

Ilustración #. 48 Desmontaje motor de arranque. (AutoZone, 2018)	73
Ilustración #. 49 Cable del acelerador. (AutoZone, 2018).....	74
Ilustración #. 50 Soporte del cable del acelerador. (AutoZone, 2018)	74
Ilustración #. 51 Liberación del templador. (AutoZone, 2018)	75
Ilustración #. 52 Polea de la bomba de dirección. (AutoZone, 2018)	75
Ilustración #. 53 Tubo de alimentación de aceite de transmisión. (AutoZone, 2018)	76
Ilustración #. 54 Válvula de sobrepresión de combustible. (AutoZone, 2018)	76
Ilustración #. 55 Línea de Combustible y retorno. (AutoZone, 2018).....	77
Ilustración #. 56 Línea de vacío. (AutoZone, 2018).....	77
Ilustración #. 57 Conducto de la válvula PCV. (AutoZone, 2018).....	78
Ilustración #. 58 Válvula PCV. (AutoZone, 2018)	78
Ilustración #. 59 Manguera de vacío del freno. (AutoZone, 2018).....	79
Ilustración #. 60 Arnés de vacío. (AutoZone, 2018).....	79
Ilustración #. 61 Colector de admisión superior. (AutoZone, 2018)	80
Ilustración #. 62 Colector de admisión. (AutoZone, 2018)	80
Ilustración #. 63 Válvula EGR. (AutoZone, 2018).....	81
Ilustración #. 64 Vista posterior del colector de admisión inferior. (AutoZone, 2018).....	81
Ilustración #. 65 Colector de admisión inferior. (AutoZone, 2018)	82
Ilustración #. 66 Tubo de escape. (AutoZone, 2018).....	82
Ilustración #. 67 Soporte superior del alternador. (AutoZone, 2018).....	83
Ilustración #. 68 Soporte inferior del alternador. (AutoZone, 2018).....	83
Ilustración #. 69 Tubo de llenado de aceite. (AutoZone, 2018)	84
Ilustración #. 70 Tubería bypass de refrigeración. (AutoZone, 2018).....	84
Ilustración #. 71 Colector de escape. (AutoZone, 2018)	85
Ilustración #. 72 Conexión del regulador del alternador. (AutoZone, 2018).....	85
Ilustración #. 73 Conexión directa a positivo de la batería del alternador. (AutoZone, 2018).....	86
Ilustración #. 74 Pernos delanteros del alternador. (AutoZone, 2018)	86
Ilustración #. 75 Perno posterior del alternador. (AutoZone, 2018).....	87
Ilustración #. 76 Alternador. (AutoZone, 2018)	87
Ilustración #. 77 Bomba de agua. (AutoZone, 2018).....	89
Ilustración #. 78 Habitación del termostato. (AutoZone, 2018)	91
Ilustración #. 79 Limpieza habitación del termostato. (AutoZone, 2018).....	91
Ilustración #. 80 Tapa de válvulas. (AutoZone, 2018)	92
Ilustración #. 81 Junta de la tapa de válvulas. (AutoZone, 2018).....	92
Ilustración #. 82 Limpieza tapa de válvulas. (AutoZone, 2018).....	93
Ilustración #. 83 Limpieza parte superior del cabezote. (AutoZone, 2018)	93
Ilustración #. 84 Cuerpo de balancines. (AutoZone, 2018)	94
Ilustración #. 85 Balancín (AutoZone, 2018)	94
Ilustración #. 86 Varilla de empuje. (AutoZone, 2018).....	95
Ilustración #. 87 Varillas de empuje y balancines. (AutoZone, 2018)	95
Ilustración #. 88 Cabezote. (AutoZone, 2018).....	96
Ilustración #. 89 Liberación del cabezote. (AutoZone, 2018)	96
Ilustración #. 90 Cabezote y colector de escape. (AutoZone, 2018)	97
Ilustración #. 91 Empaque del cabezote. (AutoZone, 2018).....	97
Ilustración #. 92 Limpieza parte superior del bloque motor. (AutoZone, 2018).....	98
Ilustración #. 93 Extracción de resortes de válvula. (AutoZone, 2018)	98
Ilustración #. 94 Muelles. (AutoZone, 2018).....	99
Ilustración #. 95 Seguros de válvulas. (AutoZone, 2018).....	99
Ilustración #. 96 Sellos de válvulas. (AutoZone, 2018).....	100
Ilustración #. 97. Sello tipo paraguas de válvula. (AutoZone, 2018)	100

Ilustración #. 98 Extracción válvula del cabezote, (AutoZone, 2018).....	101
Ilustración #. 99 Despiece de cuerpo de válvula. (AutoZone, 2018).....	101
Ilustración #. 100 Cámara de válvulas. (AutoZone, 2018)	102
Ilustración #. 101 Polea del cigüeñal. (AutoZone, 2018)	102
Ilustración #. 102 Cubo del cigüeñal. (AutoZone, 2018)	103
Ilustración #. 103 Cubo de volante de inercia. (AutoZone, 2018).....	103
Ilustración #. 104 Volante de inercia. (AutoZone, 2018)	104
Ilustración #. 105 Sensor de nivel de aceite, (AutoZone, 2018).....	104
Ilustración #. 106 Extracción sensor de nivel de aceite. (AutoZone, 2018)	105
Ilustración #. 107 Par de apriete bomba de aceite. (AutoZone, 2018).....	105
Ilustración #. 108 Tapa de la distribución. (AutoZone, 2018).....	106
Ilustración #. 109 Extracción tapa de distribución. (AutoZone, 2018).....	106
Ilustración #. 110 Extracción sello de aceite. (AutoZone, 2018).....	107
Ilustración #. 111 Pernos del templador de la cadena de distribución. (AutoZone, 2018)....	107
Ilustración #. 112 Rueda dentada del cigüeñal. (AutoZone, 2018)	108
Ilustración #. 113 Rueda dentada y cadena del cigüeñal. (AutoZone, 2018)	108
Ilustración #. 114 Templador cadena de distribución. (AutoZone, 2018).....	109
Ilustración #. 115 Templador de cadena de distribución asegurado. (AutoZone, 2018).....	109
Ilustración #. 116 Plato del árbol de levas. (AutoZone, 2018)	110
Ilustración #. 117 Árbol de levas. (AutoZone, 2018)	110
Ilustración #. 118 Marcación de bielas. (AutoyTÉCNICA, 2018)	111
Ilustración #. 119 Extracción de biela. (The Oil Crash, 2014)	113
Ilustración #. 120 Extracción pistón. (The Oil Crash, 2014).....	113
Ilustración #. 121 Juego de biela y pistón. (The Oil Crash, 2014)	114
Ilustración #. 122 Par de apriete base izquierda de motor lado caja de cambios. (AutoZone, 2018).....	153
Ilustración #. 123 Par de apriete bobina y módulo de encendido. (AutoZone, 2018)	155
Ilustración #. 124 Distribución del Encendido. (AutoZone, 2018).....	155
Ilustración #. 125 Par de apriete Motor de arranque. (AutoZone, 2018).....	156
Ilustración #. 126 Par de apriete del múltiple de admisión. (AutoZone, 2018).....	156
Ilustración #. 127 Secuencia de ajuste del colector de admisión. (AutoZone, 2018).....	157
Ilustración #. 128 Par de apriete del múltiple de admisión superior. (AutoZone, 2018).....	157
Ilustración #. 129 Par de apriete del colector de escape. (AutoZone, 2018)	158
Ilustración #. 130 Par de apriete del alternador. (AutoZone, 2018)	158
Ilustración #. 131 Par de apriete de bomba de agua. (AutoZone, 2018).....	159
Ilustración #. 132 Liberación de la tensión del templador. (AutoZone, 2018).....	160
Ilustración #. 133 Termostato. (AutoZone, 2018)	161
Ilustración #. 134 Par de apriete cabezote. (AutoZone, 2018).....	162
Ilustración #. 135 Par de apriete de la polea cigüeñal. (AutoZone, 2018).....	163
Ilustración #. 136 Par de apriete de volante de inercia. (AutoZone, 2018)	164
Ilustración #. 137 Par de apriete carter. (AutoZone, 2018)	165
Ilustración #. 138 Par de apriete bomba de aceite. (AutoZone, 2018).....	165
Ilustración #. 139 Par de apriete del conjunto del árbol de levas. (AutoZone, 2018).....	166
Ilustración #. 140 Puntos de la distribución alineados. (AutoZone, 2018).....	167
Ilustración #. 141 Filtro de aceite ACDelco PF47M. (AutoZone, 2018)	169
Ilustración #. 142 Inyector GP 800-1094N. (AutoZone, 2018).....	169
Ilustración #. 143 Bujía ACDelco 41-908. (AutoZone, 2018)	169
Ilustración #. 144 Filtro de combustible ACDelco GF578. (AutoZone, 2018).....	170
Ilustración #. 145 Filtro de aire ACDelco A1615C. (AutoZone, 2018)	170

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía #. 1 Culata.	40
Fotografía #. 2 Muelles de Válvulas.	43
Fotografía #. 3 Guía de Válvula.	43
Fotografía #. 4 Árbol de Levas.	44
Fotografía #. 5 Balancines.	46
Fotografía #. 6 Múltiple de Escape.	47
Fotografía #. 7 Múltiple de Admisión.	48
Fotografía #. 8 Junta de Culata.	48
Fotografía #. 9 Bloque Motor.	49
Fotografía #. 10 Cilindros.	49
Fotografía #. 11 Pistones.	50
Fotografía #. 12 Cigüeñal.	52
Fotografía #. 13 Cojinetes.	53
Fotografía #. 14 Volante de Inercia.	53
Fotografía #. 15 Parte posterior del compresor.	88
Fotografía #. 16 Parte delantera del compresor.	88
Fotografía #. 17 Convertidor de par.	89
Fotografía #. 18 Pernos de sugestión de la transición.	90
Fotografía #. 19 Bloque motor invertido.	111
Fotografía #. 20 Bloque motor.	112
Fotografía #. 21 Bancada de cigüeñal y bielas.	112
Fotografía #. 22 Juego de pistones.	114
Fotografía #. 23 Bloque motor y cigüeñal.	115
Fotografía #. 24 Juego de chaquetas de bancada.	115
Fotografía #. 25 Repuestos para la reparación.	116
Fotografía #. 26 Rectificando el asiento de válvulas.	118
Fotografía #. 27 Rectificación de asientos de válvulas.	119
Fotografía #. 28 Rectificadora de cabezote.	119
Fotografía #. 29 Regulación de la rectificación del cabezote.	120
Fotografía #. 30 Cambio de guías de válvulas.	120
Fotografía #. 31 Guía de válvulas nueva.	121
Fotografía #. 32 Desbaste de guías de válvulas.	121
Fotografía #. 33 Pasta esmeriladora Permatex 34B.	122
Fotografía #. 34 Asentamiento de válvulas.	122
Fotografía #. 35 Válvula antes del pulido.	123
Fotografía #. 36 Válvula después del pulido,	123
Fotografía #. 37 Limpieza cabezote.	124
Fotografía #. 38 Cabezote limpio.	124
Fotografía #. 39 Instalación de sellos.	125
Fotografía #. 40 Montaje de muelles de cabezote.	125
Fotografía #. 41 Cabezote listo para envió a taller.	126
Fotografía #. 42 Medición del túnel de bancada del bloque motor.	126
Fotografía #. 43 Marcación del Azul de Prusia en el túnel de bancada.	127
Fotografía #. 44 Cuadro de medidas de rectificación según la marca.	127
Fotografía #. 45 Ajuste del bloque motor al torno rectificador de túnel de bancada.	128
Fotografía #. 46 Ajuste de bancadas.	128
Fotografía #. 47 Medida de la regulación de la muela de rectificado.	129
Fotografía #. 48 Rectificación de bancada uno.	129
Fotografía #. 49 Rectificación cigüeñal.	130

Fotografía #. 50 Rectificación cilindros.....	130
Fotografía #. 51 Pulido de cilindros.....	131
Fotografía #. 52 Bruñido de cilindros.....	131
Fotografía #. 53 Cilindros de bloque motor pulidos.....	132
Fotografía #. 54 Torque recomendado por rectificadora.....	133
Fotografía #. 55 Instalación de chaquetas de bancada.....	133
Fotografía #. 56 Bloque motor con las chaquetas de bancada.....	134
Fotografía #. 57 Asentamiento del cigüeñal en bloque motor.....	134
Fotografía #. 58 Instalación de chaquetas en biela.....	135
Fotografía #. 59 Correcta posición de la chaqueta de bancada.....	135
Fotografía #. 60 Instalación tapa de bancada.....	136
Fotografía #. 61 Ajuste de las tapas de bancada.....	136
Fotografía #. 62 Comprobación de giro del cigüeñal en el bloque motor.....	137
Fotografía #. 63 Bloque motor instalado los pistones uno y cuatro.....	137
Fotografía #. 64 Expansión de Plastigage en bancada de biela.....	138
Fotografía #. 65 Expansión de Plastigage en chaqueta de bancada.....	138
Fotografía #. 66 Instalación de chaquetas de bancada.....	139
Fotografía #. 67 Instalación de tapas de bancada.....	139
Fotografía #. 68 Asentamiento del cigüeñal lubricado en bloque motor lubricado.....	140
Fotografía #. 69 Torque de bancadas de cigüeñal.....	140
Fotografía #. 70 Bloque motor instalación pistones lubricados uno y cuatro.....	141
Fotografía #. 71 Instalación de rines en el cilindro.....	141
Fotografía #. 72 Lubricación del cilindro y rines.....	142
Fotografía #. 73 Inserción del pistón en el cilindro número uno.....	142
Fotografía #. 74 Bloque motor con pistones instalados.....	143
Fotografía #. 75 Instalación de árbol de levas.....	143
Fotografía #. 76 Aseguramiento árbol de levas.....	144
Fotografía #. 77 Instalación piñón del árbol de levas.....	144
Fotografía #. 78 Liberación del seguro del templador de distribución.....	145
Fotografía #. 79 Ajuste piñón de cigüeñal.....	145
Fotografía #. 80 Lubricación de la bomba de aceite.....	146
Fotografía #. 81 Comprobación de giro del cigüeñal.....	146
Fotografía #. 82 Instalación tapa de la distribución.....	147
Fotografía #. 83 Instalación carter.....	147
Fotografía #. 84 Bloque motor.....	148
Fotografía #. 85 Lubricación de propulsores.....	148
Fotografía #. 86 Ajuste propulsores.....	149
Fotografía #. 87 Instalación empaque de cabezote.....	149
Fotografía #. 88 Instalación cabezote.....	150
Fotografía #. 89 Instalación de varillas de empuje.....	150
Fotografía #. 90 Instalación balancines.....	151
Fotografía #. 91 Instalación tapa de válvulas.....	151
Fotografía #. 92 Distribución de la banda de accesorios.....	152
Fotografía #. 93 Caballete para instalación de motores.....	152
Fotografía #. 94 Montaje de motor.....	153
Fotografía #. 95 Par de apriete de la base derecha lado motor.....	154
Fotografía #. 96 Motor instalado.....	154
Fotografía #. 97 Tapa del depósito de aceite.....	168

Introducción

Para el desarrollo de la Restauración del motor Chevy Cavalier 2.2L OHV nos enfocaremos en solucionar el problema de presencia de aceite en el depósito de refrigerante del motor del Chevy Cavalier 2.2L OHV.

- Identificando las causas que provocaron la presencia de aceite en el depósito de refrigerante, cabe destacar que el vehículo presenta este síntoma desde que recalentó el motor.
- Realizando las correcciones y remplazo de piezas pertinentes en el motor para hacerlo funcionar al cien por ciento.
- Aplicando los conocimientos adquiridos en el estudio de la carrera de electromecánica y así contribuir eficientemente al desarrollo de la restauración

La transcendencia de esta monografía consiste en el análisis, coordinación y solución de las causas que provocaron el daño en el motor de combustión interna a inyección del Chevy Cavalier, por medio de la aplicación de las habilidades adquiridas a lo largo de la carrera universitaria conservando el esquema integral y tecnológico, para de esta manera conseguir un desempeño eficiente en el proceso de la restauración del motor.

Abarcando las actividades de un Licenciado Electromecánico encontramos también el desmontaje, ajuste, rectificación, puesta a punto y montaje del motor 2.2L OHV. En este trabajo encontraremos los conocimientos necesarios que aportan a la restauración íntegra de este motor.

1. EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

1.1 Historia de su desarrollo



Ilustración #. 1 Evolución del Automóvil. (Motorpasion, 2017)

Todo el desarrollo de la revolución industrial empezó con la fabricación de la máquina de vapor, el mismo que dio paso al reemplazo de fuentes básicas de energía como el agua, viento, sol, así como también el esfuerzo animal y hasta el del mismo humano. Las máquinas de vapor permitieron impulsar la industria y el desarrollo de las fábricas en general logrando que el sector automotriz evolucione en cantidad, rapidez y de una forma más segura.

En el año de 1860 la máquina de vapor fue reemplazada por el desarrollo de una nueva tecnología, los motores eléctricos y de gasolina. El Ingeniero Jean Étienne Lenoir inventor del motor a combustión interna lo adapta en un vehículo logrando que la velocidad final sea 3,7 Km/h, sentando las bases para su desarrollo.

Para 1862 el Francés Beau de Rochas patenta la primera descripción correcta del ciclo termodinámico de cuatro tiempos, patente que rápidamente se volvería del dominio público.

"Pero en el año 1867 serían los alemanes Nikolaus August Otto, en conjunto con sus socios Eugen Langen, Gottlieb Daimler y Wilhelm Maybach quienes construyeran y comenzaran la fabricación general del primer motor de combustión interna alternativo de cuatro tiempos con compresión previa." (Fernández, 2007, p. 58)

"Simultáneamente, Karl Benz se dedicaba también en Alemania al diseño de motores específicamente pensados para automoción. El motor construido por Benz en 1885 era un mono cilíndrico horizontal y empleaba una bujía desmontable de diseño moderno alimentada por sistema de acumulador, bobina y ruptor. El carburador era similar al de Daimler pero estaba dotado de un sistema de calentamiento por los gases de escape. A partir de 1893, este carburador fue reemplazado progresivamente por el carburador de flotador inventado por Maybach." (Àrregle, 2002, pg. 24)

Para los mediados del siglo XIX el motor Otto no había logrado aún su máximo desarrollo, se había alcanzado multiplicar en ocho veces la relación peso-potencia y un funcionamiento constante por largos periodos.

Para la primera guerra mundial entre 1914 a 1918 se logra un gran avance en el desempeño de los combustibles así como también en el efecto de los gases productos por la combustión en la relación aire- combustible, dando lugar al desarrollo de carburadores para la realización de dichas mezclas.

Entre las décadas de 1930 a 1950, Felix Wankel con el desarrollo revolucionario y total de su patente fabrica un nuevo motor a gasolina del tipo rotativo el cual está comprendido por un rotor triangular y curvilíneo dentro de una cámara de combustión ovalada.

En 1960 los Estados Unidos son los primeros en establecer las normas que se encargan de regular la emisión de gases en los vehículos a motor.

En la década de 1970 se dispara el precio del petróleo y sus derivados provocando que los fabricantes de autos optimicen el consumo de combustible de sus motores aumentando su eficiencia; esta recesión hidrocarburífera hace necesaria el comienzo del estudio de

combustibles alternativos como el gas natural, metanol, etanol e incluso llegando al estudio con hidrógeno.

A lo largo de la historia el motor de combustión interna ha ido incorporando sofisticados sistemas de control para optimizar cada vez más su rendimiento y bajar el consumo de combustible así como mejorar la calidad de los gases de escape, pero ha conservado las características fundamentales de su desarrollo.

1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

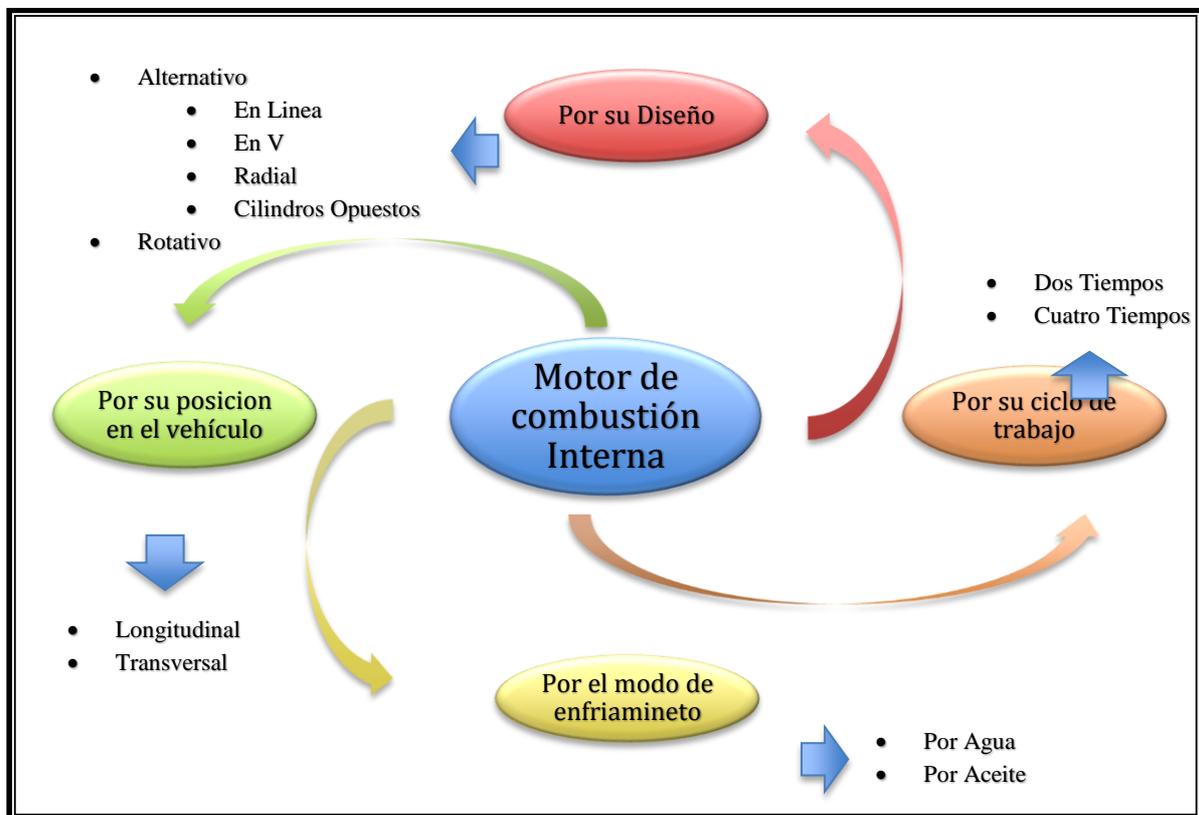


Ilustración #. 2 Clasificación del Motor de Combustión Interna. (Autor, 2018)

El motor de combustión interna transforma la energía térmica en mecánica, mediante la combustión de la mezcla de aire-carburante, que genera un trabajo mecánico, de acuerdo a este principio pueden clasificarse de la siguiente manera, ilustración 2.

1.1.1 Por su diseño.

Los motores por el diseño de la generación de energía mecánica se clasifican en alternativo y rotativo.

1.1.1.1 Motor alternativo.

El motor de tipo alternativo es aquel que transforma el movimiento oscilante de un cuerpo en una dirección alternándose con otro en sentido contrario, en otras palabras se llama motor alternativo al que por efecto de la explosión de mezcla aire-carburante desplaza el pistón y luego por medio de la inercia regresar al punto de inicio para repetir nuevamente el proceso.

1.1.1.1.1 Motor en línea.

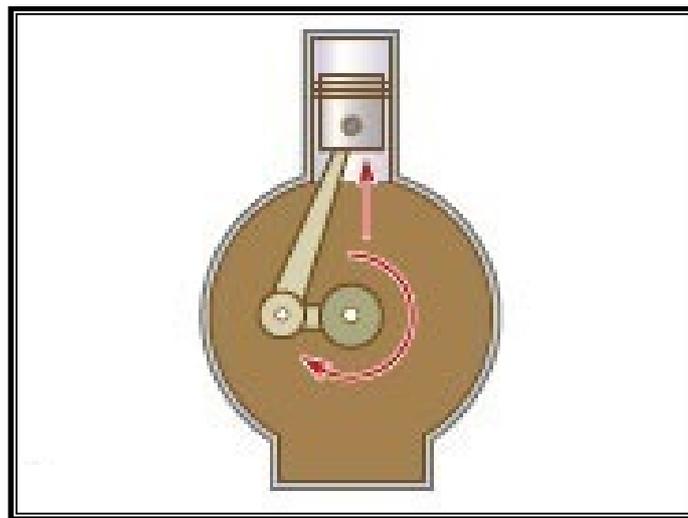


Ilustración #. 3 Motor en Línea. (Britannica, 2007)

La distribución de los cilindros de estos motores está alineada en fila el uno a continuación del otro dentro de un solo bloque más conocido como Otto, las combinaciones más comunes podrían ser de 2, 3, 4, 5 y 6

1.1.1.1.2 Motor en V.

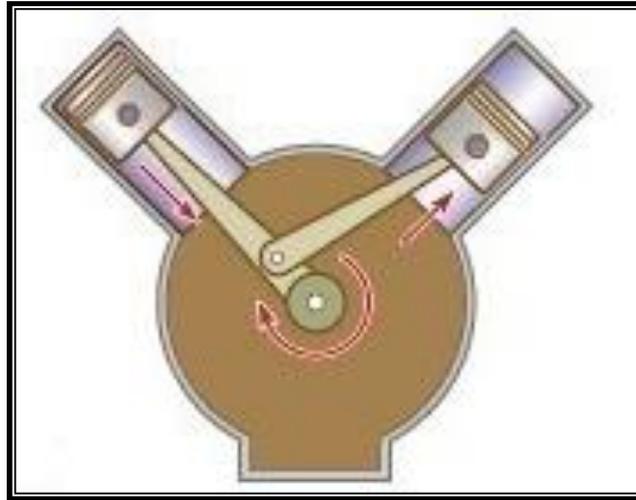


Ilustración #. 4 Motor en V. (Britannica, 2007)

Se denomina motor en V cuando se los cilindros se agrupan en dos bloques o filas de cilindros donde la inclinación de los mismos dan la impresión de una letra “V” y que convergen en el mismo cigüeñal. Las combinaciones más comunes van desde V2 hasta V10 e incluso han llegado hasta V16.

1.1.1.1.3 Motor radial.

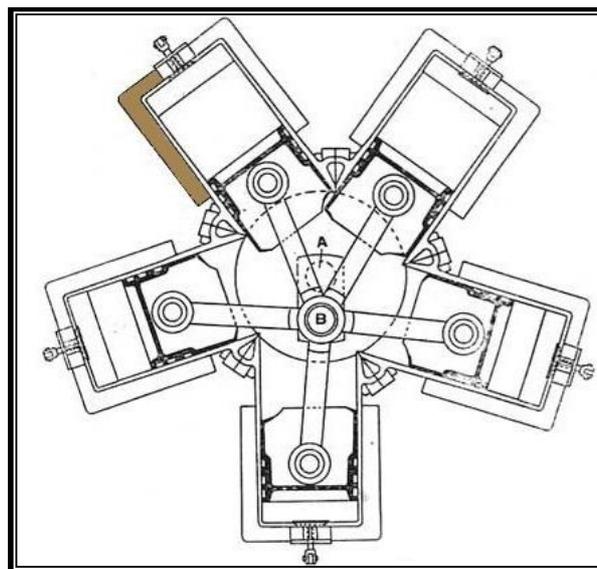


Ilustración #. 5 Motor Radial. (The Old Motor, 2013)

O también llamado en estrella los cilindros van distribuidos radialmente respecto del cigüeñal, configuración muy usada en la aviación hasta la aparición del motor a reacción.

1.1.1.4 Motor de cilindros opuestos.

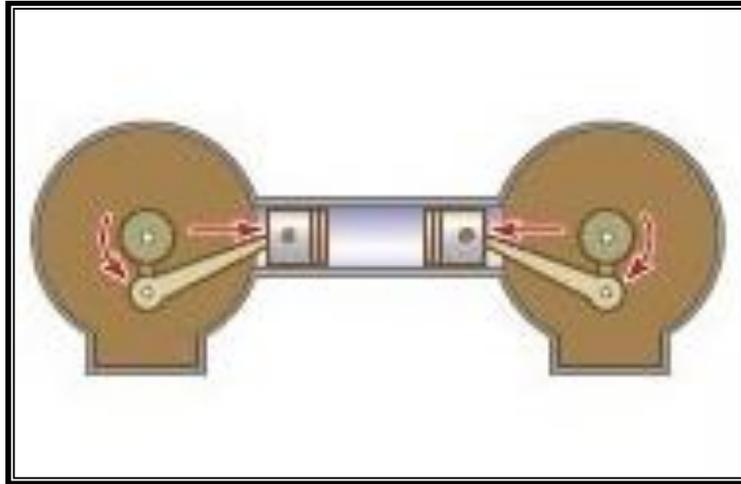


Ilustración #. 6 Motor de Cilindros Opuestos. (Britannica, 2007)

Más conocido como bóxer los pistones se encuentran dispuestos horizontalmente a 180 grados el uno del otro en dos bancos a ambos lados del único cigüeñal.

1.1.1.2 Motor Rotativo.



Ilustración #. 7 Motor Rotativo. (Britannica, 2007)

Uno de los más conocidos es el Motor Wankel que utiliza rotores en vez de pistones, este motor tiene la característica de funcionamiento suave y silencioso, debido a su simplicidad presenta escasas averías.

1.1.2 Por el tipo de combustible.



Ilustración #. 8 Tipos de Combustible. (Talleres y Repuestos, s.f.)

1.1.2.1 Gasolina.

El motor más usado hoy en día en donde la combinación de la mezcla aire-carburante explota por medio de la chispa generada por la bujía y permite que el pistón se desplace generando de esta manera movimiento lineal y que por medio de las bielas se transfiere al cigüeñal obteniendo así movimiento circular.

1.1.2.2 Diésel.

Parte del mismo principio del de gasolina, la diferencia radica en que el encendido del carburante se produce debido a la alta temperatura generada por la compresión de la mezcla en el cilindro, estas altas presiones hacen que la estructura de los componentes de este motor sea de mayor magnitud.

1.1.2.3 Hidrógeno.

En esencia lleva el mismo principio que el de gasolina, la mayor diferencia radica en que la combustión de hidrógeno no produce ninguna contaminación, liberando solamente vapor de agua con su combustión.

1.1.3 Por su ciclo de trabajo.

1.1.3.1 Motor de cuatro tiempos.

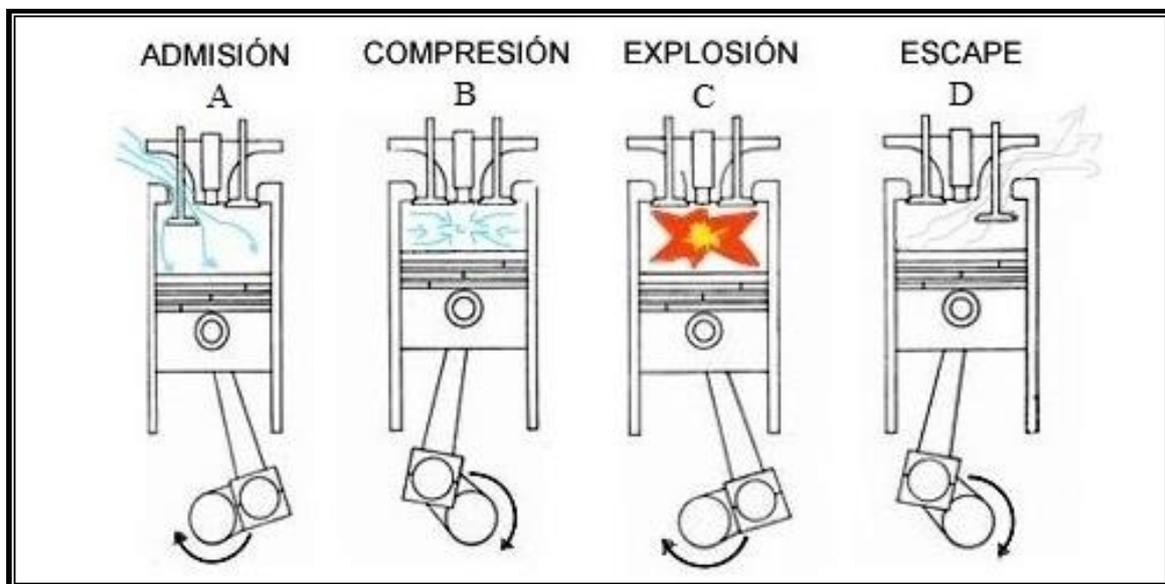


Ilustración #. 9 Ciclo del motor de Cuatro Tiempos. (Grupo Sanimotor, 2017)

Un motor de cuatro tiempos divide el desplazamiento del pistón o dos vueltas del cigüeñal en cuatro etapas, estas son: admisión, compresión, expansión y escape, llamadas también carrera, en cada etapa se realiza cada una de las carreras del pistón repitiéndose una y otra vez el ciclo de trabajo.

1.1.3.2 Motor de dos tiempos.

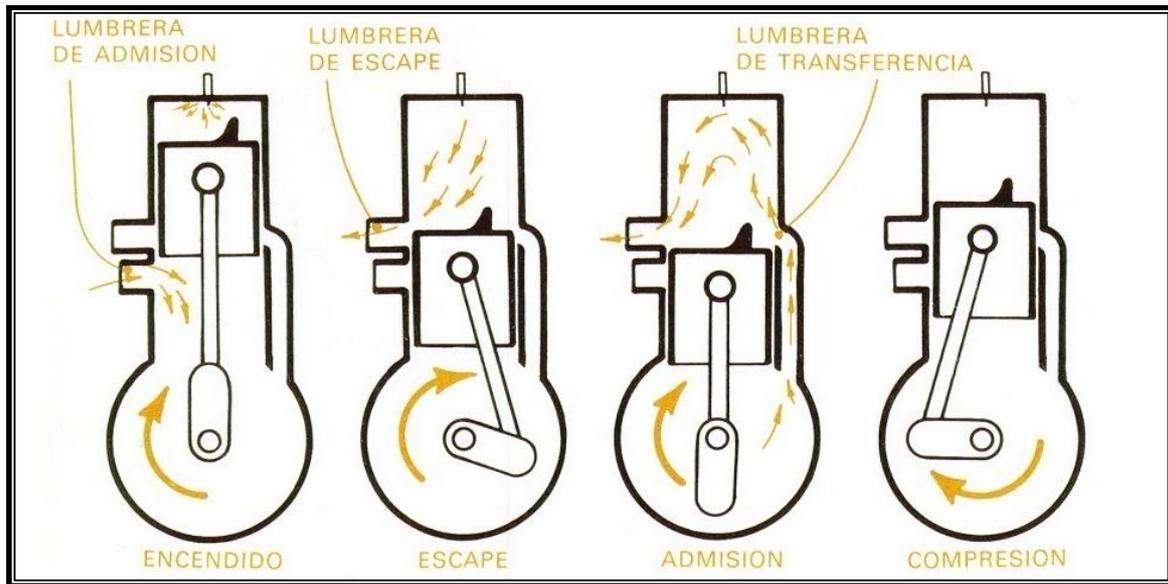


Ilustración #. 10 Ciclo del Motor de dos Tiempos. (Surgarden, 2014)

En el motor de dos tiempos el ciclo de trabajo también tiene las cuatro etapas del motor de cuatro tiempos, con la diferencia que se completan en dos carreras del pistón o en una sola vuelta del cigüeñal.

1.1.4 Por el método de enfriamiento.

1.1.4.1 Enfriado por agua

Los motores que son refrigerados por agua cumplen un circuito a través del motor y cuya finalidad es evitar que el mismo recaliente causando el deterioro de sus partes, este líquido es impulsado por medio de una bomba centrífuga que lo hace circular a través de canales de los cilindros del bloque del motor, luego por la culata y finalmente por el radiador donde por efecto del desplazamiento del vehículo o por activación de un ventilador tiene lugar el enfriamiento.

1.1.4.2 Enfriado por aire

Estos motores utilizan la culata como un disipador de calor permitiendo que se intercambie el calor con el aire de la marcha o ventilador.

1.1.5 Por su disposición en el vehículo.

1.1.5.1 Longitudinal

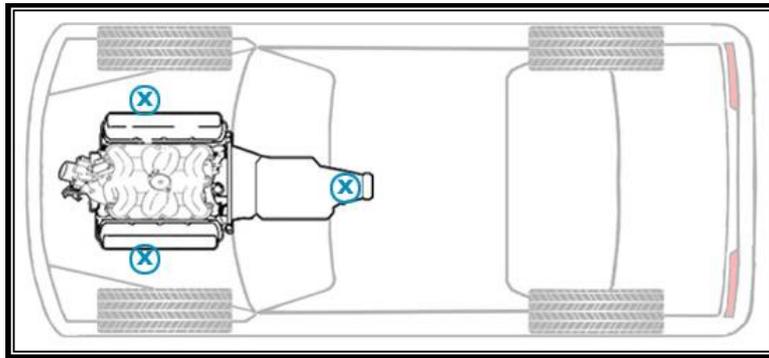


Ilustración #. 11 Motor longitudinal. (Agco, 2018)

La ubicación del motor longitudinal se encuentra en sentido de circulación del vehículo, en otras palabras en paralelo a la dirección en la que se desplaza.

1.1.5.2 Transversal

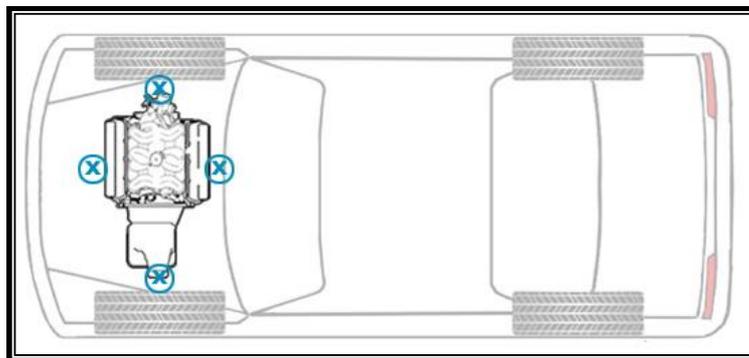


Ilustración #. 12 Motor transversal. (Agco, 2018)

La ubicación del motor transversal se encuentra cruzado a la dirección del vehículo, en otras palabras perpendicular a la dirección en que se desplaza.

1.3 MOTOR A GASOLINA DE CUATRO TIEMPOS

1.3.1 Características y terminología.

A continuación hago referencia a los términos más utilizados en el ámbito automotriz y que necesitan ser entendidos para comprender su funcionamiento.

1.3.1.1 Carrera.

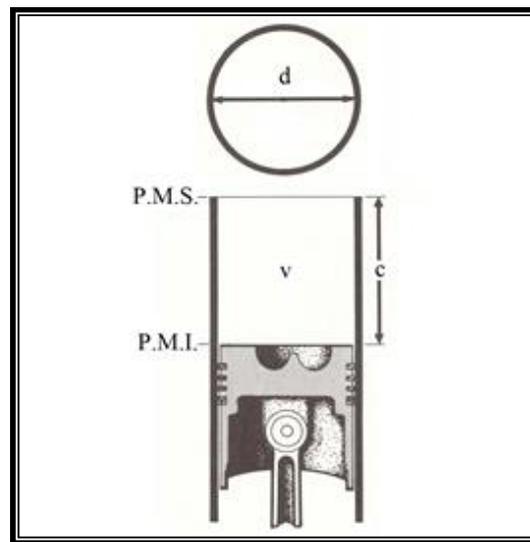


Ilustración #. 13 Simbología del Cilindro. (Concalves, 2018)

Comprende la distancia de todo el desplazamiento del pistón, es decir, desde el punto muerto superior hasta el punto muerto inferior. Su abreviatura es c.

1.3.1.2 Punto muerto superior.

Hace referencia a la posición más alta de la carrera de pistón. Se lo abrevia como P.M.S.

1.3.1.3 Punto muerto inferior.

Hace referencia a la posición más baja de la carrera de pistón. Se lo abrevia como P.M.I.

1.3.1.4 Cilindrada Unitaria.

Comprende el volumen que barre el pistón durante su desplazamiento (carrera) entre el punto muerto superior (P.M.S.) y el punto muerto inferior (P.M.I.). Se lo puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$v = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot c}{4}$$

En donde, d es el diámetro del cilindro expresado en cm al multiplicarlo por los centímetros de la carrera la unidad de medida del volumen estará dada en cm³.

1.3.1.5 Volumen de la cámara de combustión

Comprende el volumen entre el pistón cuando se encuentra en el P.M.S. y la culata. Cabe destacar que el volumen de la cámara es indistinto en cada motor debido a las irregularidades que le da el fabricante.

La manera más sencilla de encontrar el volumen de la cámara de combustión es de manera práctica: Tomamos una probeta graduada con aceite SAE 10 hasta el volumen 100cm³, luego vertimos el aceite en una de las cámaras hasta llegar al borde mismo. De la misma manera procedemos con el volumen del cilindro, llenándolo hasta el borde, a continuación se compara el volumen del aceite que quedo en la probeta restándolo del total.

1.3.1.6 Cilindraje.

Comprende el volumen de la cámara de combustión más la carrera del pistón multiplicado por el número de pistones (n) que el motor tenga.

$$v = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot c}{4} \times n$$

1.3.1.7 Relación de compresión.

Comprende el número que permite medir la proporción en volumen, que se ha comprimido la mezcla aire-carburante dentro de la cámara de combustión.

$$Rc = \frac{V + v}{v}$$

Si la relación de compresión aumenta mayor será la potencia de la carrera de trabajo.

1.3.1.8 Potencia.

Comprende la rapidez con la cual se efectúa un trabajo. "Por definición, la potencia (P) de una máquina es igual al trabajo (W) desarrollado por esta máquina, dividida por el tiempo (t) empleado. La unidad de potencia es el Watt (vatios), el Caballo de Vapor (CV) o el Caballo de fuerza (HP)." (Martínez, 1999, pg. 20)

$$P = \frac{W}{t}$$

La potencia de funcionamiento de un motor está determinado por el número de revoluciones a la que este trabaja y depende de la relación de compresión, grado de llenado de los cilindros y cilindraje.

1.3.1.8.1 Par motor.

Comprende el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia (P). "En el motor de explosión llamamos par motor al esfuerzo de giro aplicado al codo del cigüeñal (ω) por la fuerza de la explosión que le transmite el conjunto biela-pistón. Cuanto mayor sea la presión de empuje sobre el pistón, mayor será el par (M). La unidad de par es el Newton-Metro (Nm)" (Martínez, 1999, pg. 20)

$$M = P \times \omega$$

La velocidad angular es igual a una vuelta completa (2π) dividida para el tiempo que se tomó en dar dicha vuelta.

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Cabe destacar que el par motor aplicado a un tiempo de trabajo se convierte en potencia.

La potencia aumenta con la velocidad ya que es directamente proporcional al número de revoluciones por minuto y al par. Ya que el par decrece rápidamente cuando el motor se encuentra a altas velocidades, la potencia también llega su pico máximo (3) en donde empieza a decrecer si se continúa aumentando la velocidad.

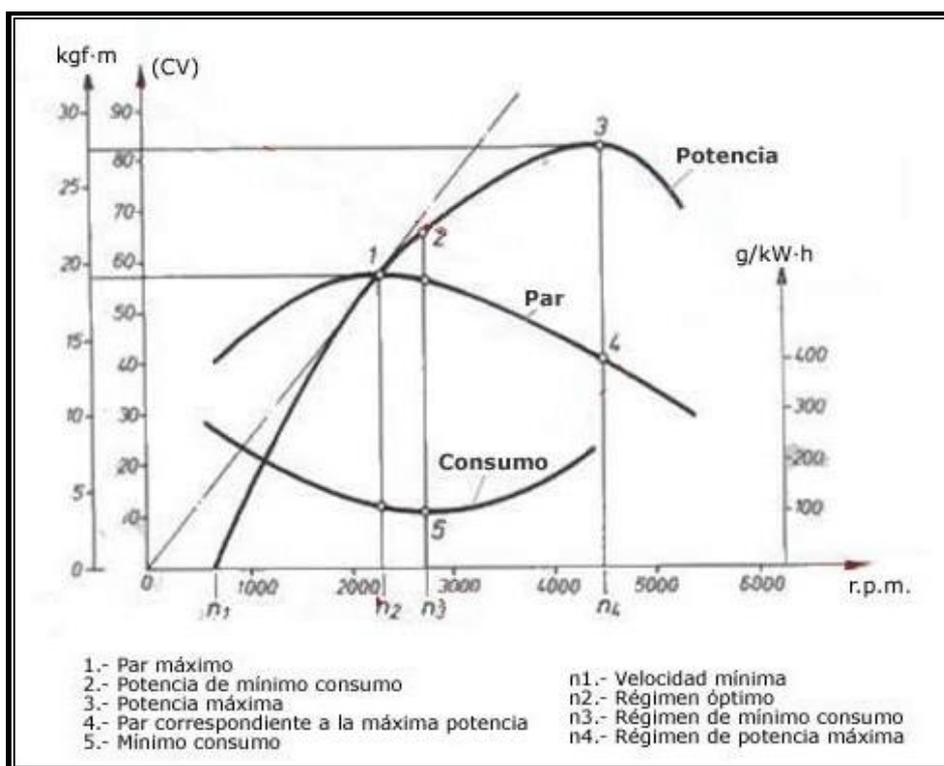


Ilustración #. 14 Curvas características de Motor. (The Oil Crash, 2014)

La representación de curvas par y potencia son diferentes en cuanto a las características de cada vehículo debido a las prestaciones de cada motor.

1.3.1.8.2 Revoluciones del motor.

"El régimen de giro del motor está limitado por las fuerzas de inercia originadas por el movimiento alternativo del pistón y del tiempo de que pueda disponer para la combustión de la mezcla. El número de revoluciones limita un llenado correcto de los cilindros. A mayor velocidad, los gases han de entrar más rápido ya que disponen de menos tiempo." (Martínez, 1999, Pg. 21). El régimen de giro de un motor se expresa por la cantidad de revoluciones en un minuto y sus siglas son: RPM.

1.3.1.8.3 Consumo específico de combustible.

Comprende la relación entre la masa de combustible que se utiliza durante la combustión con la potencia que a cambio entrega el motor. El consumo específico depende del rendimiento térmico y del volumen de la combustión. La relación de compresión está ligada directamente proporcional al rendimiento térmico.

1.4 Ciclos de funcionamiento

1.4.1 Ciclo teórico.

El ciclo teórico de un motor de cuatro tiempos cumple con la ejecución de varias acciones que se dan dentro del cilindro y que se repiten en un determinado período. La duración del ciclo está dada por el cumplimiento de 4 tiempos que son:

A.- Admisión.

B.- Compresión.

C.- Explosión.

D.- Escape.

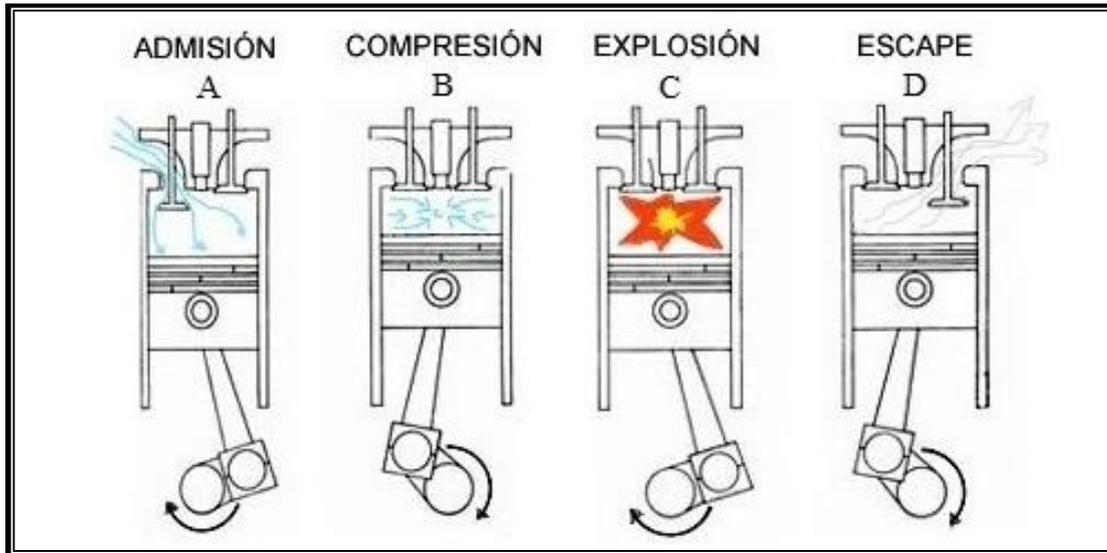


Ilustración #. 15 Ciclo del motor de Cuatro Tiempos. (Grupo Sanimotor, 2017)

Para que un motor funcione necesita la presencia inexorable de tres factores que son: aire, carburante y chispa. En el cual la mezcla de aire-carburante es aspirada dentro del cilindro (A) y comprimida por el pistón (B). Esta mezcla es encendida con la ayuda de una chispa generada por la bujía, esta explosión (C) hace que el pistón empuje al cigüeñal que se encarga de transformar dicha energía en movimiento para el vehículo.

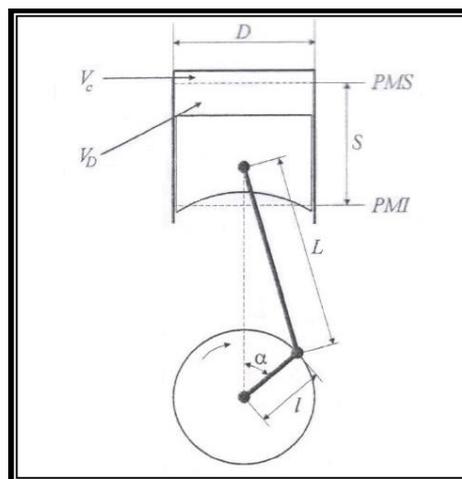


Ilustración #. 16 Descomposición de Fuerzas. (The Oil Crash, 2014)

“Durante la combustión la energía química de la gasolina se transforma en energía calorífica. Los conjuntos mecánicos del motor consiguen que dicha energía se transforme en

mecánica, la cual permitirá que se realice el desplazamiento del vehículo.” (Domínguez y Ferrer; 2008; pg. 7)

1.4.1.1 Ciclo de cuatro tiempos en un cilindro.

1.4.1.1.1 Primer tiempo o admisión (A).

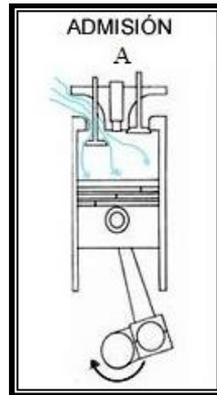


Ilustración #. 17 Admisión. (Grupo Sanimotor, 2017)

Para el inicio del ciclo y su explicación partiremos desde el P.M.S en donde la válvula de admisión se encuentra abierta. Al empezar la primera carrera, el pistón va absorbiendo la mezcla de aire-carburante y la válvula de admisión se cierra al llegar al P.M.I Dando lugar al giro de media vuelta del cigüeñal.

1.2.1.1.2 Segundo tiempo o compresión (B).

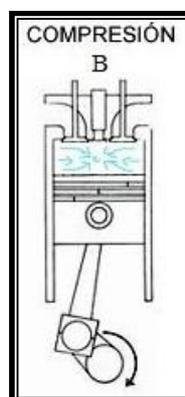


Ilustración #. 18 Compresión. (Grupo Sanimotor, 2017)

Para el segundo tiempo partiremos desde P.M.I y tanto la válvula de admisión como la de escape se encuentran cerradas, de tal manera que el cierre del cilindro sea hermético. Mientras el pistón avanza hasta el P.M.S la mezcla aire-carburante va ocupando un menor espacio creando una cámara de compresión de aproximadamente 15 bares alcanzando una temperatura de alrededor de 450° Celsius. En este momento el cigüeñal ha completado ya una vuelta.

1.4.1.1.3 Tercer tiempo o explosión (C).

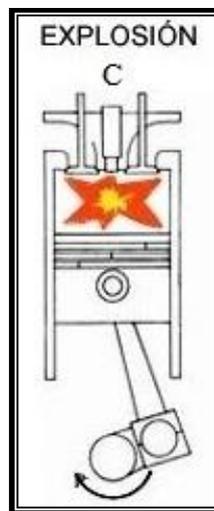


Ilustración #. 19 Explosión. (Grupo Sanimotor, 2017)

En el momento justo que el pistón llega al P.M.S y la cámara de combustión esta comprimida de mezcla, se enciende la bujía generando la chispa adecuada para provocar la explosión de la misma generando una presión de 50 a 60 bares sobre el pistón llevándolo rápidamente hasta el P.M.I y de esta manera aliviando la presión de los gases de escape acumulados en el cilindro.

En otras palabras la explosión de la mezcla en esta carrera se encarga de dar el empuje al cigüeñal y que por efecto de la inercia acumulada en el contrapeso lo hará girar hasta recibir el siguiente impulso.

1.4.1.1.4 Cuarto tiempo o escape (D).

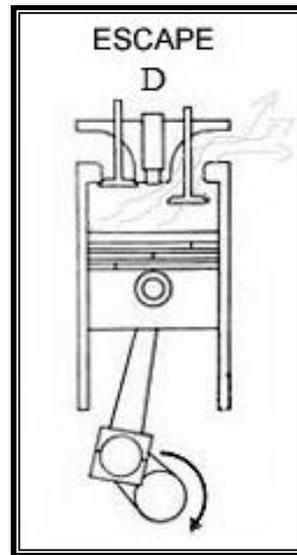


Ilustración #. 20 Escape. (Grupo Sanimotor, 2017)

Partiendo del punto final del tercer tiempo P.M.I, la perfecta sincronización del árbol de levas abre la válvula de escape y mientras el pistón cumple la última carrera del ciclo evacuando los gases producidos por la combustión de la mezcla hasta llegar al P.M.S y completar la segunda vuelta del cigüeñal a la espera de que empiece un nuevo ciclo.

En otras palabras se llama motor de cuatro tiempos debido a que en el ciclo se efectúan cuatro carreras del pistón. De tal manera que el cigüeñal recibe un impulso cada dos vueltas para que con el efecto del volante de inercia regrese el pistón al inicio del ciclo

De tal manera que en las cuatro carreras de un ciclo, que el pistón ejecuta, solo en la explosión hay trabajo. En virtud de este proceso las explosiones suceden en base a la siguiente formula:

$$\frac{720^\circ}{\#Cilindros} = \frac{720^\circ}{4} = 180^\circ \text{ [Intervalo de Encendido]}$$

1.4.1.2 Ciclo teórico del motor de cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea.

En un motor de cuatro cilindros en línea se cumplen independiente y simultáneamente cuatro tiempos, para entender mejor su funcionamiento a continuación se presenta la tabla del proceso de trabajo.

Movimiento del Cigüeñal en grados		Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4
1 REV.	0°	P.M.S. Explosión ↓ 1	P.M.I. Escape ↑	P.M.I. Compresión ↑	P.M.S. Admisión ↓
	180°	P.M.I. Escape ↑	P.M.S. Admisión ↓	P.M.I. Explosión ↓ 2	P.M.I. Compresión ↑
2 REV.	360°	P.M.S. Admisión ↓	P.M.I. Compresión ↑	P.M.I. Escape ↑	P.M.S. Explosión ↓ 3
	540°	P.M.I. Compresión ↑	P.M.S. Explosión ↓ 4	P.M.S. Admisión ↓	P.M.I. Escape ↑
	720°				

Tabla #. 1 Ciclo teórico de Motor Cuatro Tiempos y Cuatro Cilindros en Línea. (Autor, 2018)

A partir de la tabla anterior podemos determinar en qué tiempo se encuentra cada cilindro mientras recorre un ciclo, en donde el orden de encendido es 1, 3, 4, 2.

A continuación presento el funcionamiento del motor de cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea:

1.2.2.2.1 Primer tiempo.

Observemos que al partir de 0° el cilindro No 1 y 4 se encuentran en P.M.S y los cilindros No 2 y 3 en P.M.I, cuando el ciclo inicia debido a la explosión en el cilindro N° 1 el pistón baja, en el segundo cilindro el pistón empieza a subir para sacar los gases de escape, en

el tercer cilindro el pistón sube para comprimir la mezcla y en el cuarto cilindro el pistón baja para llenar la cámara de mezcla. Al terminar la carrera individual de cada cilindro se ha cumplido con el giro de 180° del cigüeñal, llegando los pistones de los cilindros N°1 y 4 al P.M.I y los pistones de los cilindros N°2 y 3 a P.M.S.

1.2.2.2 Segundo Tiempo.

A partir de los 180° comienza el segundo tiempo en donde el pistón del cilindro N° 1 y 4 se encuentran en P.M.I y los pistones de los cilindros N° 2 y 3 en P.M.S, cuando la segunda carrera inicia esta vez impulsada por la explosión del cilindro N° 3 baja al igual que el pistón del cilindro N° 2 pero este para llenar la cámara de mezcla, los pistones de los cilindros N° 1 y 4 suben para sacar los gases de escape y comprimir la mezcla respectivamente. Al terminar la segunda carrera individual de cada cilindro se ha cumplido con el giro de 360° del cigüeñal, llegando los pistones de los cilindros N°1 y 4 al P.M.S y los pistones de los cilindros N°2 y 3 a P.M.I.

1.2.2.3 Tercer tiempo.

A partir de los 360° comienza el tercer tiempo en donde el pistón del cilindro N° 1 y 4 se encuentran en P.M.S y los pistones de los cilindros N° 2 y 3 en P.M.I, cuando la tercera carrera inicia esta vez impulsada por la explosión del cilindro N° 4 baja al igual que el pistón del cilindro N° 1 pero este para llenar la cámara de mezcla, los pistones de los cilindros N° 2 y 3 suben para comprimir la mezcla y sacar los gases de escape respectivamente. Al terminar la tercera carrera individual de cada cilindro se ha cumplido con el giro de 540° del cigüeñal, llegando los pistones de los cilindros N°1 y 4 al P.M.I y los pistones de los cilindros N°2 y 3 a P.M.S.

1.2.2.2.4 Cuarto tiempo.

A partir de los 540° comienza el cuarto tiempo en donde el pistón del cilindro N° 1 y 4 se encuentran en P.M.I y los pistones de los cilindros N° 2 y 3 en P.M.S, cuando la cuarta carrera inicia esta vez impulsada por la explosión del cilindro N° 3 baja al igual que el pistón del cilindro N° 2 pero este para llenar la cámara de mezcla, los pistones de los cilindros N° 1 y 4 suben para comprimir la mezcla y sacar los gases de escape respectivamente. Al terminar la cuarta carrera individual de cada cilindro se ha cumplido con el giro de 720° del cigüeñal, llegando los pistones de los cilindros N°1 y 4 al P.M.S y los pistones de los cilindros N°2 y 3 a P.M.I.

Una vez cumplido el cuarto tiempo el ciclo vuelve a repetirse indefinidamente hasta que el usuario del vehículo detenga la marcha del motor.

De esta manera se completa el ciclo de carreras individuales de un motor de cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea.

Cabe recalcar que la complejidad del funcionamiento de cada carrera de un motor a combustión interna está sujeta al número de cilindro y a la disposición de los mismos.

1.4.2 Ciclo practico de funcionamiento.

Teóricamente las válvulas de admisión y de escape se abren y cierran en el momento justo de llegar al punto muerto superior e inferior respectivamente, pero en la practica sucede algo muy diferente, la válvula de admisión se abre mucho antes que el pistón llegue al PMS, esto llenado por completo el cilindro de mezcla y limpiando mejor cuando la carrera se encuentra en escape los gases producidos por la combustión. Se denomina al ángulo de giro del cigüeñal al giro que se produce exactamente en el inicio de apertura de la válvula de

admisión hasta que el pistón alcance el punto muerto superior, en cuanto a la carrera inversa se la denomina como ángulo de avance a la apertura de admisión.

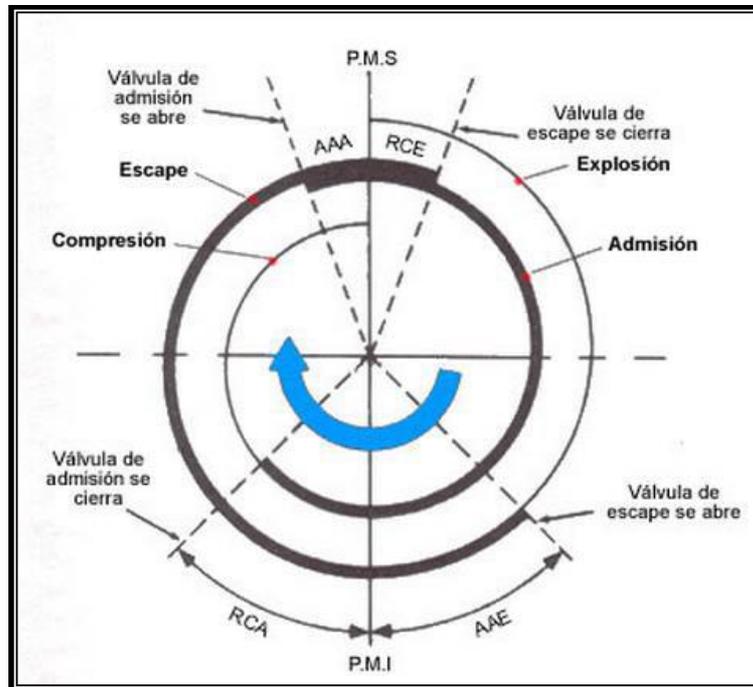


Ilustración #. 21 Diagrama de distribución. (Megan, 2014)

"Al momento en que el pistón llega al P.M.I. en su carrera descendente, la inercia de los gases que están entrando en el cilindro sigue introduciéndolos aun cuando el pistón ya inicia el ascenso en su carrera de compresión" (Hermógenes, 1999, pg. 48). Debido a esta inercia la válvula de admisión debe ser completada su cierre en la carrera creciente del pistón, llenando el pistón enteramente.

El retraso al cierre de admisión es el ángulo de giro del cigüeñal cuando el pistón alcanza el punto muerto inferior comenzando el desplazamiento de compresión, hasta que este cierra por completo la válvula de escape.

En la válvula de escape tenemos algo similar pero llamado avance a la apertura de escape en donde el ángulo de giro del cigüeñal desde que la válvula de escape comienza a abrir hasta que el pistón se desplaza hasta llegar al punto muerto inferior.

El retraso al cierre de escape facilita la salida completa de los gases de escape, comienza cuando el pistón se encuentra en punto muerto superior hasta que la válvula de escape se cierra por completo.

Cada motor forma su propio diagrama de distribución de acuerdo a las cualidades de su diseño y creación del fabricante, a continuación encontramos una explicación general de dicho proceso.

- Desacuerdo a la CEAC, Centro de Estudios a Distancia de España , el valor del ángulo de avance a la apertura de admisión esta entre 10 y 40°.
- El retraso al cierre de la admisión esta entre 45 y 100°.
- El avance a la apertura de escape está comprendido entre 45 y 90°.
- El retraso al cierre de escape tiene un valor entre 0 y 60°.

Al tiempo que las dos válvulas, tanto de admisión como de escape están abiertas se los denomina cruce de válvulas y se lo obtiene por la relación que existe entre el cigüeñal y el árbol de levas.

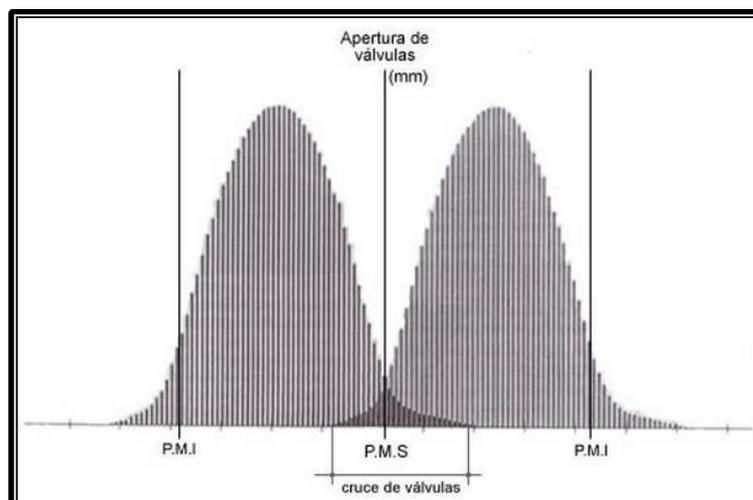


Ilustración #. 22 Grafico de elevación y cruce de válvulas. (Megan, 2014)

1.4.3 Elementos de un motor.

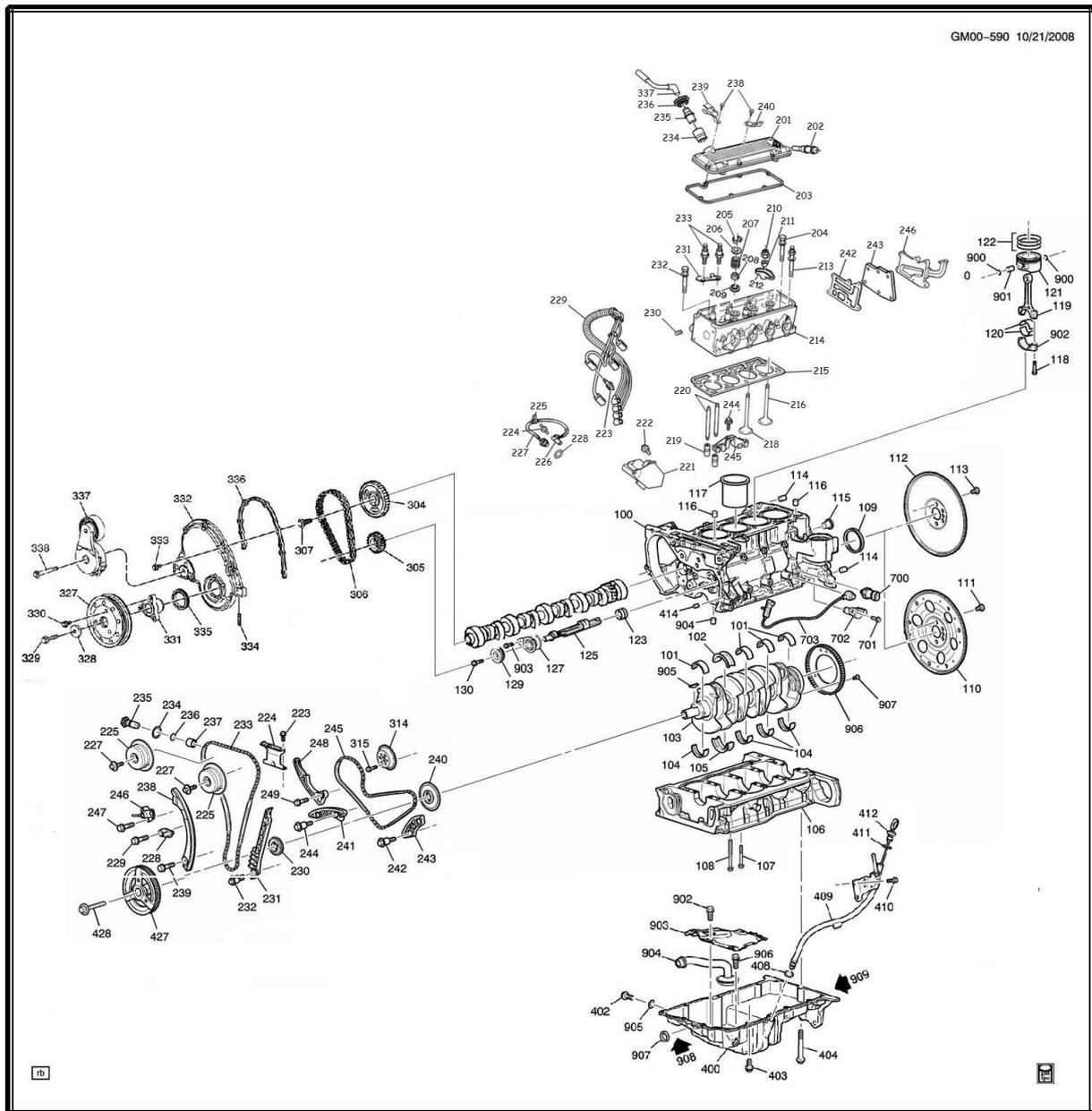


Ilustración #. 23 Cavalier 2.2 Engine Parts. (Haynes, 2015)

Para el óptimo funcionamiento de un motor de cuatro tiempos a gasolina tenemos un finito número de elementos, cada uno de ellos cumplen una función específica dentro del mismo, para una mejor explicación y estudio lo dividiremos en grupos de trabajo.

1.2.3.1 Culata

Parte superior del motor, denominada también cabezote. Se encarga del cierre del mismo por la parte superior y aloja a las válvulas de admisión y escape, bujías, árbol de levas y conductos de admisión de mezcla (aire-carburante) así como también los conductos de escape.



Fotografía #. 1 Culata. (Autor, 2009)

Elemento que soporta las explosiones que se generan en los cilindros, por ello va atornillada fuertemente al mono bloque del motor y está constituida de hierro o mayormente de aluminio para aprovechar las propiedades de peso y conductividad térmica. En general, la culata está construida con doble pared para permitir la circulación del líquido refrigerante.

1.2.3.1.1 Cámara de combustión.

Comprende el espacio entre la parte superior del pistón cuando se encuentra en el punto muerto superior (P.M.S) y la parte mecanizada de la culata donde se realiza la combustión de la mezcla aire-carburante. Diseñadas dependiendo de la forma del motor las principales son: triangulares o hemisféricas.

"Cuando se abren las dos válvulas de admisión entra mezcla aire-combustible. En la cámara principal de combustión entra una mezcla pobre. En la cámara de pre combustión entra una mezcla muy rica. El encendido tiene lugar en la cámara de pre combustión. La mezcla aire-combustible que se quema entra en la cámara principal de combustión. Esto produce una buena turbulencia y el rápido esparcimiento de la llama mejorando la combustión." (Crouse, 1993, pg.100)

1.2.3.1.1.1 Cámara triangular.

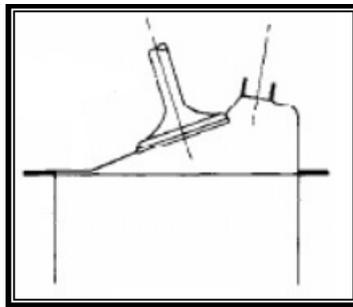


Ilustración #. 24 Cámara de Combustión Triangular. (Crouse W. H., 1996)

- las válvulas de admisión y escape se ubican ligeramente del mismo lado de la culata y la bujía del otro.

1.2.3.1.1.2 Cámara hemisférica.

Las válvulas de admisión se encuentran de un lado y la de escape del otro dejando un significativo espacio en el centro para la bujía.

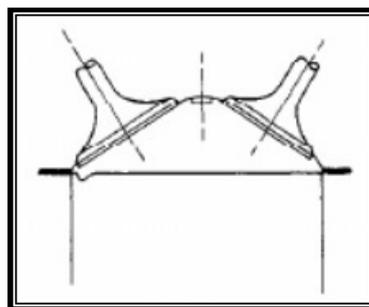


Ilustración #. 25 Cámara de Combustión Hemisférica. (Crouse W. H., 1996)

1.2.3.1.2 Válvulas.

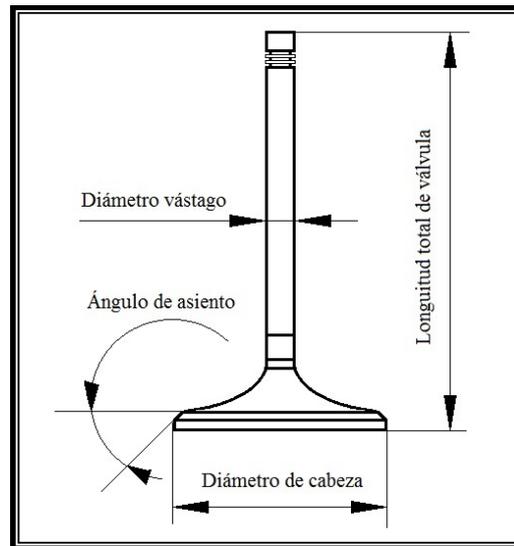


Ilustración #. 26 Válvula. (Autor, 20018)

Elemento encargado del control de flujo de entrada de mezcla y salida de gases de escape hacia el cilindro. Suelen ser muy robustas y están fabricadas en acero u otros materiales como titanio, ya que trabajan a temperaturas muy altas.

El número de válvulas de un motor depende del diseño del fabricante la más usual es una de admisión y una de escape siendo generalmente de mayor diámetro de cabeza la de escape.

"Las válvulas están formadas por una cabeza mecanizada por toda su periferia con una inclinación que hace de cierre hermético sobre el orificio de la culata." (Martínez, 1999, Pg. 49).

1.2.3.1.3 Asiento de Válvula.

Comprende el elemento postizo de la superficie circular de la culata sobre la cual se asienta la cabeza de la válvula, su función es la de reducir el impacto y desgaste que provoca el accionar de la válvula sobre la culata mientras se encuentra en el ciclo de trabajo.

1.2.3.1.4 Muelles de válvulas.



Fotografía #. 2 Muelles de Válvulas. (Autor, 2009)

Los muelles de válvula son uno de los elementos más críticos y a la vez fundamentales a la hora de optimizar un tren de válvulas. Su diseño estructural y el de sus materiales de fabricación son la clave para determinar la correcta gestión del cierre de las válvulas de un motor. Su principal función es devolver a las válvulas rápidamente a la posición de reposo. Sin la alta fuerza expansiva de los muelles esta acción no sería posible, impidiendo que las válvulas obtengan una tensión constante en su asiento pero relativamente baja para facilitar la apertura de las mismas.

1.2.3.1.5 Guía de válvulas.



Fotografía #. 3 Guía de Válvula. (Autor, 2009)

La guía de válvula tiene la función de absorber las fuerzas laterales que actúan sobre el vástago de la válvula.

La guía centra la válvula en el inserto para asiento de válvula y deriva una parte del calor desde la cabeza de la válvula a través del vástago hacia la culata de cilindro. Los materiales y sus propiedades son factores determinantes para la calidad del producto, dadas las condiciones extremas de funcionamiento a las que están sometidas las guías de válvula. "Van colocadas con ajuste forzado y la holgura entre el vástago y la guía suele estar comprendido entre 0.004 y 0.007 mm para la admisión. La de escape es un poco mayor (0.007 a 0.01) debido a la mayor dilatación que experimenta." (Martínez, 1999, Pg. 50).

1.2.3.1.6 Árbol de levas.



Fotografía #. 4 Árbol de Levas. (Autor, 2009)

Elemento formado por una sola pieza en forma de eje, está fabricado en hierro fundido o acero forjado con tratamiento de templado en el cual se colocan diferente número de levas prominencias del árbol con un tramo curvilíneo llamado cresta, tantas como número de válvulas existan, está encargado de abrir y cerrar las válvulas de admisión y escape, además posee unos muñones de apoyo sobre los que gira, cuyo número varía en función del esfuerzo a transmitir. En motores antiguos sobre el mismo árbol se sitúa una excéntrica para el accionamiento de la bomba de combustible o aceite y el piñón de arrastre para el mando del distribuidor de encendido. Se lubrica a través de conductos que llegan a los muñones mediante el sistema de lubricación y se encuentra sincronizado con el cigüeñal para realizar un giro por cada dos del cigüeñal.

La leva es un elemento de forma ovoide en la mayoría de casos que permite transformar el movimiento circular en rectilíneo, el efecto contrario entre los pistones y el cigüeñal. Se encuentra sujeto a su eje en un punto que no es su centro geométrico.

A continuación podemos observar que el diámetro base de la leva (d2) corresponde a la etapa cerrada de la válvula. En el avance a la apertura de la válvula (1) empieza el ángulo de apertura (a), hasta llegar al retraso al cierre de la válvula punto (2). En este recorrido la leva llega al alzado máximo de la leva (b) también conocido como cresta.

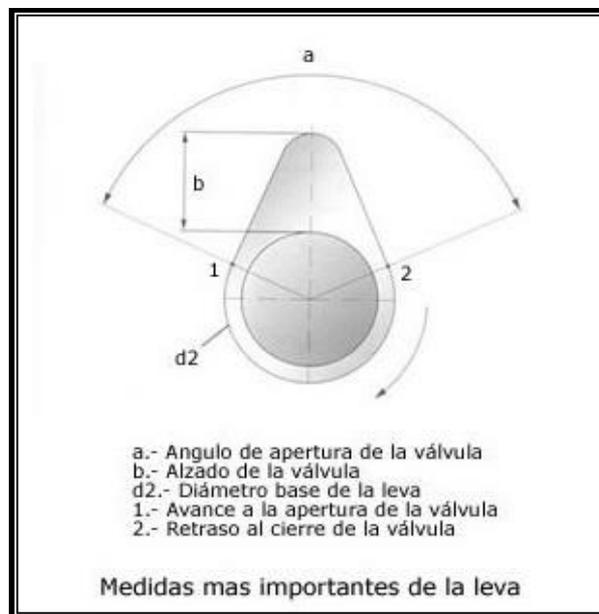


Ilustración #. 27 Nomenclatura de Leva. (Megan, 2014)

1.2.3.1.7 Balancines.

Los balancines son unas palancas que transmiten el movimiento de la leva, bien directamente o a través de los empujadores, a las válvulas. En distribuciones tipo O.H.V, el balancín es accionado por las varillas empujadoras, mientras que en las distribuciones O.H.C es empujado directamente por el árbol de levas. El eje de giro de los balancines puede estar en el centro o en un extremo del balancín, clasificándose según su movimiento en balancines basculantes y oscilantes.

1.2.3.1.7.1 Balancines basculantes.



Fotografía #. 5 Balancines. (Autor, 2009)

Es el utilizado cuando el árbol de levas se sitúa en el bloque motor.

1.2.3.1.7.2 Balancines oscilantes.

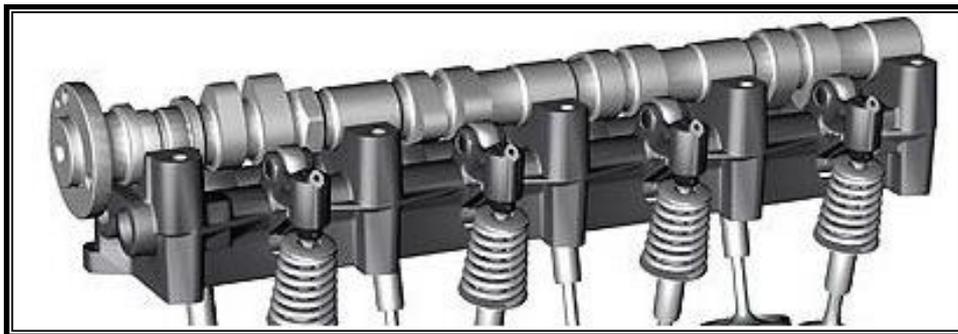


Ilustración #. 28 Balancines Oscilantes. (Fierros Clasicos, 2014)

Se emplean cuando el árbol de levas se sitúa en la culata de cilindros.

1.2.3.1.8 Correa dentada o Cadena.

Para la transferencia de movimiento del cigüeñal hacia el árbol de levas los fabricantes utilizan varios métodos como engranajes, correa dentada o cadena.

Cada vez se tiende más a sustituir la cadena del árbol de levas por una correa dentada por ser menor ruidosa y al no necesitar lubricación puede ubicarse fuera del bloque motor. El

mayor inconveniente que presenta es el desgaste, necesitando sustituirla frecuentemente dentro de los controles de mantenimiento. Al contrario la cadena de distribución, siempre que su engrase y su mecanismo tensor funcionen correctamente, dura lo que dura el motor.

1.2.3.1.9 Colector de escape y admisión.

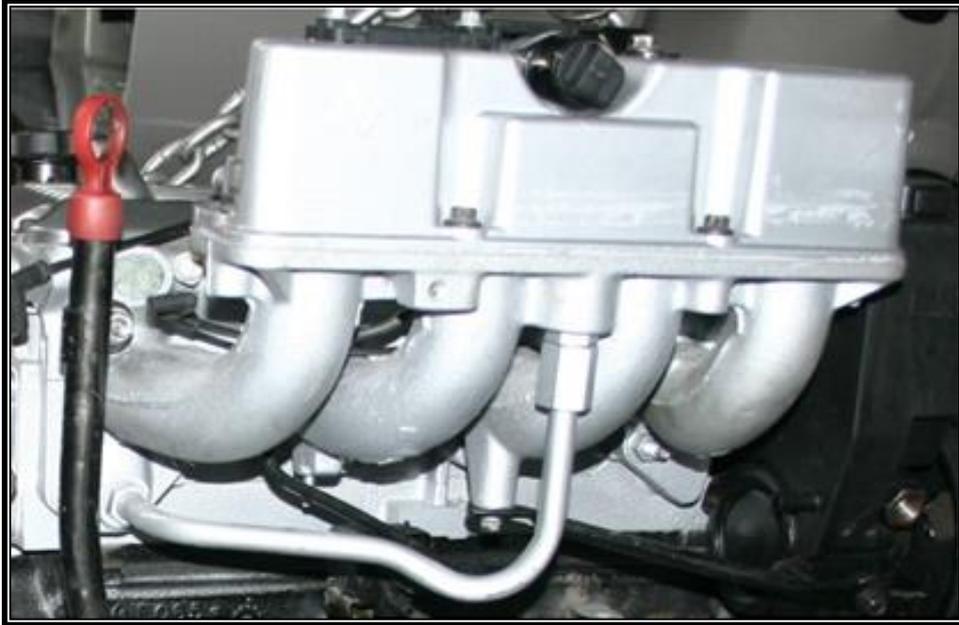
Este elemento llamado comúnmente en nuestro medio como múltiple de escape no es más que la unión de tubos que organizan la salida de los gases de escape producto de la combustión de tal manera que no retrase el ciclo de salida de los mismos. Esta hecho generalmente de hierro para resistir las altas temperaturas a las que trabaja.



Fotografía #. 6 Múltiple de Escape. (Autor, 2009)

El colector de admisión normalmente de aluminio se encarga de llevar la mezcla aire-carburante a la entrada de los cilindros del motor.

Cuando la válvula de admisión se abre por la acción del árbol de levas, que tiene un movimiento cíclico sincronizado con el descenso del pistón, se produce un efecto de succión en el colector de admisión causando la entrada de la mezcla en los cilindros.



Fotografía #. 7 Múltiple de Admisión. (Autor, 2009)

El objetivo de que estos dos componentes se encuentren relativamente juntos es el de que el colector de escape transmita el calor de los gases de escape por contacto al colector de admisión.

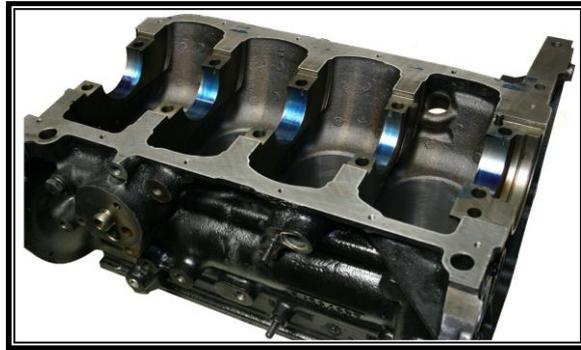
1.2.3.1.10 Junta de culata.



Fotografía #. 8 Junta de Culata. (Autor, 2009)

Esta junta normalmente llamado empaque es la más importante del motor ya que sella la unión entre el bloque motor y la culata, impidiendo la presencia de fugas del sistema de refrigeración o del aceite. Están hechas de una lámina de acero recubierta por amianto por los dos lados y el borde de los agujeros que van en contacto con la superficie de los cilindros van rebordeados con chapa metálica para transmitir y repartir el calor por contacto entre la culata y el bloque motor.

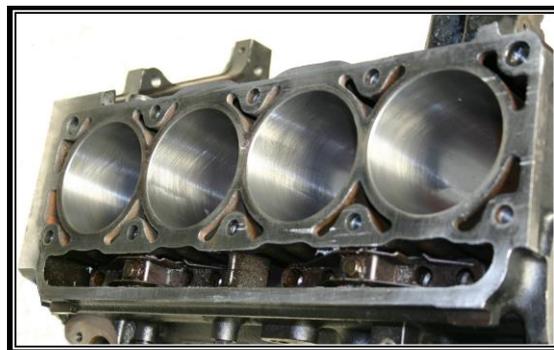
1.2.3.2 Mono bloque del motor.



Fotografía #. 9 Bloque Motor. (Autor, 2009)

Elemento que aloja los cilindros así como también los soportes de apoyo para el cigüeñal y donde en la parte superior se asienta el cabezote. Su principal función es la de alojamiento de la serie de cilindros comprendidos en dicho motor, cigüeñal, pistones y bielas. Dentro de su estructura encontramos una serie de conductos que alimentan los sistemas de refrigeración y lubricación, también encontramos directamente fijo a el filtro de aceite. “El material empleado en la fabricación del bloque de cilindros es la fundición gris, aleada con metales como el níquel y el cromo. Dado que este material es además muy moldeable, resulta altamente ventajoso para el proceso de fabricación del bloque de los cilindros.” (Alonso J.M., p 83)

1.2.3.2.1 Cilindros.



Fotografía #. 10 Cilindros. (Autor, 2009)

Recinto de forma cilíndrica debido al cual lleva su nombre, es el lugar en donde se desplaza el pistón y efectúa la combustión de la mezcla aire-carburante, causando con este efecto el movimiento rectilíneo del mismo. Pueden estar formadas por el mismo material del bloque motor o por unos tubos llamados camisas. Las camisas pueden estar hechas de un material diferente con mayor transmisión de temperatura y más resistente al desgaste que el del bloque motor. Las camisas que no se encuentran en contacto directo con el circuito de refrigeración se las llama camisas secas, y las que sí están en contacto con el circuito de refrigeración se la llama camisas húmedas.

1.2.3.2.2 Pistones.



Fotografía #. 11 Pistones. (Autor, 2009)

El pistón es un elemento metálico que debe ser ligero y está compuesto de tres partes que son: cabeza, cuerpo y falda. La parte superior o cabeza es la más reforzada ya que se encarga de recibir el empuje producto de la explosión de la mezcla. "los pistones son elaborados en base a aleaciones ligeras a base de aluminio y silicio con ligeros contenidos de cobre, níquel y magnesio. Posterior a esto se los mecaniza y se los somete a tratamiento térmico escalonado con la finalidad de elevar la dureza y resistencia al desgaste." ("Elementos móviles", 2012)

En la parte superior del cuerpo del pistón se ubican comúnmente tres canales, destinados a alojar los anillos o rines, los dos superiores de compresión, se encargan de proveer hermeticidad en la cámara de compresión. El tercer anillo o rascador se encarga de la limpieza de la lubricación en las paredes del cilindro.

1.2.3.2.3 Bielas.

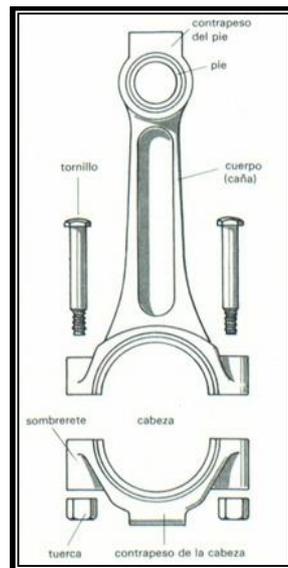


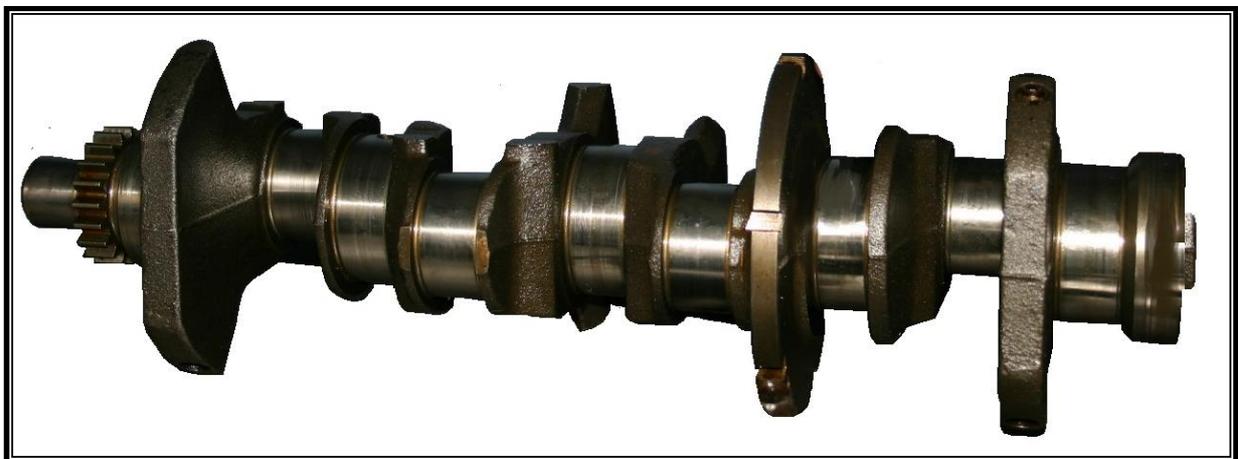
Ilustración #. 29 Partes de una biela. (Motor Giga, 1998)

Elemento fabricado en aleación de acero, titanio o aluminio está encargado de transmitir el movimiento articulado hacia el cigüeñal. Podemos distinguir tres partes en la biela, la parte con el agujero de menor diámetro más conocido como el ojo o pie de biela se introduce en el pistón para con una pieza cilíndrica llamada bulón unirlos de manera que en la parte del pistón quede fijo pero en la de la biela exista movimiento. El cuerpo de la biela es la parte central y está sometida a gran esfuerzo de tracción como de compresión en su eje longitudinal. La cabeza de la biela es la parte con el agujero de mayor diámetro y está compuesta de dos partes, la una sólida al cuerpo y la otra postiza que se unen por medio de los pernos de unión, estas dos mitades alojan al cojinete o casquillo que abraza al muñón del cigüeñal.

1.2.3.2.4 *Bulón.*

Elemento hueco de forma cilíndrica que conecta a la biela y al pistón, sufre la mayor resistencia de trabajo del motor razón por la cual está fabricado de acero de sedimentación el cual cumple con tratamientos térmicos de cementación y temple, pueden fijarse al pistón por medio de tornillos, por ajuste o flotantes.

1.2.3.2.5 *Cigüeñal.*



Fotografía #. 12 Cigüeñal. (Autor, 2009)

Complejo eje de codos y contrapesos que está diseñado para mantener un balance óptimo en su rotación y no generar vibraciones.

Consta de pequeños huecos para facilitar la lubricación tanto de los cojinetes de bancada como los de biela para reducir al máximo la fricción, el número de cojinetes normalmente está dado por el número de cilindros más uno.

Está fabricado de acero aleado para que no se deforme y se encarga de convertir el movimiento lineal de los pistones en movimiento circular y transmitirlo por medio del plato de amarre al volante de inercia.

1.2.3.2.6 Cojinetes.



Fotografía #. 13 Cojinetes. (Autor, 2009)

Elemento de deslizamiento y apoyo se encarga de reducir al máximo la fricción entre la cabeza de la biela y el cigüeñal (cojinetes de biela) así como también entre el bloque motor y cigüeñal (cojinetes de bancada). Formados por dos secciones entran hechos de dos capas, la exterior está hecha de acero y la interior de aleación blanda.

También tenemos los cojinetes axiales que permiten corregir el juego longitudinal entre el cigüeñal y el bloque de motor producidos por efecto del embrague.

1.2.3.2.7. Volante de inercia.



Fotografía #. 14 Volante de Inercia. (Autor, 2009)

Elemento pasivo que únicamente aporta inercia de modo que permite almacenar energía cinética y liberarla cuando el par motor cesa. De esta manera el volante de inercia se opone a las aceleraciones bruscas del movimiento rotativo. En otras palabras el volante se lo utiliza para suavizar el flujo de energía entre la fuente de potencia y su carga. "Es una amplia rueda empernada a uno de los extremos del cigüeñal. El volante uniforma el flujo de energía por la resistencia que opone a cualquier variación de su velocidad de rotación. Cuando se inicia un impulso motriz, el volante se opone al cambio repentino de velocidad, e igualmente cuando cesa el impulso motriz, el volante se resiste a retardarse en su movimiento de rotación." (Crouse, 1993, p.60).

1.2.3.2.8 Cáster.



Ilustración #. 30 Carter Cavalier 2.2. (AutoZone, 2018)

El cárter es la tapa inferior del motor que proporciona la bancada al cigüeñal en conjunto con el bloque motor, así como también se encarga de la recolección y reserva de aceite utilizado por la bomba en su lubricación. Esta echo de acero estampado o aluminio parta aligerar el peso del motor.

1.4.4 Sistemas del motor.

1.4.4.1 Sistema de distribución.

Se llama sistema de distribución al conjunto de piezas que regulan la entrada y salida de gases en el cilindro.

Este sistema debe estar en perfecto sincronismo con el cigüeñal, para que las aperturas y cierres de las válvulas se produzcan con arreglo a las sucesivas posiciones del pistón dentro del cilindro y en los momentos adecuados.

- La distribución está formada por los siguientes componentes:
- Las válvulas con sus muelles, asientos, guías y elementos de fijación.
- El árbol de levas y elementos de mando.
- Los empujadores y balancines.

Los sistemas de distribución se pueden clasificar dependiendo de la localización del árbol de levas.

Hasta los años 80 los motores estaban configurados con el árbol de levas situado en el bloque motor.

Actualmente prácticamente todos los motores tienen el árbol de levas montado en la culata.

La distribución se puede clasificar teniendo en cuenta la localización del árbol de levas en el motor:

Tipos de sistema de distribución.

(123RF, 2018)El sistema SV

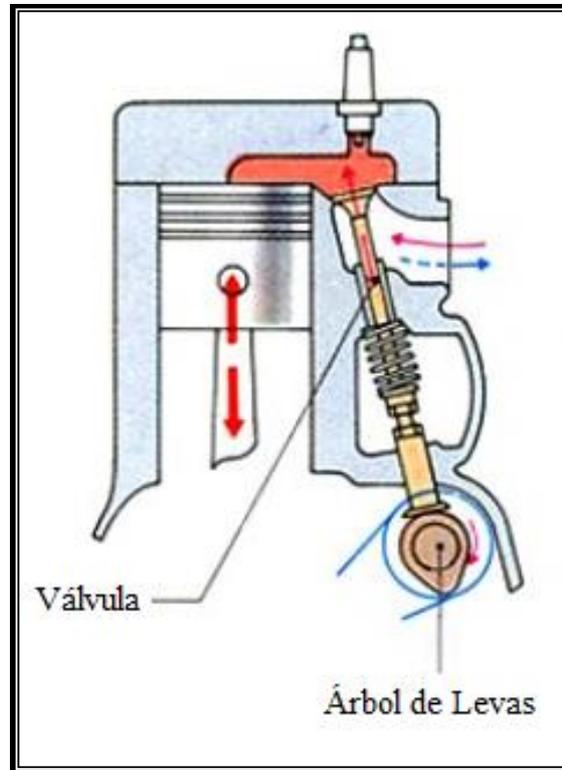


Ilustración #. 31 Sistema de Distribución SV (Motorcymle, 2017)

El sistema SV o de válvulas laterales representado en la figura inferior, en el que se puede ver que la válvula ocupa una posición lateral al cilindro, es decir, la válvula está alojada en el bloque.

El mando de esta válvula se efectúa con el árbol de levas situado en el bloque motor.

Este sistema de distribución no se utiliza desde hace tiempo ya que las válvulas no están colocadas en la culata sino en el bloque motor, lo que provoca que la cámara de compresión tenga que ser mayor y el tamaño de las cabezas de las válvulas se vea limitada por el poco espacio que se dispone.

El sistema OHV

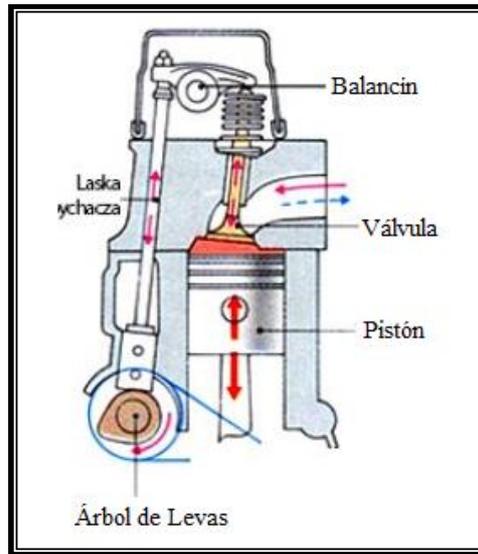


Ilustración #. 32. Sistema de distribución OHV. (Motorcymle, 2017)

El sistema “Over Head Valve” se distingue por tener el árbol de levas en el bloque motor y las válvulas dispuestas en la culata. La ventaja de este sistema es que la transmisión de movimiento del cigüeñal al árbol de levas se hace directamente por medio de dos piñones o con la interposición de un tercero, también se puede hacer por medio de una cadena de corta longitud. La ventaja de este sistema es que la transmisión de movimiento entre el cigüeñal y el árbol de levas, necesita un mantenimiento nulo o cada muchos km. La desventaja viene dada por el elevado número de elementos que componen este sistema para compensar la distancia que hay entre el árbol de levas y las válvulas. Este inconveniente influye sobre todo a altas revoluciones del motor, por lo que estos motores se ven limitados en máximo número de revoluciones que pueden llegar a alcanzar. Este sistema también se ve muy influenciado por la temperatura del motor, lo que hace necesario una holgura de taqués considerable.

El sistema OHC

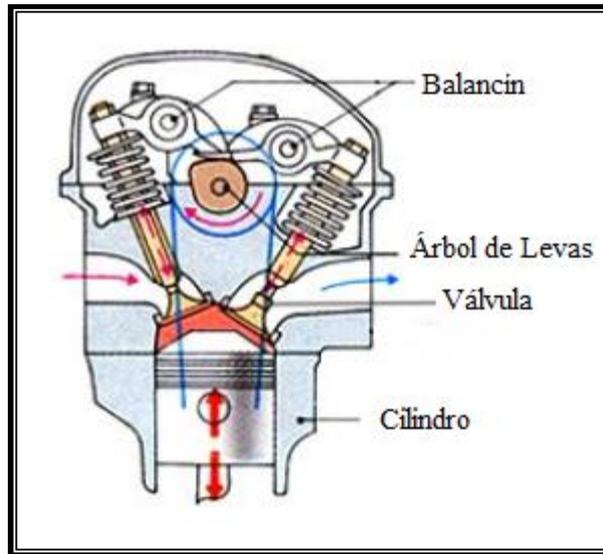


Ilustración #. 33 Sistema de distribución OHCS. (Motorcymle, 2017)

El sistema “Over Head Cam” se distingue por tener el árbol de levas en la culata lo mismo que las válvulas. Es el sistema más utilizado actualmente en todos los automóviles. La ventaja de este sistema es que se reduce el número de elementos entre el árbol de levas y la válvula por lo que la apertura y cierre de las válvulas es más precisa, esto trae consigo que estos motores puedan alcanzar mayor número de revoluciones. Tiene la desventaja de complicar la transmisión de movimiento del cigüeñal al árbol de levas, ya que, se necesitan correas o cadenas de distribución de mayor longitud, que con el paso de los kilómetros tienen más desgaste, por lo que necesitan más mantenimiento. Este sistema en general es más complejo y caro pero resulta más efectivo y se obtiene un mayor rendimiento del motor.

Dentro del sistema OHC tenemos dos variantes:

SOHC.

Single Over Head Cam.- Está compuesto por un solo árbol de levas que acciona las válvulas de admisión y escape.

DOHC.

Double Over Head Cam.- Está compuesto por dos árboles de levas, uno acciona la válvulas de admisión y el otro las de escape.

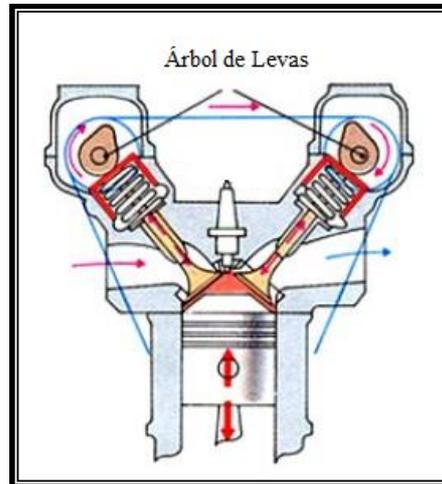


Ilustración #. 34 Sistema de distribución DOHC. (Motorcymle, 2017)

1.4.4.2 Sistema de alimentación de combustible.

Es el encargado de suministrar, dosificar y limpiar la mezcla de aire-carburante que el motor necesita para su funcionamiento. Existe en el mercado una amplia clasificación del sistema de inyección que pueden variar desde el tipo de inyección, por el número de inyectores o según las características de su funcionamiento, para el fin de nuestro estudio es relevante la inyección electrónica Multi Point Full Injection (MPFI).

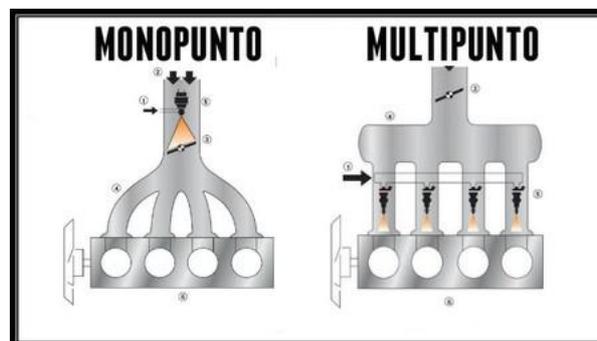


Ilustración #. 35 Sistemas de Inyección Monopunto y Multipunto. (Buendia, 2017)

El sistema MPFI busca el ahorro de combustible así como también reducir la emisión de gases de escape nocivos para la salud. Al inyectarse solo el combustible necesario, habrá menor cantidad de hidrocarburos que salgan por el tubo de escape, esto significa que la mezcla que ingresa a la cámara de compresión es precisa y se quema por completo.

Su funcionamiento se basa en la lectura de varios parámetros como son: cantidad de aire, régimen de motor, temperatura del aire y refrigerante, estado de carga (MAP), posición de la mariposa de aceleración, cantidad de oxígeno en los gases de escape, etc. Todas estas señales son procesadas por la unidad de control de motor ECU, transmitiendo a los inyectores su activación en tiempo y cantidad precisa de combustible.

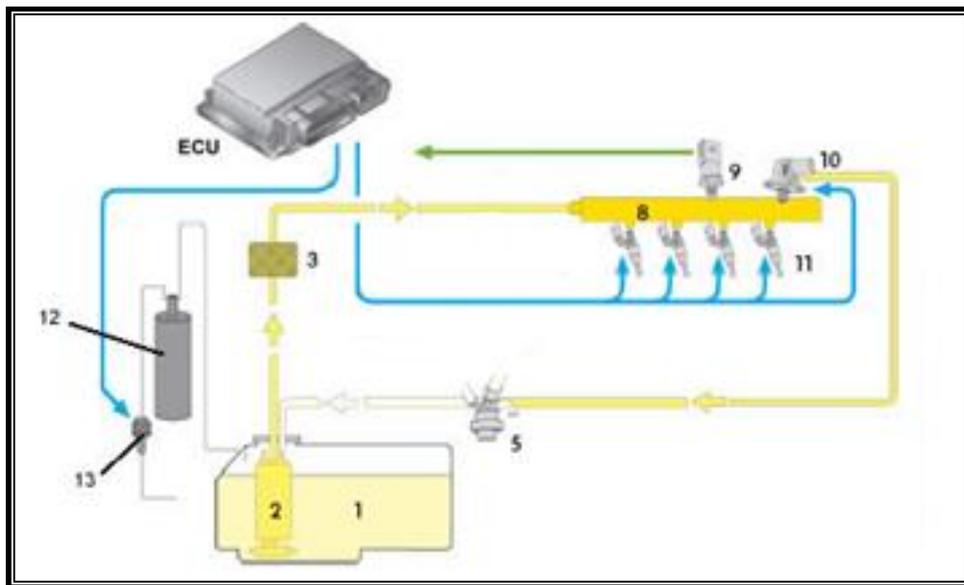


Ilustración #. 36 Alimentación de combustible MPFI. (Megan, 2014)

Con el tiempo los depósitos de combustible metálicos (1) han sido reemplazados por plástico, ya que reducen los niveles de sedimentos por la corrosión y aligeran su peso. Dentro de los mismos va la bomba de combustible (2) que dependiendo del vehículo puede trabajar entre 13 y 20 PSI, esta envía el combustible hacia el filtro de combustible (3) hasta llegar a la flauta de inyección (8) para abastecer a los inyectores (11) al mismo tiempo el sensor de presión de combustible (9) censa constantemente la presión a la ECU para emitir el pulso eléctrico

necesario para hacerlos funcionar, al final de la flauta de inyección se ubica el regulador de presión (10) , por último se encuentra una válvula de caída de presión (5) para liberar el combustible excesivo de nuevo en el depósito. El canister (12) se encarga de la recirculación de los vapores producidos por el combustible al depósito, controlados por una válvula gestionada por la ECU.

1.4.4.3 Sistema de encendido DIS.

El Desarrollo de los motores también ha desatado el desarrollo de sus sistemas complementarios como el de encendido, a continuación los tipos de sistemas de encendido que puede tener los vehículos de hoy en día: encendido por distribución, transistorizado por contactos, transistorizado por efecto Hall, por generador de impulsos de inducción y controlado por la unidad de control de motor.

El controlado por la unidad de motor del tipo DIS cuyas siglas significa: Direct Ignición System, tiene un gran control sobre la generación de la chispa ya que hay más tiempo para que la bobina genere el suficiente campo magnético para hacer saltar la chispa que va a encender la mezcla. Esto reduce el número de fallos de encendido a altas revoluciones en los cilindros. En los primeros desarrollos de este sistema DIS se utilizaron bobinas dobles de encendido produciendo el salto de chispa en dos cilindros a la vez, aquellos que corresponden a los pistones que están desfasados entre sí por 360° , es decir, que su desplazamiento es paralelo, pero las fases de los cuatro tiempos son diferentes. En un motor de cuatro tiempos y de cuatro cilindros la chispa se produce en el 1 y 4 en la misma vez, y luego en el 2 y 3.

Las interferencias eléctricas del distribuidor ya no existen por lo que mejora la fiabilidad del desempeño del motor, las bobinas pueden ser colocadas cerca de las bujías con lo que se reduce la longitud de los cables de alta tensión, que con el avance automotriz luego se eliminarían por completo.

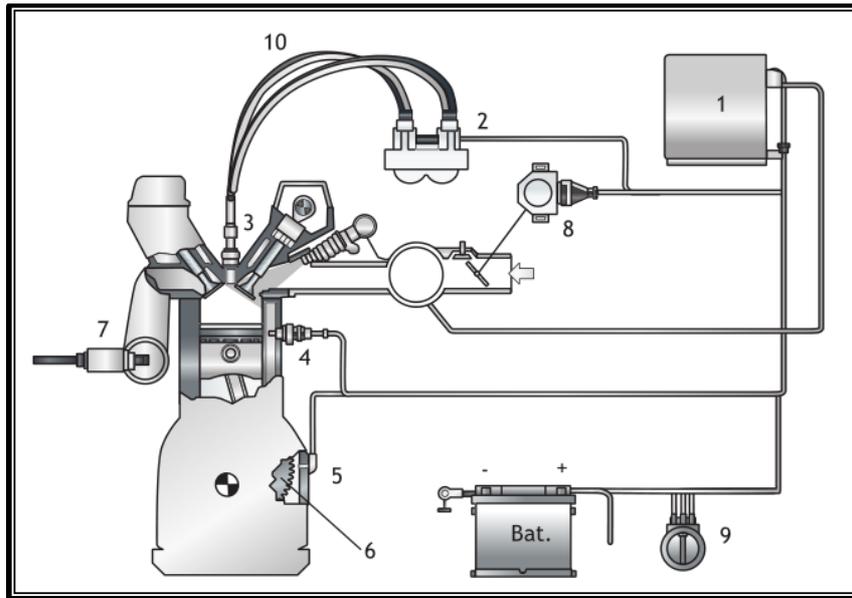


Ilustración #. 37 Encendido electrónico DIS. (AutoyTÉCNICA, 2018)

Al cerrar el circuito primario por medio de la llave de contacto (9), la corriente circula por el circuito primario de la bobina (2), desde el borne positivo al negativo, a través de un dispositivo de apertura y cierre del circuito denominado transistor de potencia. Mientras la corriente circula por el primario, se acumula una energía magnética. Al momento de abrir el circuito, deja de circular corriente por el primario. La energía magnética se transfiere a la bobina en el secundario, de allí busca salir para cerrar el circuito. Como la bobina del secundario tiene muchas espiras la relación de transformación eleva la tensión multiplicando los voltios transformándolos en kilovoltios.

Esta alta tensión tiende a saltar con gran fuerza sobre el cilindro. En compresión llega a un cilindro con alta presión de gases. Cuando el pistón se encuentra en el tiempo de escape el cilindro está en depresión, de este modo es que el sistema determina donde requiere mayor tensión que prenda la mezcla. Durante el ciclo siguiente, cuando los cilindros cambien de estado la alta tensión saltará de nuevo en el cilindro que se halle en compresión.

1.4.4.4 Sistema de Lubricación.

Las funciones principales del sistema de lubricación son: reducir el desgaste de las partes en movimiento al máximo impidiendo la pérdida de potencia causadas por la fricción, al reducir la fricción actúa como colaborador del sistema de refrigeración, también permite reducir el golpe de trabajo en los rodamientos, disminuyendo así el ruido que produce el motor al trabajar, por último actúa como un agente de limpieza absorbiendo el polvo y demás partículas de suciedad absorbidas por el filtro.

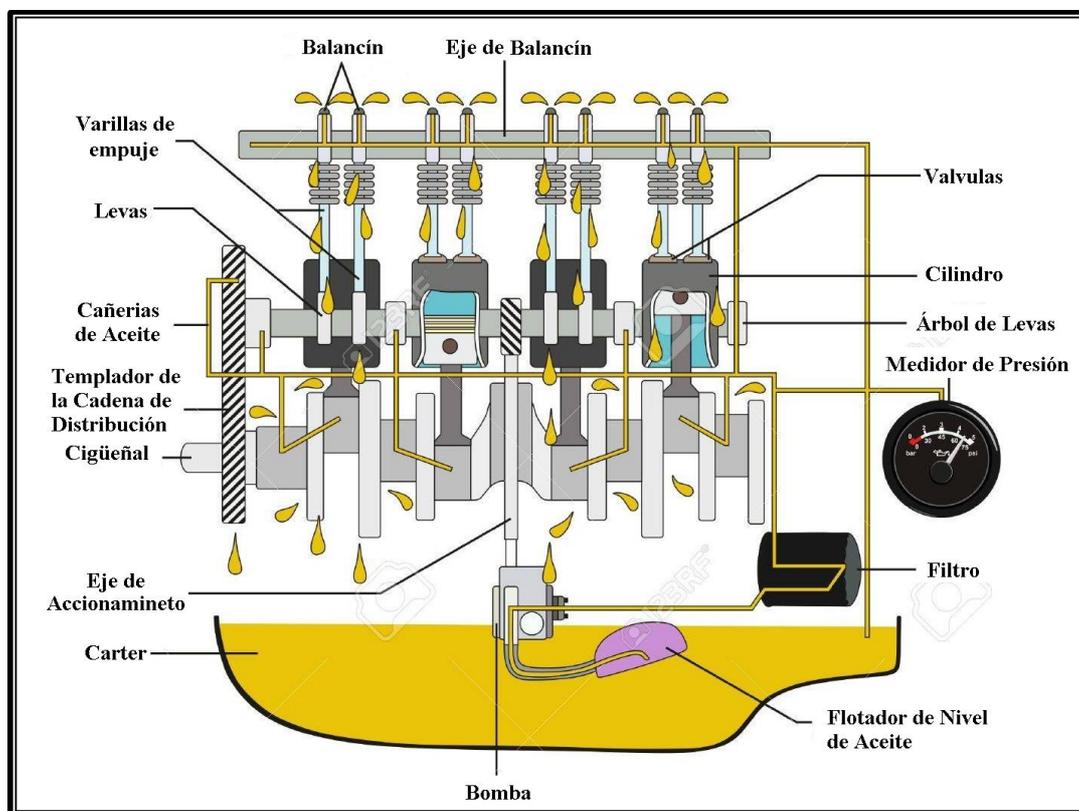


Ilustración #. 38 Sistema de Lubricación. (123RF, 2018)

En el caso del motor OHV del Cavalier 2.2 se utiliza la lubricación mixta, es decir que la parte inferior se lubrica en parte por salpicadura y la parte superior o válvulas en el cabezote por presión. Este circuito empieza desde el cárter en donde por su diseño el aceite se acumulara por efecto de la gravedad, la bomba de aceite que está impulsada por medio de la conexión del eje de accionamiento con el árbol levas genera la presión necesaria para enviar el aceite a través

de todo el circuito de lubricación. Luego el aceite llega al filtro para limpiarlo de todas las impurezas, se mide su nivel de presión, y sigue siendo bombeado a través de las cañerías hasta llegar por goteo o salpicadura a las bancadas de biela y cigüeñal, luego hasta las levas y varillas de empujen y así llegar a los balancines y su eje, cumplido este proceso el aceite regresa por efecto de la gravedad al Carter y cierra el circuito.

1.2.4.5 Sistema de Refrigeración.

Los motores a combustión interna necesitan obligatoriamente un sistema que los ayude a mantener regulada la temperatura de funcionamiento, en ausencia de este fácilmente se fundirían. La principal función de este sistema es mantener a todos los componentes dentro de un rango apropiado de temperatura para evitar su deformación o destrucción.

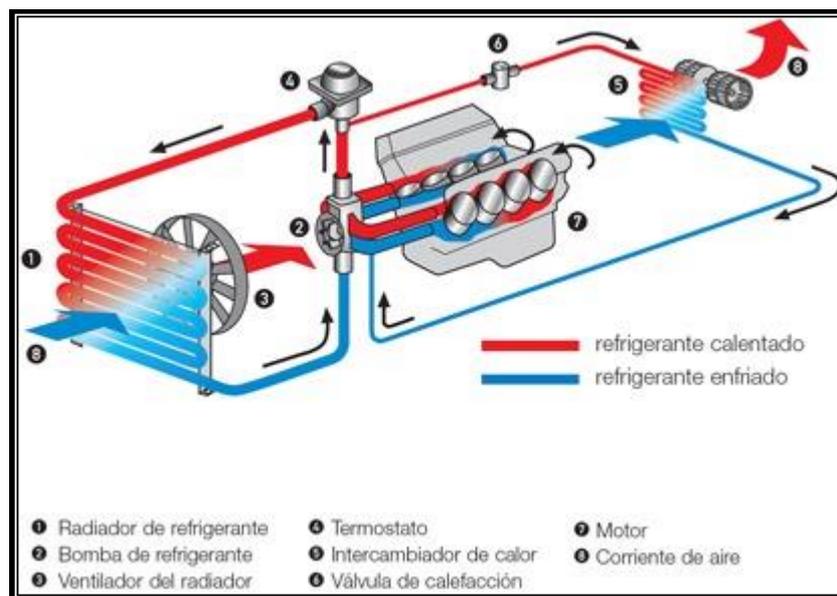


Ilustración #. 39 Sistema de Refrigeración. (Taringa, 2017)

Durante la combustión gran parte de la energía liberada se convierte en calorífica, dependiendo del diseño del motor solo un 33% es transformado en trabajo mecánico, el resto se transforma en energía calorífica, el motor no debe sobrepasar la altura de su temperatura ideal de trabajo, tampoco debe disminuir demasiado, debe mantenerse dentro del rango de 80

a 100°C. Cuando el motor trabaja fuera de este rango de temperatura se corre el riesgo de disminuir las propiedades de viscosidad del aceite, aumentando el desgaste del motor debido al aumento del coeficiente de fricción o pérdida del lubricante.

El sistema de recirculación de líquido refrigerante más usado es el forzado, nombrado así porque para lograr la recirculación del fluido se emplea una bomba centrífuga, funciona de la siguiente manera: cuando se enciende el motor y está frío el termostato se encarga de no dejar pasar el fluido refrigerante, permitiendo así que la temperatura del motor se eleve hasta 72°C, una vez que alcanza dicha temperatura el termostato debido a las propiedades sensibles a la temperatura de sus materiales se empieza a abrir permitiendo que la bomba centrífuga impulsada por una polea en la banda de accesorios, provee la circulación del fluido refrigerante por los cilindros del bloque motor, culata y finalmente por el radiador, donde tiene lugar el enfriamiento. Al hacer circular el fluido por el panel del radiador se intercambia la temperatura con el aire de marcha o de no haber movimiento por medio de un ventilador eléctrico.

2. DESARROLLO PRACTICO DE RESTAURACIÓN DE MOTOR CHEVY CAVALIER 2.2L OHV



Ilustración #. 40 Bloque motor Chevy Cavalier 2.2 (Autor, 2018)

2.1 Diagnóstico previo a la reparación del motor

De acuerdo al recalentamiento que el motor sufrió debido a una fuga del sistema de refrigeración se encontraron los siguientes síntomas en el motor:

Presencia de aceite en el depósito de refrigerante.

Presencia de refrigerante en el cárter.

Compresión de los cilindros: Número uno 150 PSI

Número dos 130 PSI

Número tres 30 PSI

Número cuatro 0 PSI

Estos daños en el motor no permiten llegar al siguiente diagnóstico: Es indispensable una reparación.

2.2 Especificaciones técnicas del motor

Marca	Chevrolet
Modelo	Cavalier
Año	1996
Cilindraje	2200 CC.
Disposición y cantidad de cilindros	4 en línea
Tipo de alimentación de combustible.	MPFI
Sistema de distribución	OHV
Sistema de encendido	DIS
Tipo de lubricación	Forzada

Tabla #. 2 Especificaciones Técnicas de Motor Cavalier 2.2

Cabe mencionar que todos los trabajos realizados en la restauración del motor del Chevy Cavalier 2.2. L OHV se realizaron en el taller Auto Service – Ingeniería Automotriz, propiedad

del Ing. Eddy Villalobos, ubicado en la Av. De la Prensa N71-259 y San José del Condado, en donde se pudo contar con toda la infraestructura y herramientas necesarias para la realización de dicho trabajo.

2.3 Proceso de desmonte del motor del vehículo

Antes de realizar un trabajo de reparación de un motor se debe desconectar el polo negativo de la batería del vehículo, esto reduce la probabilidad de causar daños en el vehículo así como también los cortocircuitos.

Utilice siempre la herramienta adecuada para cada uno de los trabajos a realizarse.

Es recomendable siempre utilizar repuestos originales.

Desechar las chavetas, juntas, arandelas de presión y tuercas autoblocantes, replácelas por nuevas.

Mantener un orden cronológico de trabajo, esto asegurará un montaje organizado y correcto. No mezcle las piezas de fijación manténgalas por separado en función de la posición de instalación.

Para un montaje apropiado todas las piezas deben ser limpiadas correctamente y revisadas antes del mismo. Los elementos en los que circula aceite deben limpiarse con aire para asegurar que estén libres de cualquier obstrucción.

Aquellos elementos que están expuestos a rotación o fricción deben ser lubricados con aceite o grasa antes de volver a montar.

Seguir las especificaciones de par de apriete de peros y tuercas.

Comprobar siempre que cada etapa de montaje sea la adecuada.



Ilustración #. 41 Compartimiento Motor. (AutoZone, 2018)

- 1.1.- Antes de empezar asegúrese que el motor este apagado.
- 1.2.- Levante y sostenga el vehículo de forma segura.
- 1.3.- Desconectar los bornes de batería y desmontarla.
- 2.- Desconectar todos los conectores eléctricos y puntos de masa en motor.
- 3.- Desconectar el cable del acelerador y caja de cambios.
- 4.- Desconectar la tubería de admisión y retirarla con el depurador.
- 5.- Desmontar la tubería de escape.
- 6.1.- Drenar el sistema de refrigeración en un envase apropiado.
- 6.2.- Desacoplar el sistema de refrigeración.
- 7.1.- Drenar el aceite del sistema de dirección.

- 7.2.- Desacoplar las tuberías de la bomba de dirección hidráulica.
- 8.1.-Drenar o reciclar el gas de refrigeración adecuadamente R-134A.
- 8.2.- Desmontar cañerías de Aire Acondicionado.
- 9.- Afloje las tuberías de combustible y espere a que se libere la presión para retirar por completo.
- 10.- Desacoplar los ejes de transmisión izquierdo y derecho.
- 11.- Sujetar el motor a una cadena por medio del tecele para su extracción.
- 12.- Afloje la base de lado motor, así como también la de lado caja de cambios.
- 13.- Extracción completa de motor y caja de cambios de habitáculo de Vehículo.

2.4 Desmontaje de elementos indirectos del motor

2.4.1 Desmontaje módulo de encendido.

- 1.- Retire los cuatro cables de las bujías así como también de las bobinas.

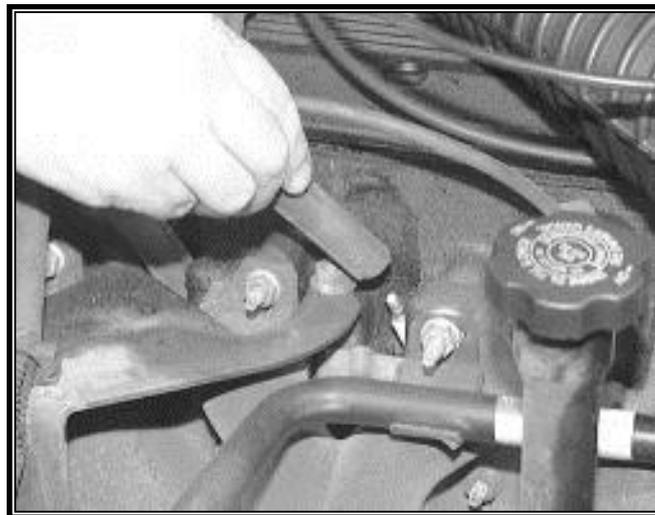


Ilustración #. 42 Desmontaje cables de bujías. (AutoZone, 2018)

2.-Retire las cuatro bujías.

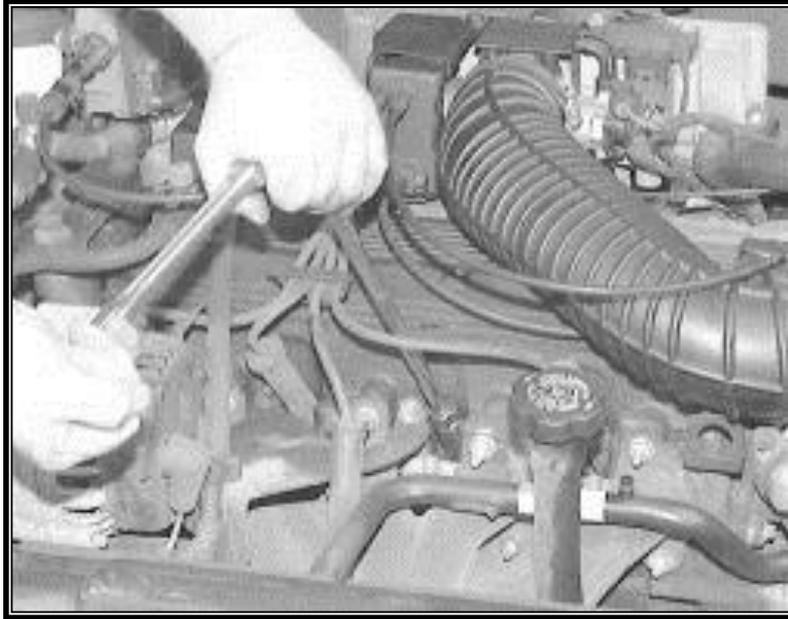


Ilustración #. 43 Extracción de Bujías. (AutoZone, 2018)

3.- El módulo de encendido y las dos bobinas están ubicadas de la parte posterior del motor, retirar los dos tornillos para sacar las bujías, luego los dos tornillos del módulo y retirar.

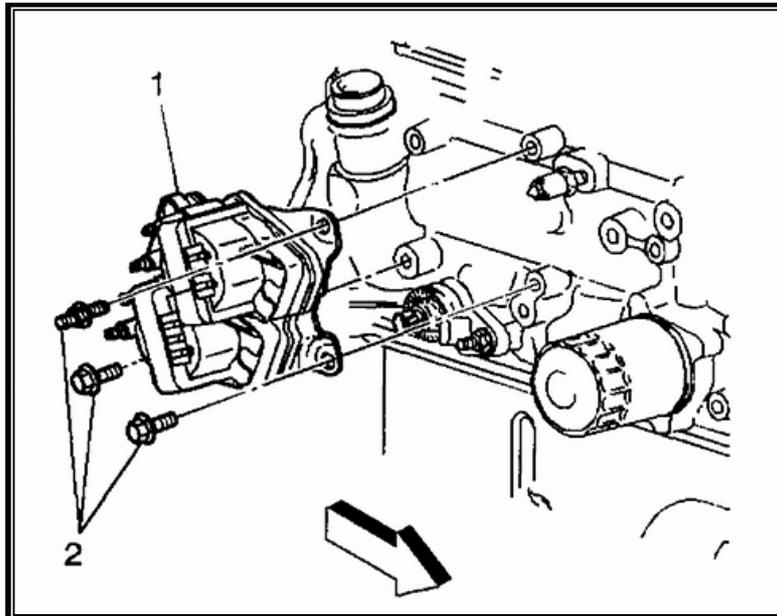


Ilustración #. 44 Desmontaje Modulo de encendido y bobinas. (AutoZone, 2018)

2.4.2 Desmontaje motor de arranque.

1.- Retire los tres pernos de retención de la cubierta de la campana y retire la cubierta de la campana.

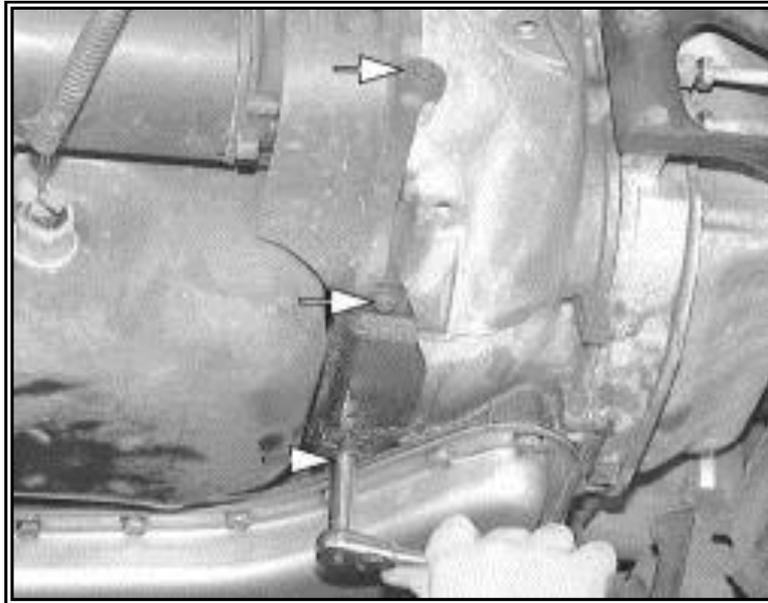


Ilustración #. 45 Desmontaje cubierta campana. (AutoZone, 2018)

2.- Retire el perno de apoyo de la parte posterior del motor de arranque.

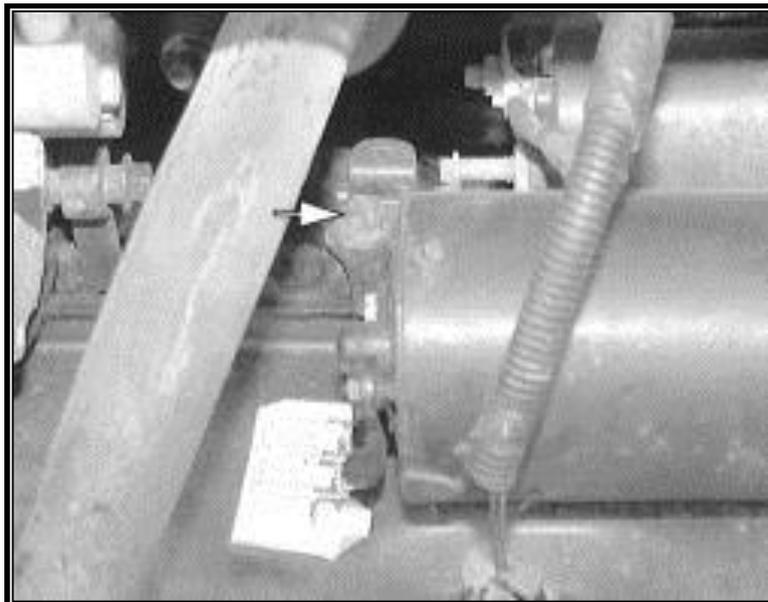


Ilustración #. 46 Desmontaje motor de Arranque. (AutoZone, 2018)

3.- Retire los dos pernos de sujeción de la parte interior.

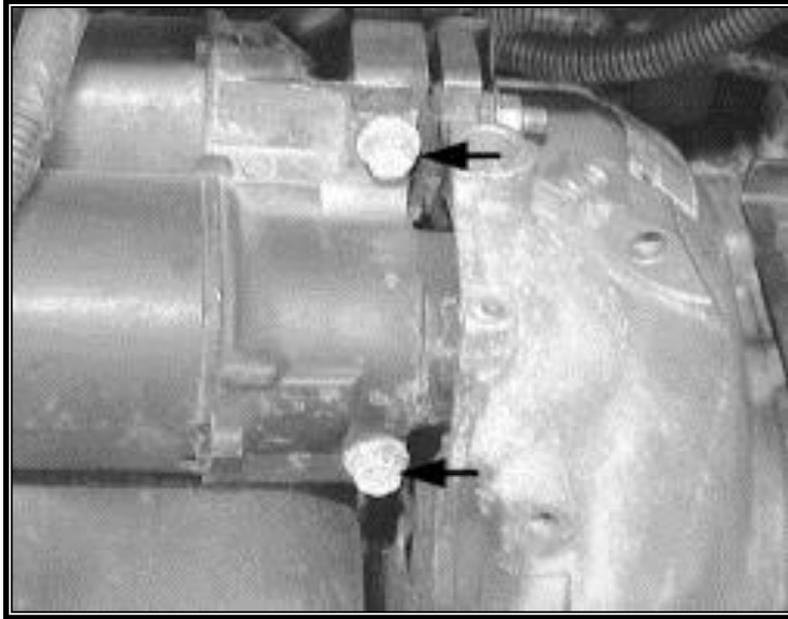


Ilustración #. 47 Desmontaje motor de arranque. (AutoZone, 2018)

4.- Con cuidado retire el motor de arranque.

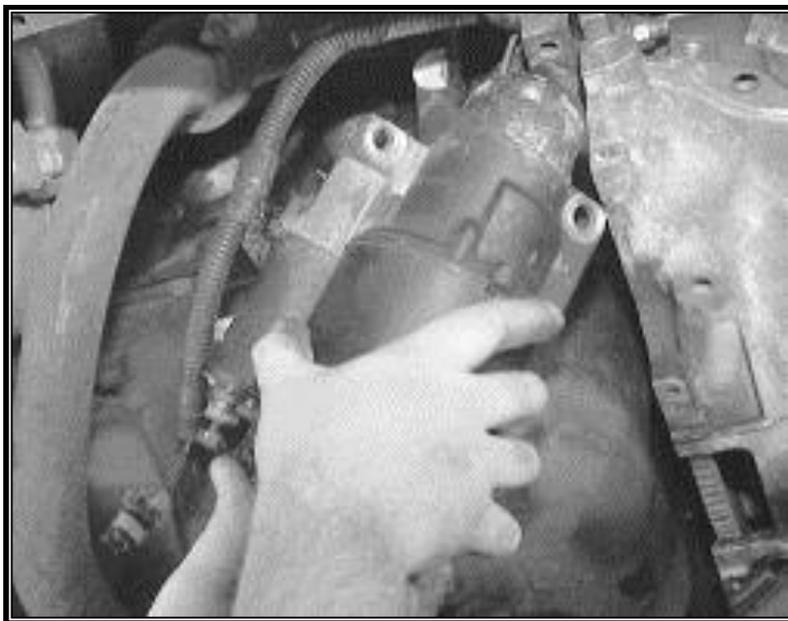


Ilustración #. 48 Desmontaje motor de arranque. (AutoZone, 2018)

2.4.3 Desmontaje múltiple de admisión.

Estos vehículos utilizan un colector de admisión de dos piezas. La mitad superior, llamada cámara plenaria, contiene el cuerpo del acelerador y las conexiones del cable de control. La mitad inferior tiene un corredor de puerto individual para cada puerto de admisión en la culata.

- 1.- Desconecte el cable de control de la palanca del cuerpo del acelerador.

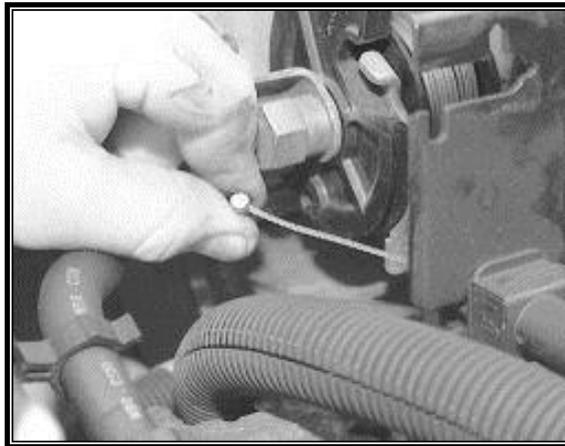


Ilustración #. 49 Cable del acelerador. (AutoZone, 2018)

- 2.- Retire los tres pernos de sujeción del soporte del cable del acelerador sujetado al colector de admisión.

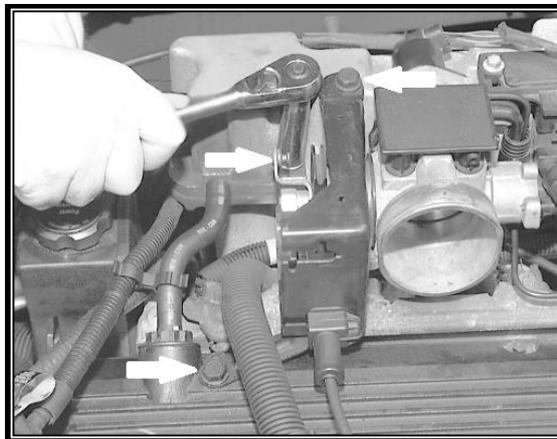


Ilustración #. 50 Soporte del cable del acelerador. (AutoZone, 2018)

3.- Con la ayuda de una llave quince y en contra de las manillas del reloj libere la presión del templador y retire la banda de accesorios y deséchela.

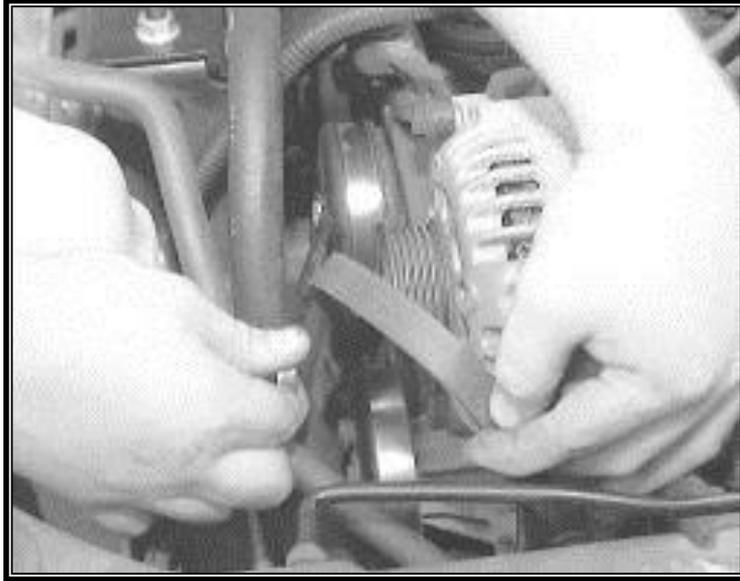


Ilustración #. 51 Liberación del templador. (AutoZone, 2018)

4.- Extraiga la bomba de dirección accediendo por medio de los orificios de la polea hasta llegar a los pernos de retención, además extraiga el perno de la parte posterior de la bomba.

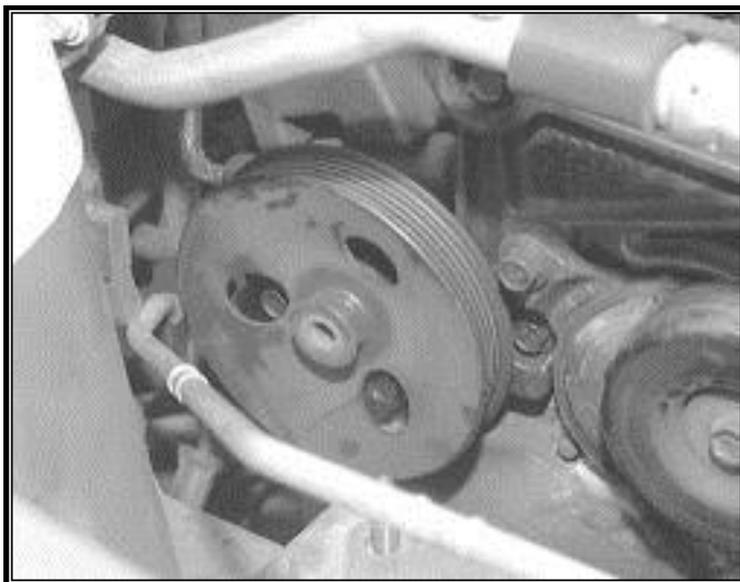


Ilustración #. 52 Polea de la bomba de dirección. (AutoZone, 2018)

5.- Retire la tuerca del tubo de alimentación de aceite de transmisión.



Ilustración #. 53 Tubo de alimentación de aceite de transmisión. (AutoZone, 2018)

6.- Aliviar adecuadamente la presión del sistema de combustible.

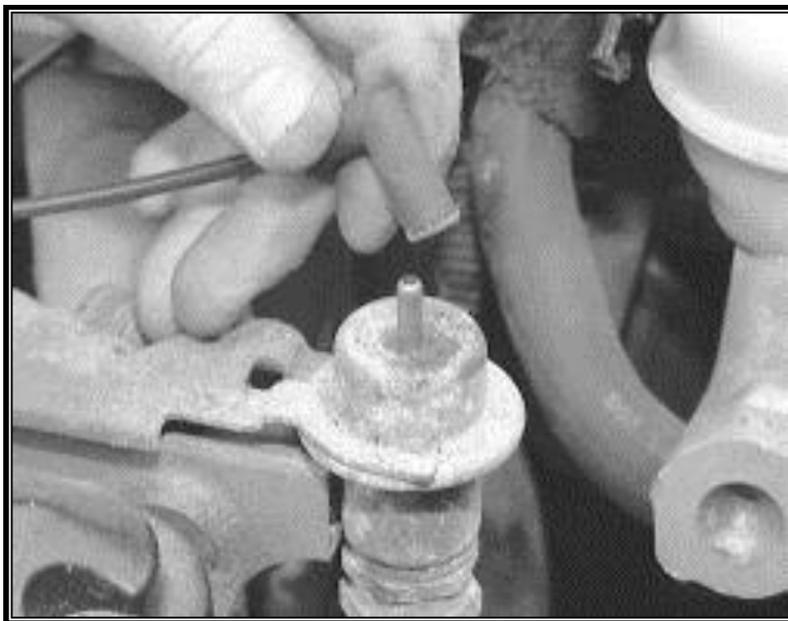


Ilustración #. 54 Válvula de sobrepresión de combustible. (AutoZone, 2018)

7.- Retire la línea de combustible (1) y de retorno (2) de la parte inferior del colector. Recoja el combustible excedente en una cubeta para evitar ensuciar los demás componentes del motor.

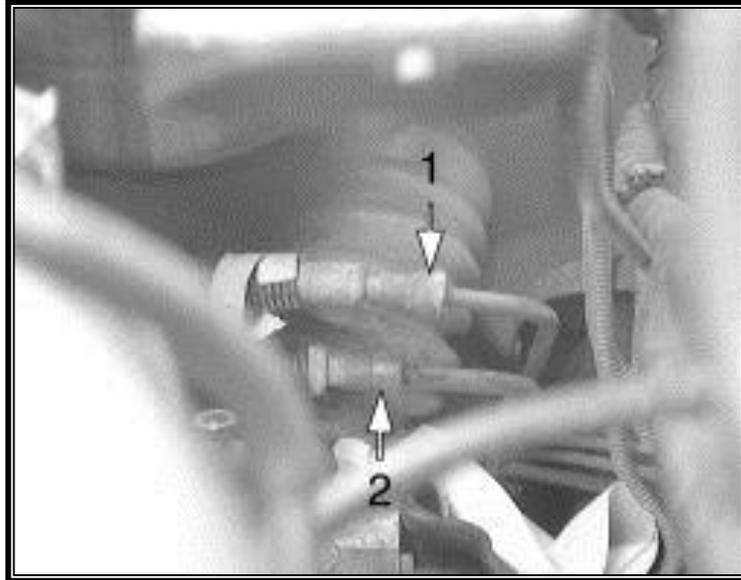


Ilustración #. 55 Línea de Combustible y retorno. (AutoZone, 2018)

8.- Identifique, marque y desconecte todas las líneas de vacío necesarias. Márquelos de tal manera que sea fácil su identificación al momento de re conectarlas.

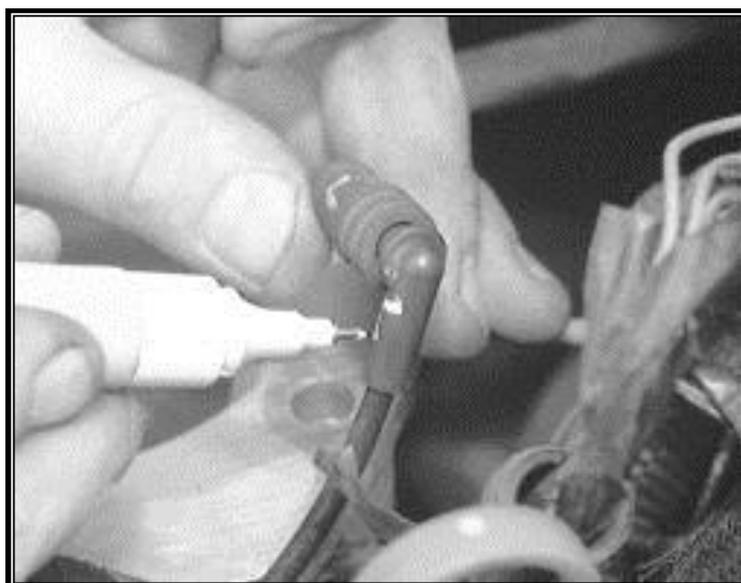


Ilustración #. 56 Línea de vacío. (AutoZone, 2018)

9.- La válvula PCV está unida desde el cabezote hacia la parte superior del colector de admisión por medio de una manguera, afloje la abrazadera y retírela.

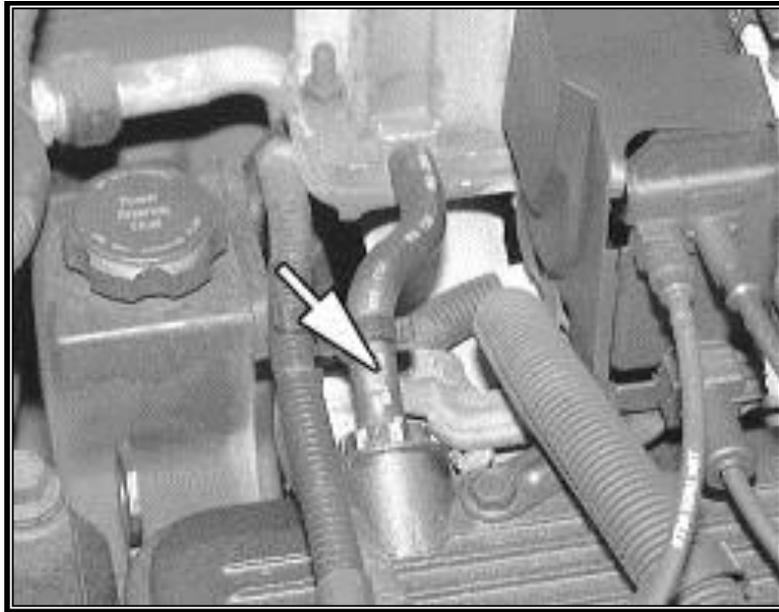


Ilustración #. 57 Conducto de la válvula PCV. (AutoZone, 2018)

10.- extraiga la valvula PCV de la manguera.



Ilustración #. 58 Válvula PCV. (AutoZone, 2018)

11.- Retire la manguera de vacío del reforzador de freno del colector de admisión



Ilustración #. 59 Manguera de vacío del freno. (AutoZone, 2018)

12.- Utilizando una pequeña herramienta de palanca, suelte los clips que sujetan el arnés de vacío a la toma superior y quitar el arnés de vacío del colector.

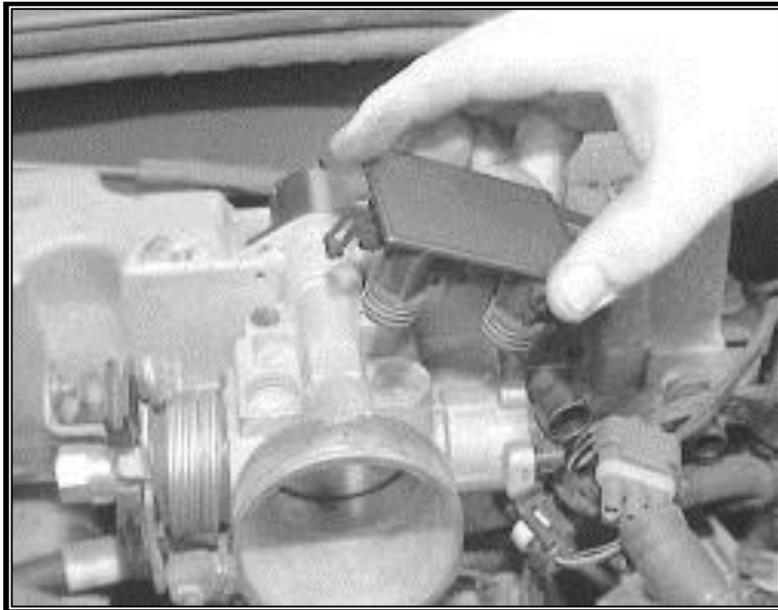


Ilustración #. 60 Arnés de vacío. (AutoZone, 2018)

13.- A continuación retirar los seis tornillos que sujetan el colector de admisión superior.

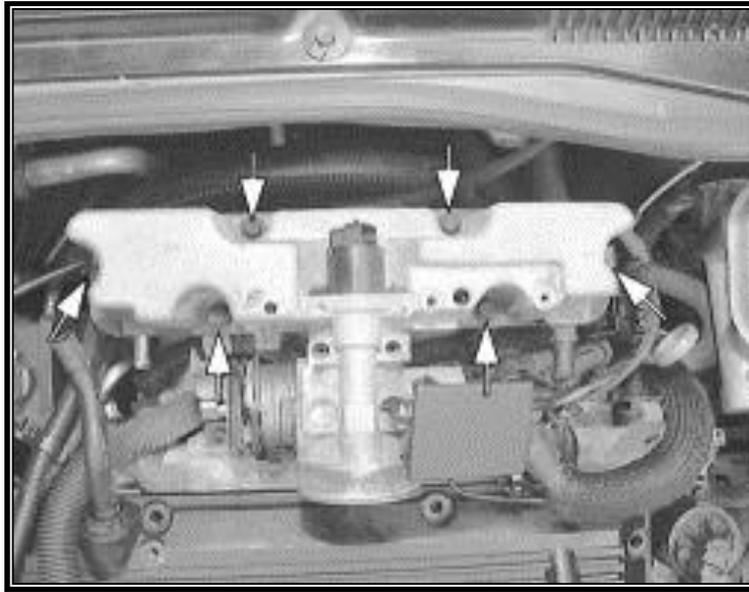


Ilustración #. 61 Colector de admisión superior. (AutoZone, 2018)

14.- Con cuidado retirar la toma superior del colector de admisión, retirar la junta y desecharle, limpiar las superficies de contacto tanto de la parte superior como inferior del colector de admisión.



Ilustración #. 62 Colector de admisión. (AutoZone, 2018)

15.- Extraiga el inyector de la válvula EGR del múltiple de admisión inferior.

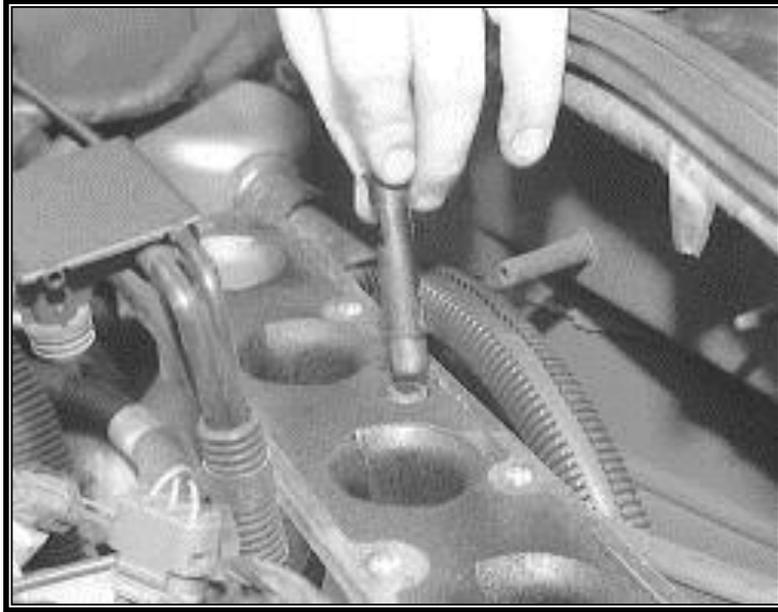


Ilustración #. 63 Válvula EGR. (AutoZone, 2018)

16.- Retire las 9 tuercas que sujetan el colector inferior al cabezote.

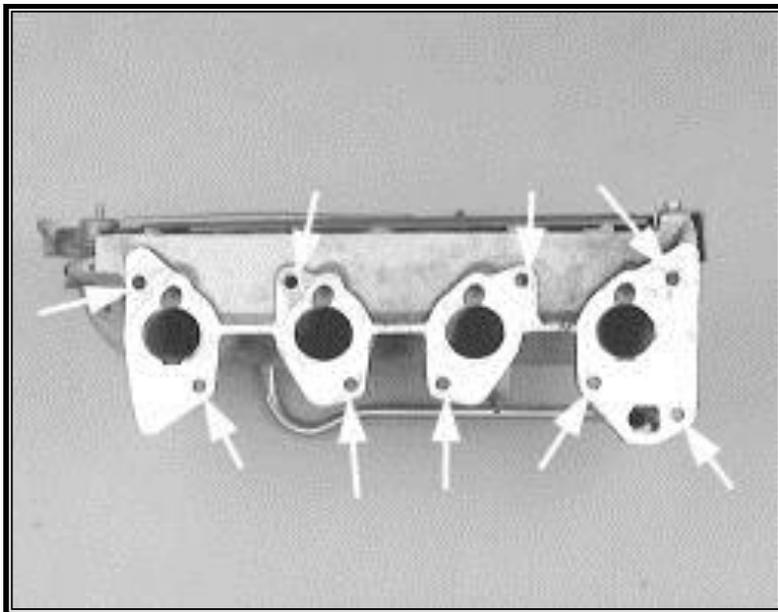


Ilustración #. 64 Vista posterior del colector de admisión inferior. (AutoZone, 2018)

17.- Retire cuidadosamente el colector, la junta normalmente queda pegada al cabezote, retírela y deséchela, limpiar las partes en contacto.

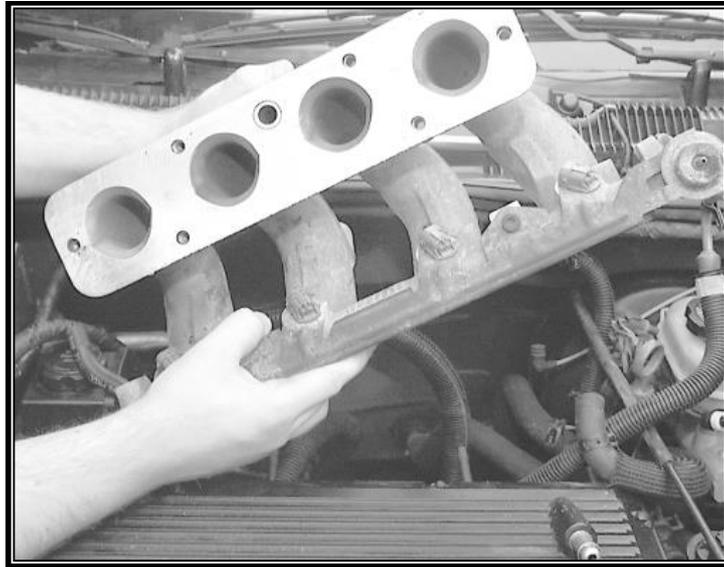


Ilustración #. 65 Colector de admisión inferior. (AutoZone, 2018)

2.4.4 Desmontaje múltiple de escape.

1.- Retire los dos pernos de retención del conducto del tubo de escape y deslice la tubería suelta hacia el costado derecho del automóvil.

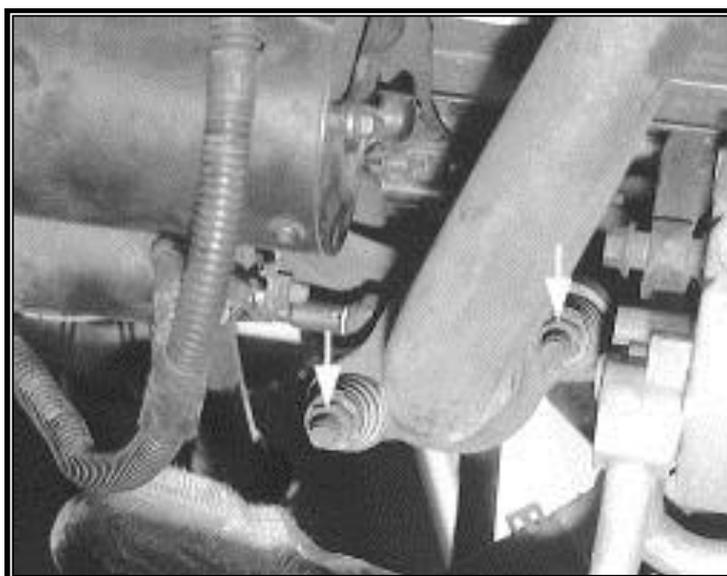


Ilustración #. 66 Tubo de escape. (AutoZone, 2018)

2.- Retire los dos tornillos superiores del soporte del alternador.

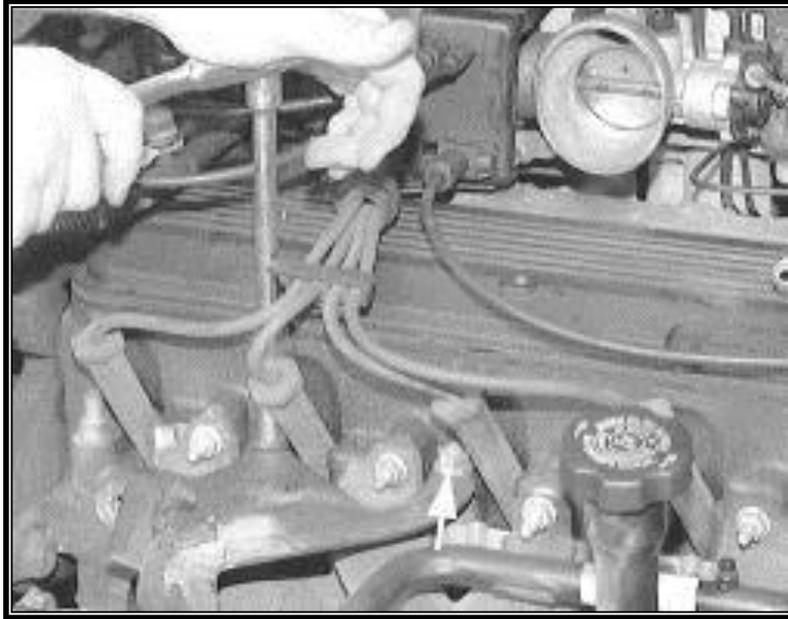


Ilustración #. 67 Soporte superior del alternador. (AutoZone, 2018)

3.- Retire los dos tornillos inferiores del soporte del alternador y retire con cuidado.

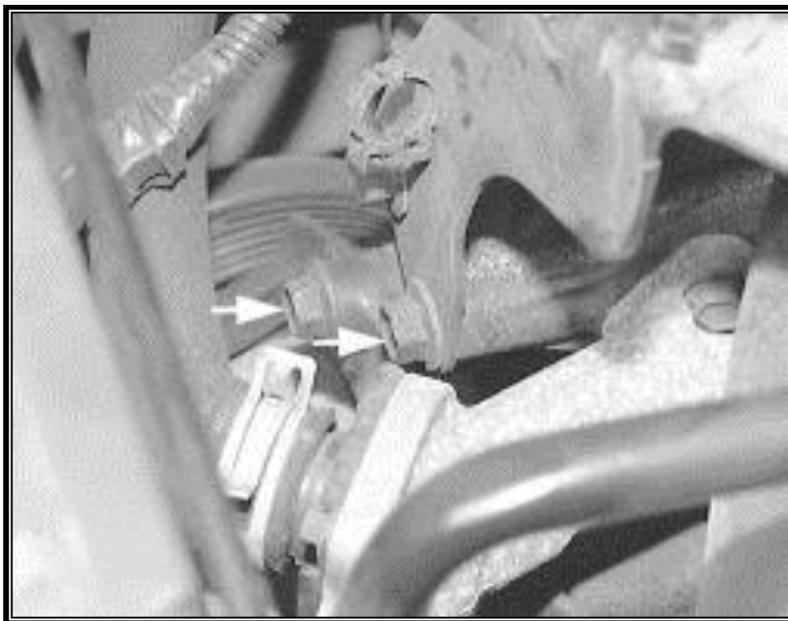


Ilustración #. 68 Soporte inferior del alternador. (AutoZone, 2018)

4.- Retire el perno de sujeción del soporte de tubo de llenado de aceite y retírelo con cuidado. Saldrá la tubería tirando hacia arriba junto con la varilla medidora de nivel.

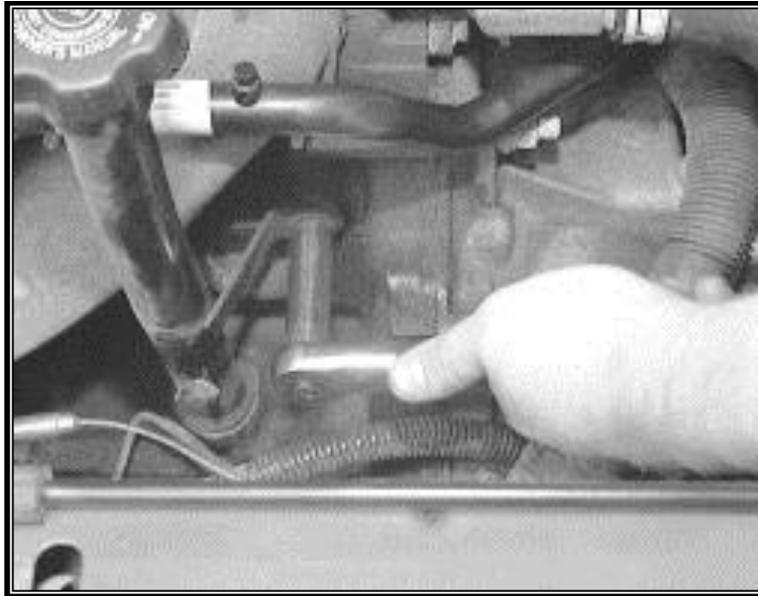


Ilustración #. 69 Tubo de llenado de aceite. (AutoZone, 2018)

5.- Retire la manguera del circuito de refrigeración de la tubería bypass, las tres tuercas de sujeción y retire la tubería.

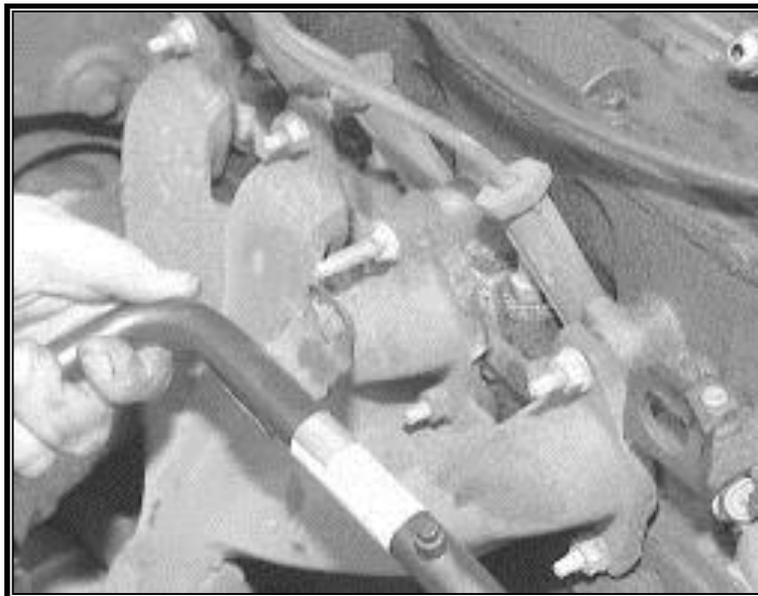


Ilustración #. 70 Tubería bypass de refrigeración. (AutoZone, 2018)

6.- Retire las ocho tuercas que sujetan al colector de escape y retírelo con cuidado, debe salir con dos juntas una íntegra y otra individual por cada toma.

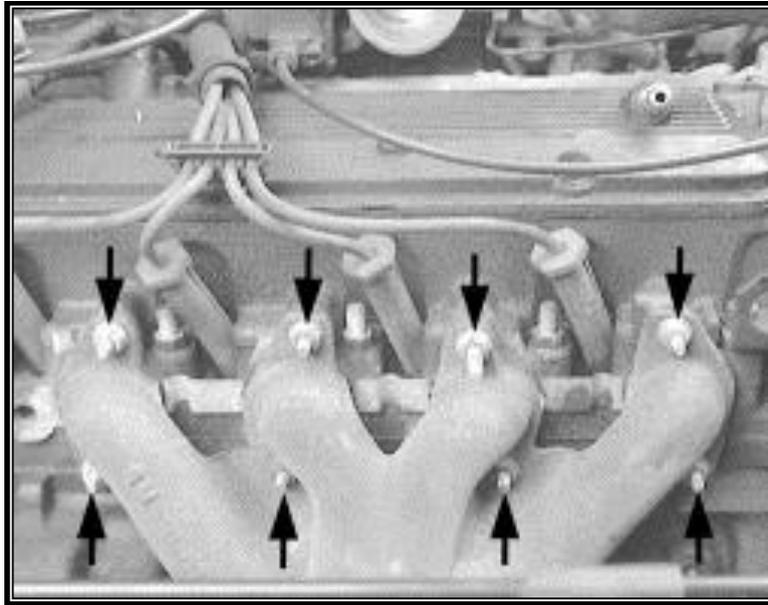


Ilustración #. 71 Colector de escape. (AutoZone, 2018)

2.4.5 Desmontaje del Alternador.

1.- Desconecte los cables del alternador que van conectados al regulador.

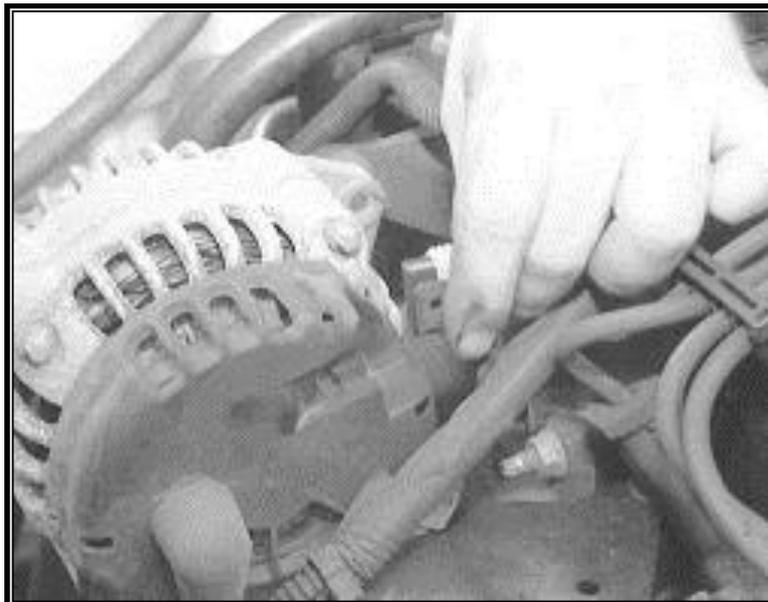


Ilustración #. 72 Conexión del regulador del alternador. (AutoZone, 2018)

2.- Desconecte la conexión positiva del alternador que va directa a la batería.

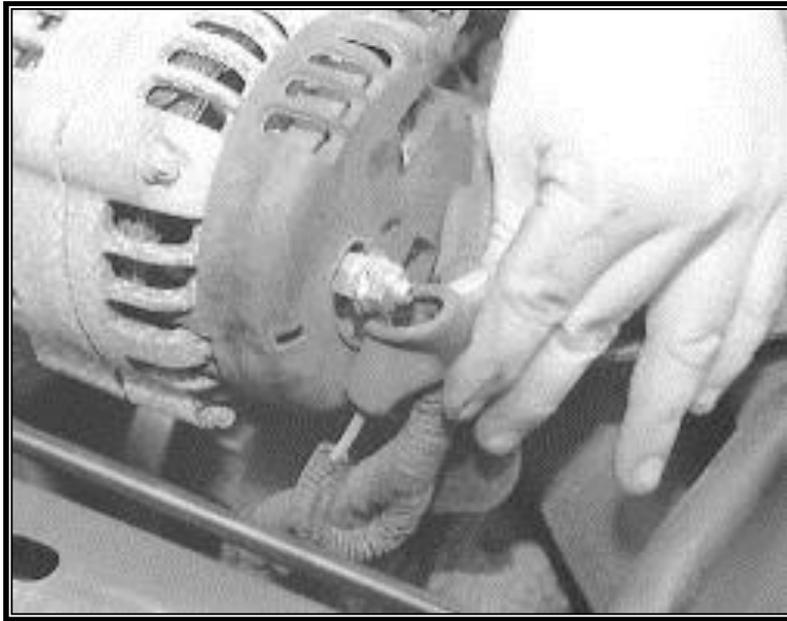


Ilustración #. 73 Conexión directa a positivo de la batería del alternador. (AutoZone, 2018)

3.- Retie los dos pernos de la parte delantera del alrtnador que lo sujetan a su base.

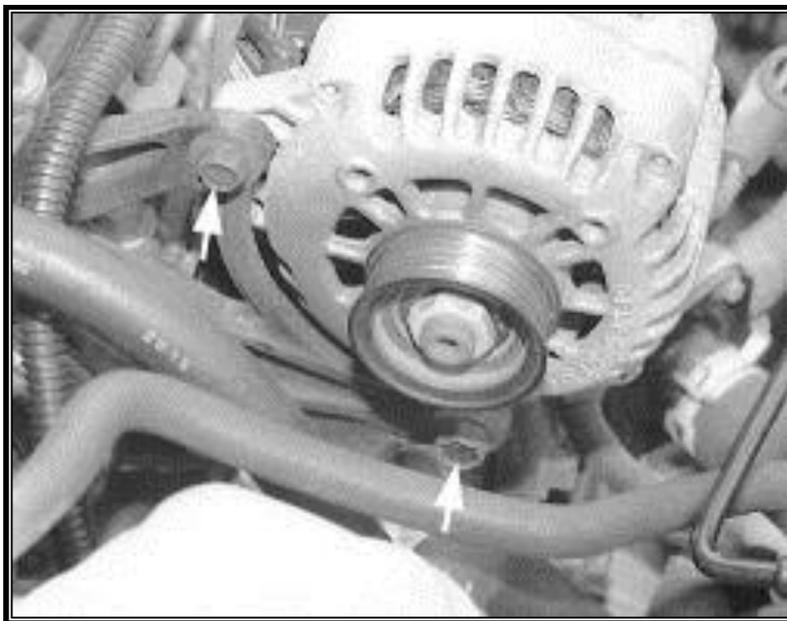


Ilustración #. 74 Pernos delanteros del alternador. (AutoZone, 2018)

4.- También retire un perno que se ubica en la parte posterior de la base.

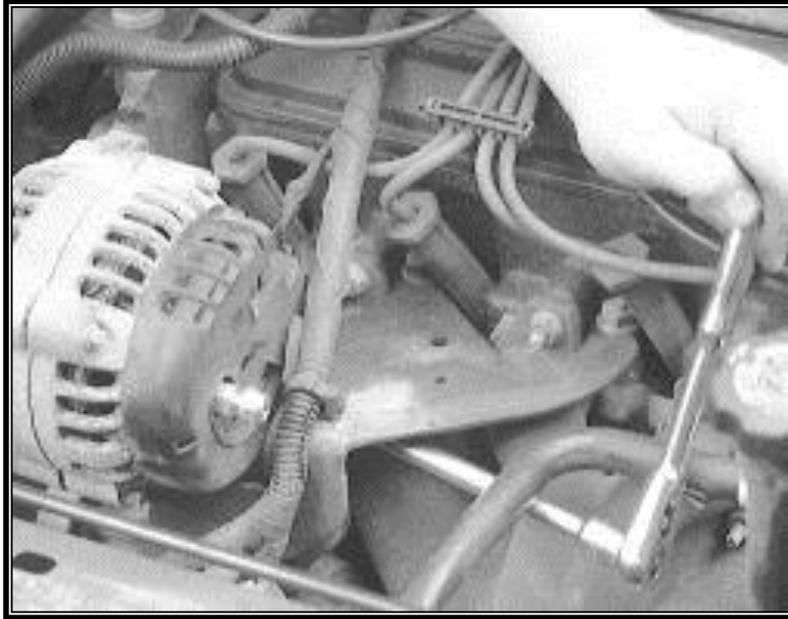


Ilustración #. 75 Perno posterior del alternador. (AutoZone, 2018)

5.- Retire con cuidado el alternador.

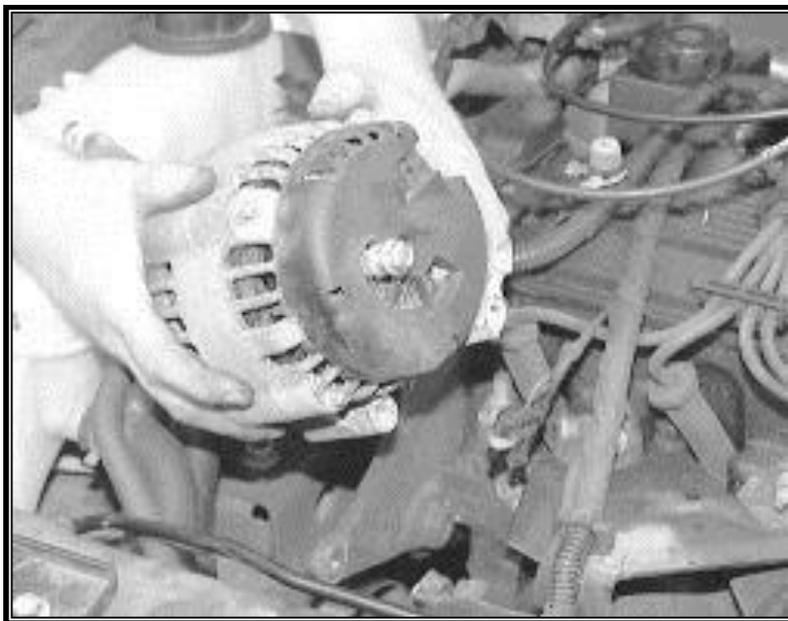
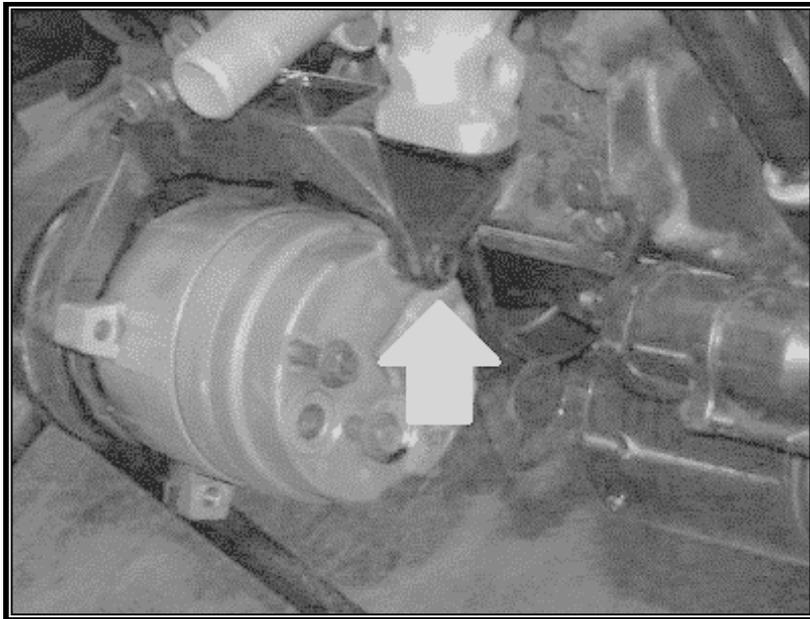


Ilustración #. 76 Alternador. (AutoZone, 2018)

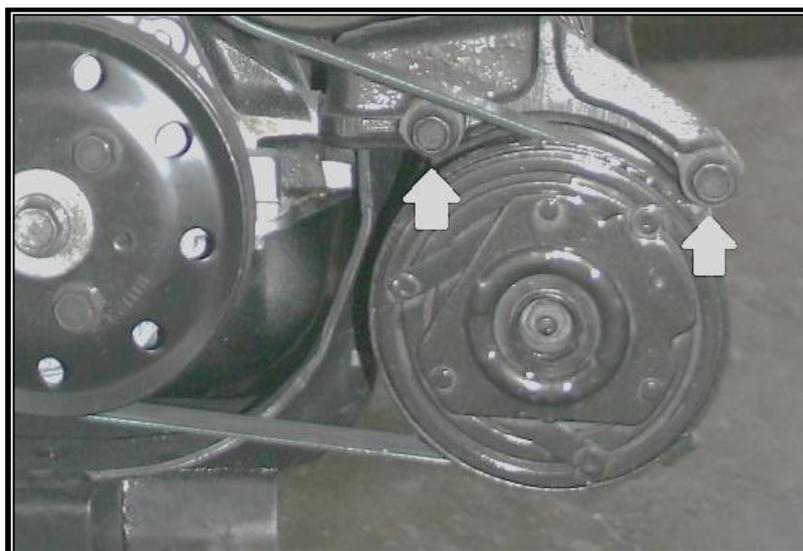
2.4.6 Desmontaje compresor.

1.- Para desmontar el compresor en la parte posterior debemos retirar un perno.



Fotografía #. 15 Parte posterior del compresor. (Autor, 2009)

2.- Retire los dos pernos de la parte delantera del compresor.



Fotografía #. 16 Parte delantera del compresor. (Autor, 2009)

3.- Retire el compresor con cuidado.

2.4.7 Desmontaje bomba de agua.

1.- Retire los cuatro pernos de sujeción de la bomba de agua y retire con cuidado.

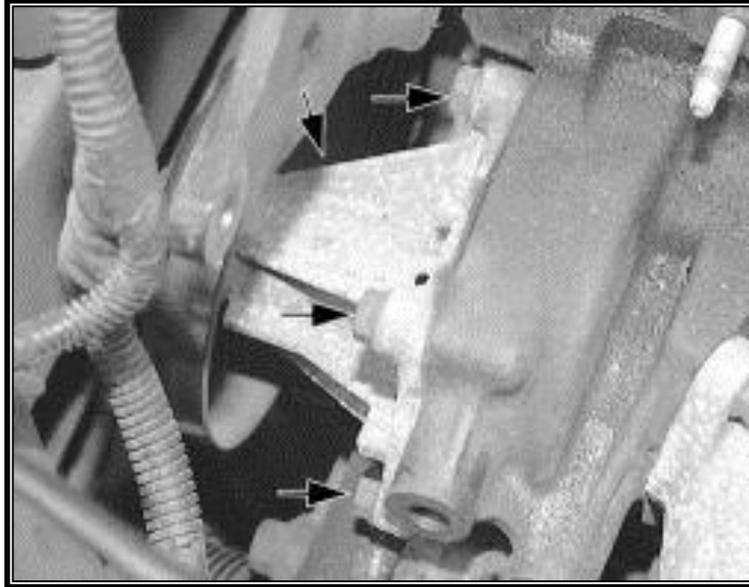
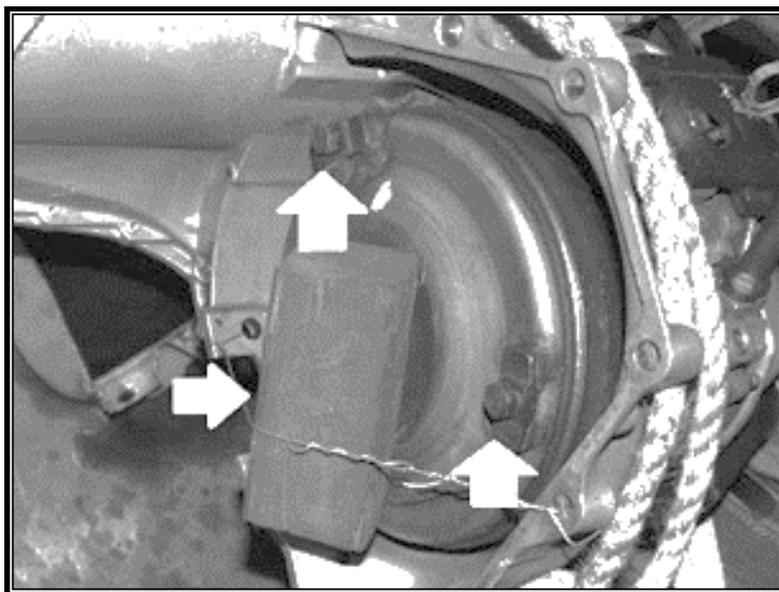


Ilustración #. 77 Bomba de agua. (AutoZone, 2018)

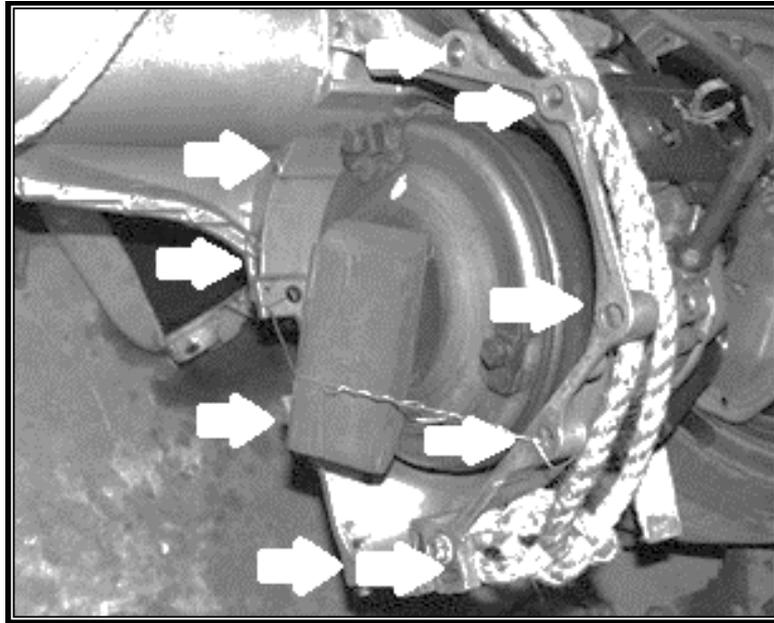
2.4.8 Desmontaje caja de cambios.

1.- Retire los tres pernos del convertidor de par al volante.



Fotografía #. 17 Convertidor de par (Autor, 2009)

2.- Retire los nueve pernos del motor a la transmisión, luego retire el conjunto de la transmisión del vehículo.



Fotografía #. 18 Pernos de sujeción de la transmisión. (Autor, 2009)

3.- Sostenga la caja de cambios con un gato adecuado con un ligero ángulo para evitar que salga el convertidor de par y asegúrelo inmediatamente.

2.5 Desmontaje de elementos directos del motor

2.5.1 Desmontaje termostato.

1.- El termostato está localizado en la manguera inferior del radiador, retire los dos tornillos de la carcasa y separe las dos mitades, para acceder al termostato tire del el con cuidado.



Ilustración #. 78 Habitación del termostato. (AutoZone, 2018)

2.- Limpie a fondo las superficies de contacto de la carcasa, el termostato no porque vamos a poner nuevo, de ir el mismo también se lo debe limpiar y se debe tener cuidado con la junta tórica que se encuentra alrededor del centro..

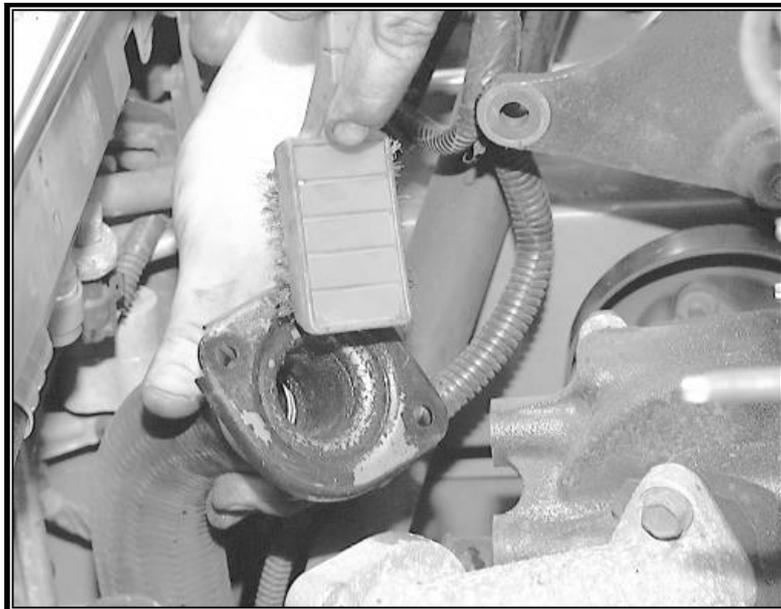


Ilustración #. 79 Limpieza habitación del termostato. (AutoZone, 2018)

2.5.2 Desmontaje cabezote o culata.

1.- Retire los seis pernos que retienen a la tapa de válvulas.

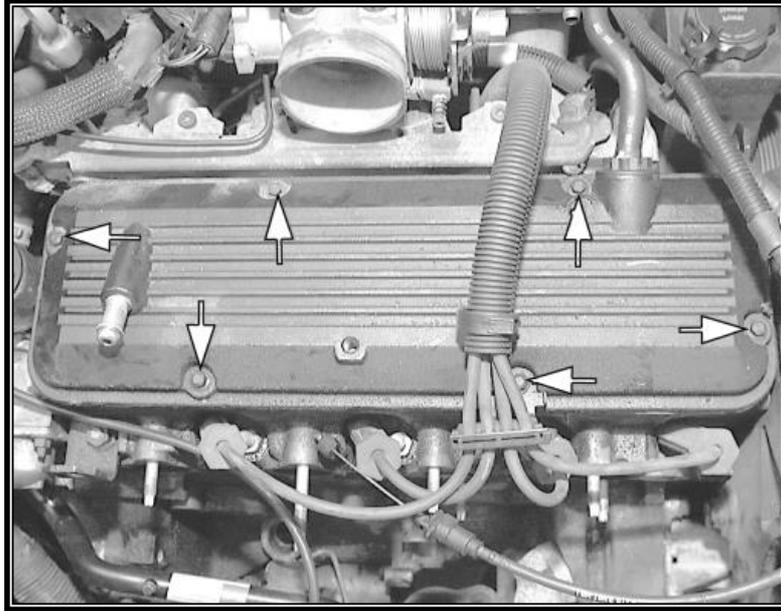


Ilustración #. 80 Tapa de válvulas. (AutoZone, 2018)

2.- Retire la junta vieja de la tapa de válvulas y deséchela.



Ilustración #. 81 Junta de la tapa de válvulas. (AutoZone, 2018)

3.- Limpiar a fondo las superficies de la junta de la tapa de válvulas.

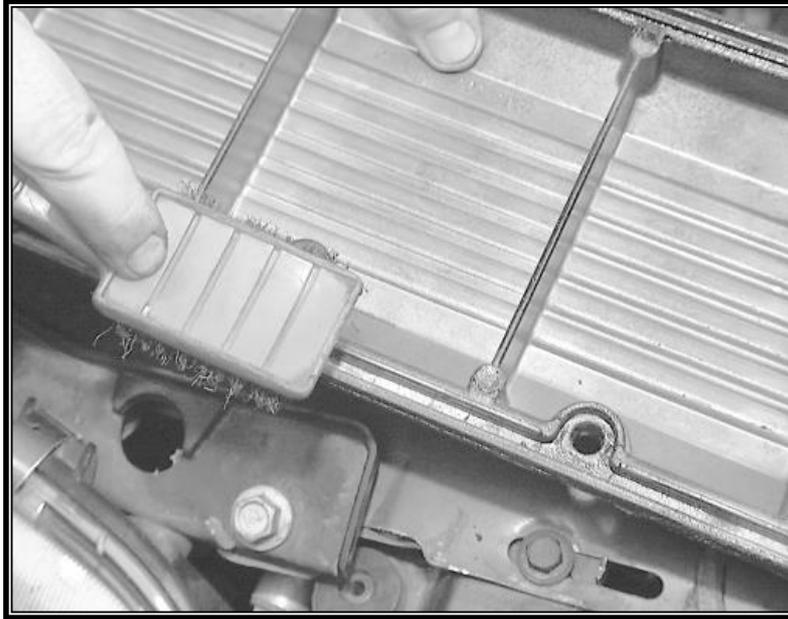


Ilustración #. 82 Limpieza tapa de válvulas. (AutoZone, 2018)

4.- Limpie también el lado donde asienta la tapa en el cabezote.



Ilustración #. 83 Limpieza parte superior del cabezote. (AutoZone, 2018)

5.-Afloje y retire las tuercas y arandela de los ocho balancin y retírelos con cuidado de perder la bola o balon.

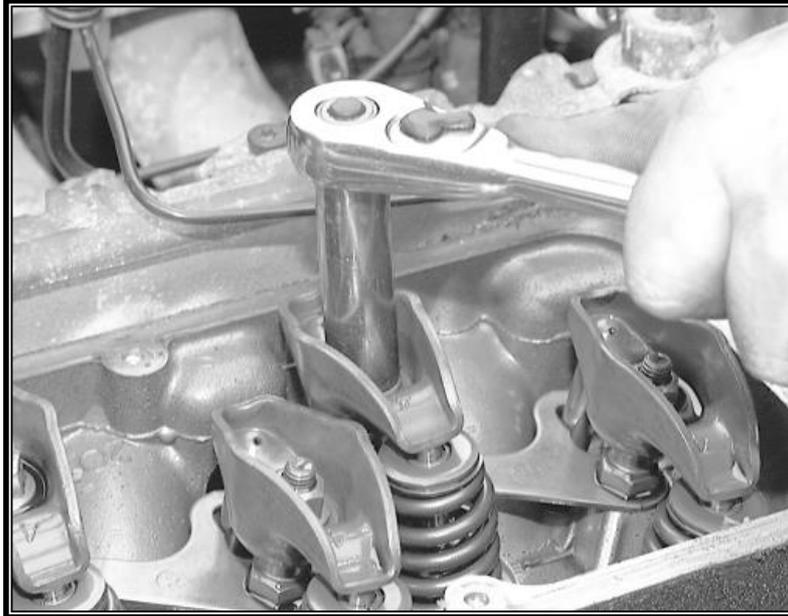


Ilustración #. 84 Cuerpo de balancines. (AutoZone, 2018)

6.- Ahora retire los balancines.

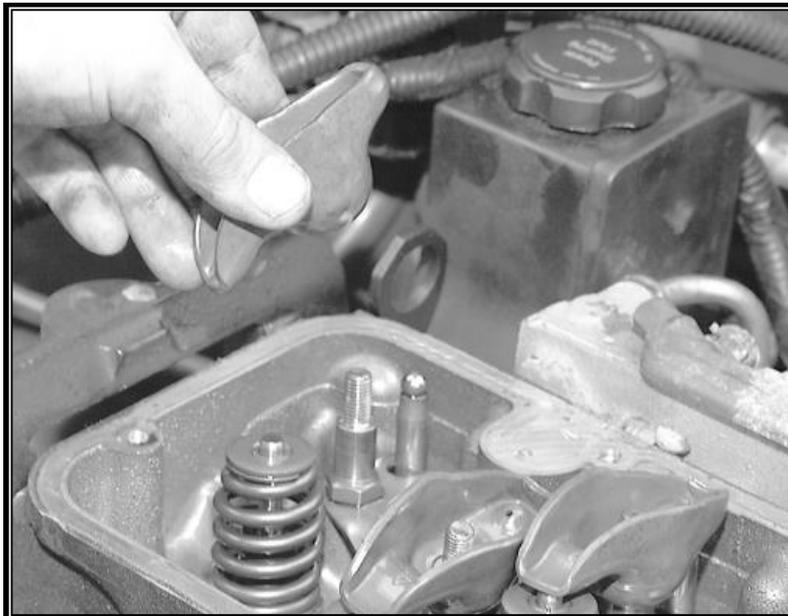


Ilustración #. 85 Balancín (AutoZone, 2018)

7.- Retire las 8 varillas de empuje.

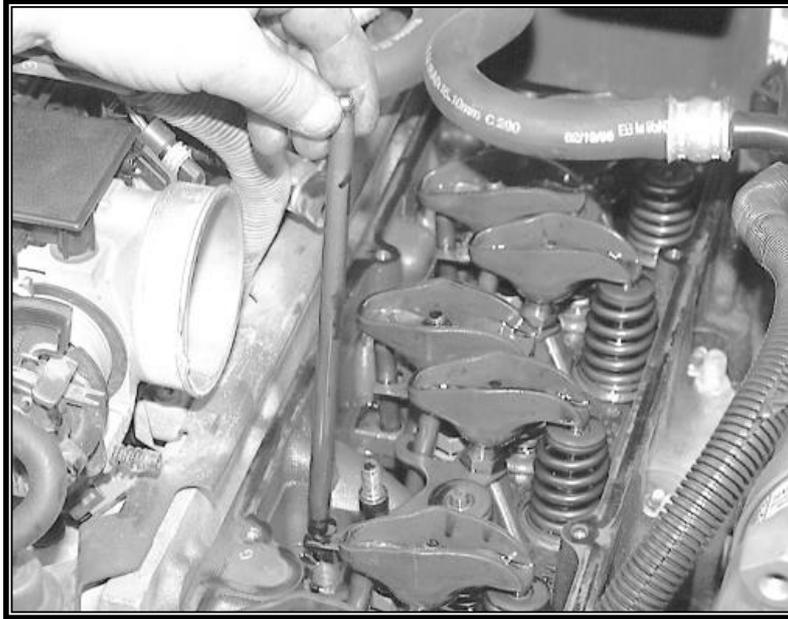


Ilustración #. 86 Varilla de empuje. (AutoZone, 2018)

8.- Coloque los componentes en un bastidor de manera que conserven el mismo orden en el que fueron sacados.

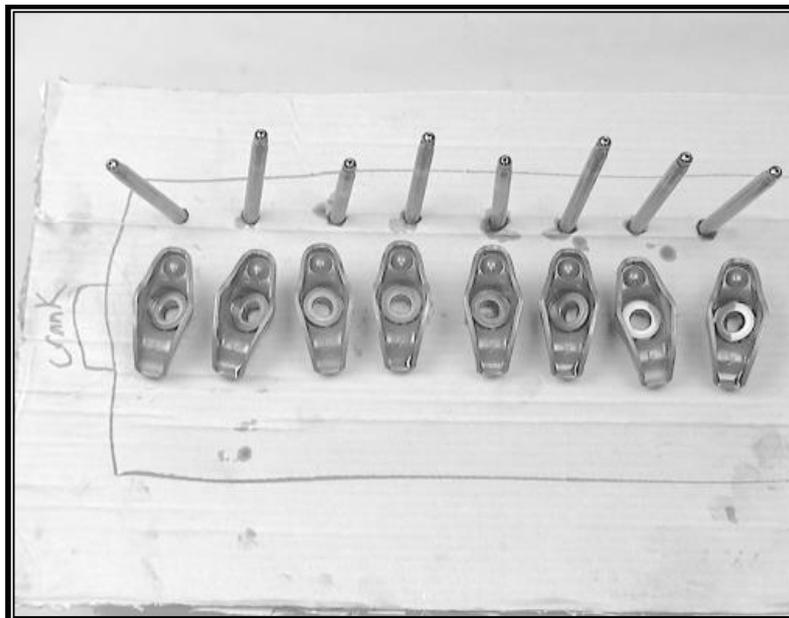


Ilustración #. 87 Varillas de empuje y balancines. (AutoZone, 2018)

9.- Desde la parte interior del cabezote afloje los diez pernos usando una palanca de fuerza.

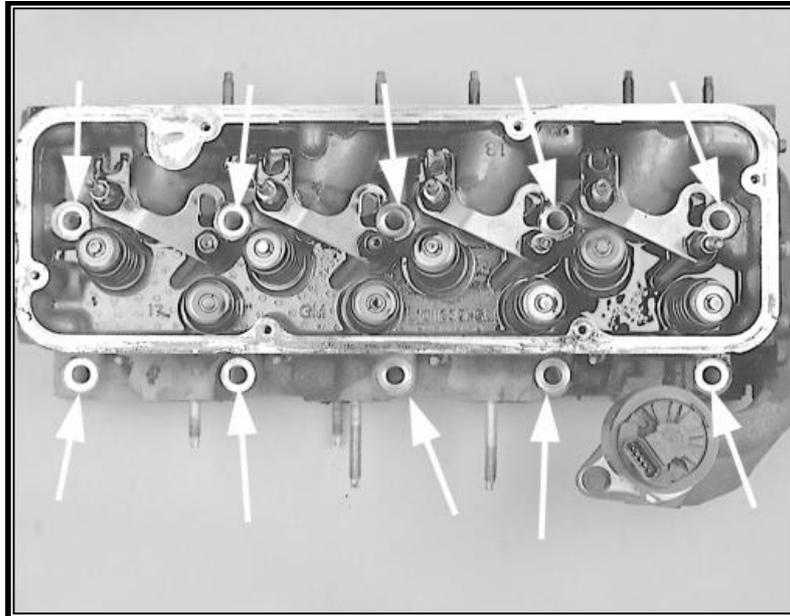


Ilustración #. 88 Cabezote. (AutoZone, 2018)

10.- Retire los pernos de sujeción del cabezote.

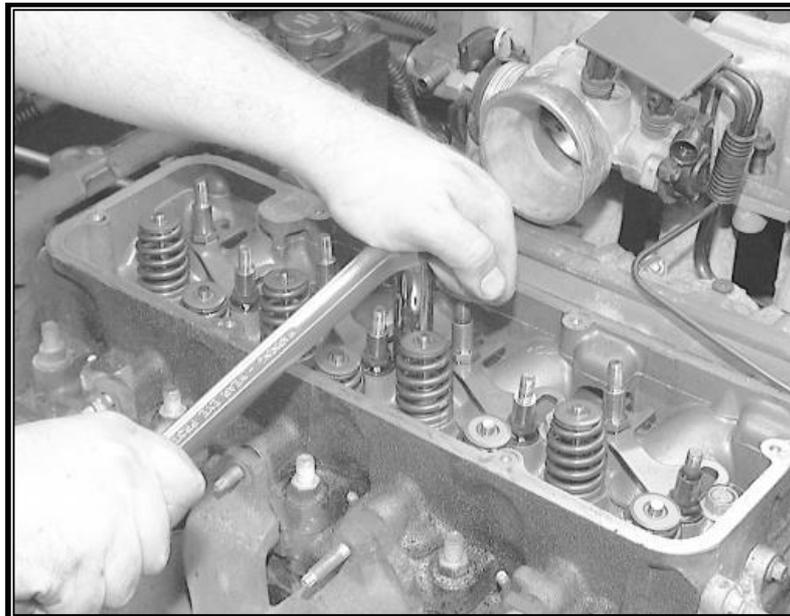


Ilustración #. 89 Liberación del cabezote. (AutoZone, 2018)

11.- Retire el cabezote del block motor

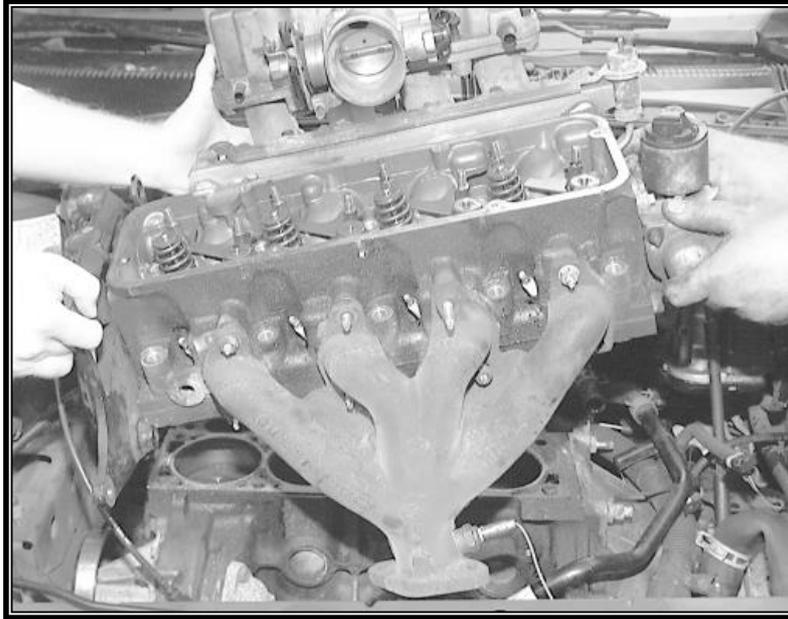


Ilustración #. 90 Cabezote y colector de escape. (AutoZone, 2018)

12.- Luego retire y deseche la junta de culata vieja.

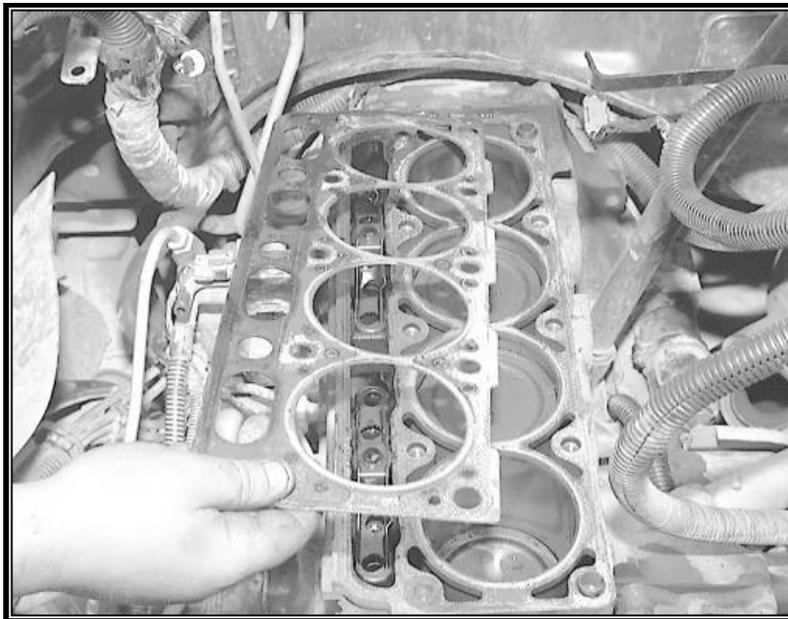


Ilustración #. 91 Empaque del cabezote. (AutoZone, 2018)

13.- Limpiar bien las superficies de contacto del cabezote y bloque motor.

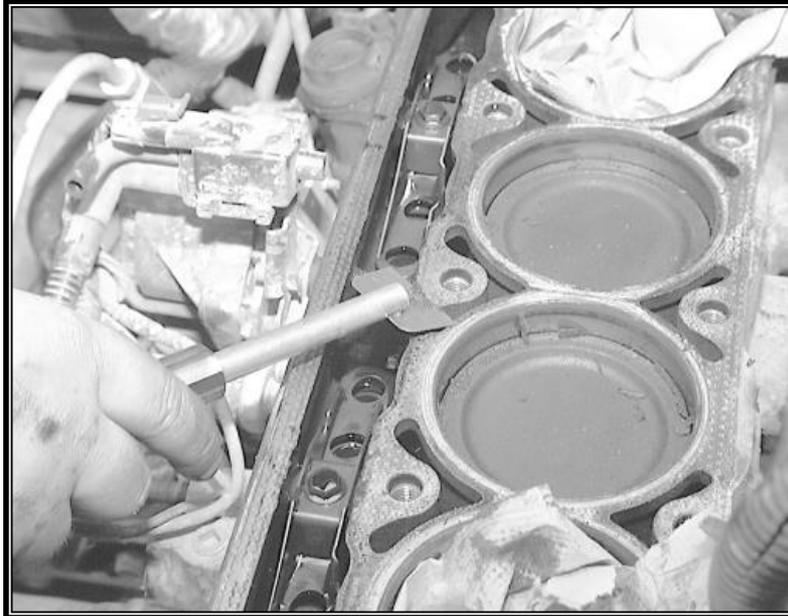


Ilustración #. 92 Limpieza parte superior del bloque motor. (AutoZone, 2018)

14.- Al retirar un resorte de válvula de un cabezote OHV, use la herramienta de compresión para aliviar la tensión del retenedor. Debido al barniz del motor, el retenedor puede adherirse a los seguros de las válvulas.

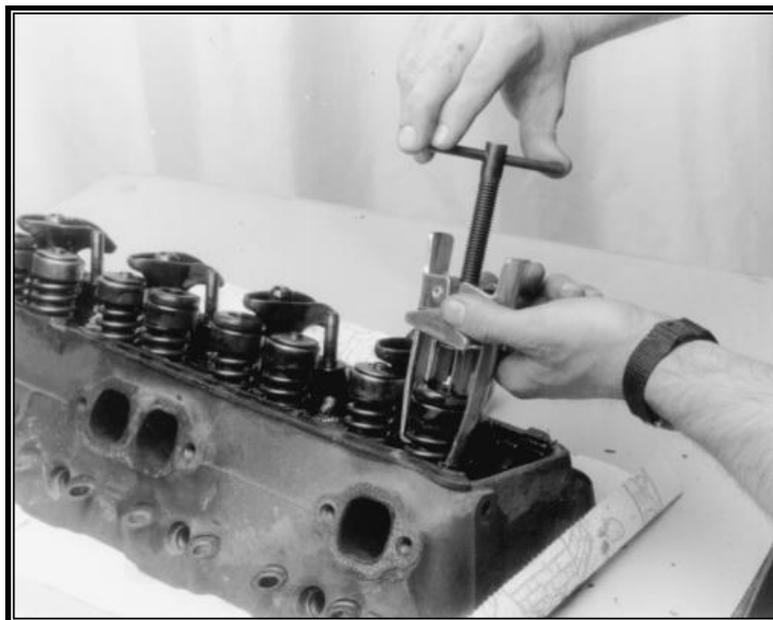


Ilustración #. 93 Extracción de resortes de válvula. (AutoZone, 2018)

15.- Un golpecito suave con un martillo puede ayudar a liberarlo. Un pequeño imán ayudará a retirar los cierres de las válvulas (retenedores).

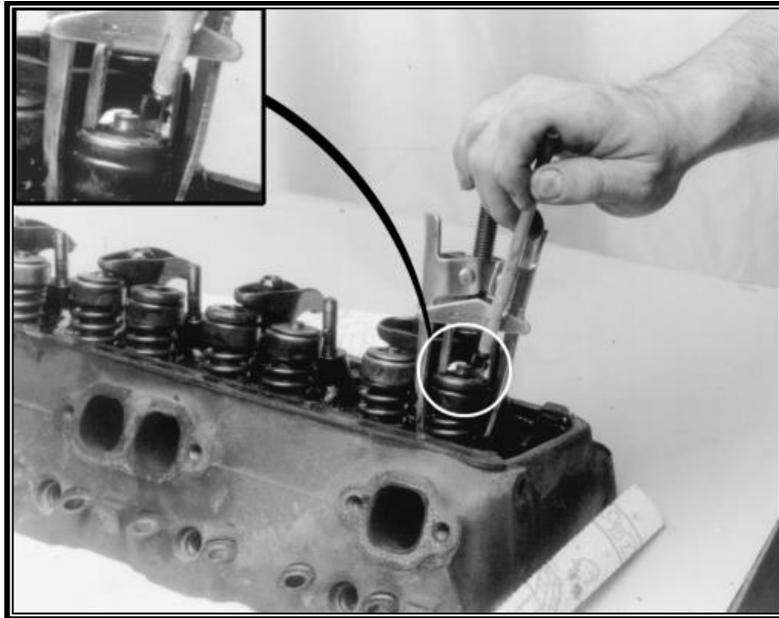


Ilustración #. 94 Muelles. (AutoZone, 2018)

16.- Retire los cierres de la punta de la válvula o retenedores. Levante el resorte de la válvula, la herramienta y todo, fuera del vástago de la válvula.

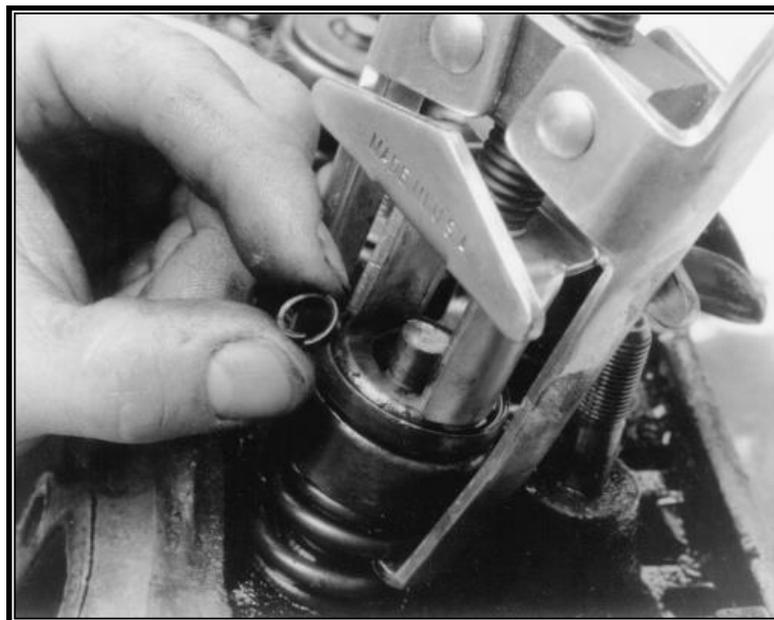


Ilustración #. 95 Seguros de válvulas. (AutoZone, 2018)

17.- Retire el sello de la válvula del sello del tipo de junta tórica de la válvula que se muestra

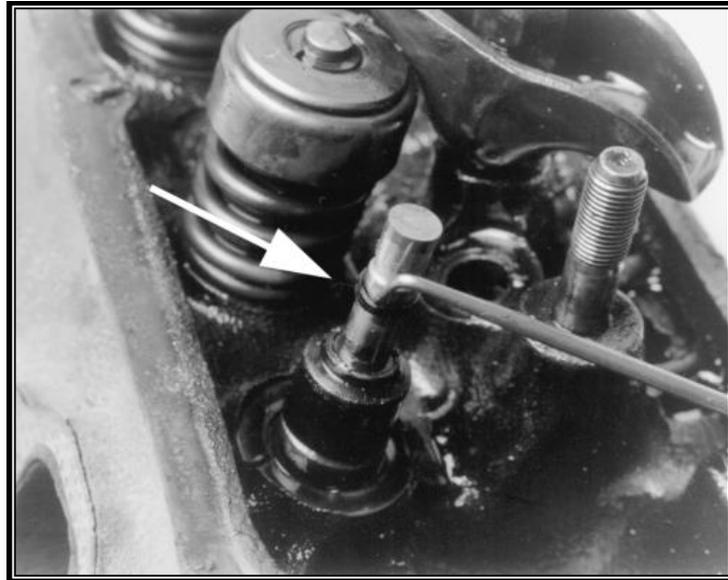


Ilustración #. 96 Sellos de válvulas. (AutoZone, 2018)

18.- Si está equipado con un sello tipo paraguas / positivo, retire el sello de la válvula. Si es difícil quitar el sello con la válvula en su lugar, primero intente quitar la válvula y luego el sello.



Ilustración #. 97. Sello tipo paraguas de válvula. (AutoZone, 2018)

19.- Invierta la culata y retire la válvula del orificio de la guía de la válvula

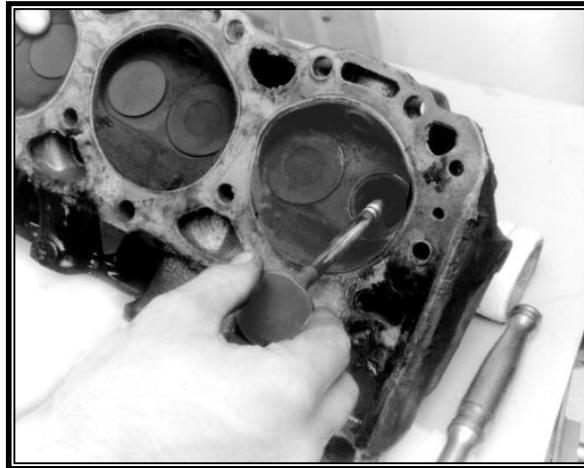


Ilustración #. 98 Extracción válvula del cabezote, (AutoZone, 2018)

20.- Un aspecto al que se debe prestar atención es el etiquetado cuidadoso de las piezas en la culata de cilindro. En algunos casos, los componentes son idénticos y podrían instalarse fácilmente de manera incorrecta, no mezclarlos. A continuación se muestra el despiece de una válvula, un sello, un resorte, un retenedor y cerraduras desde una culata de OHC.

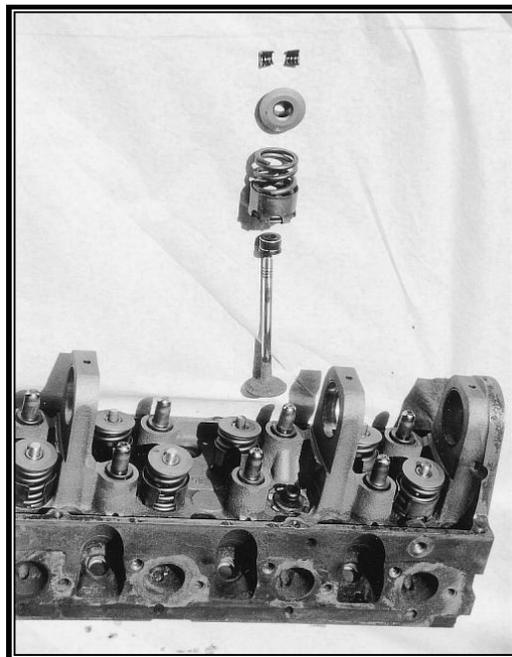


Ilustración #. 99 Despiece de cuerpo de válvula. (AutoZone, 2018)

21.- Tenga en cuenta que tiene 2 ductos de admisión y 2 de escape.

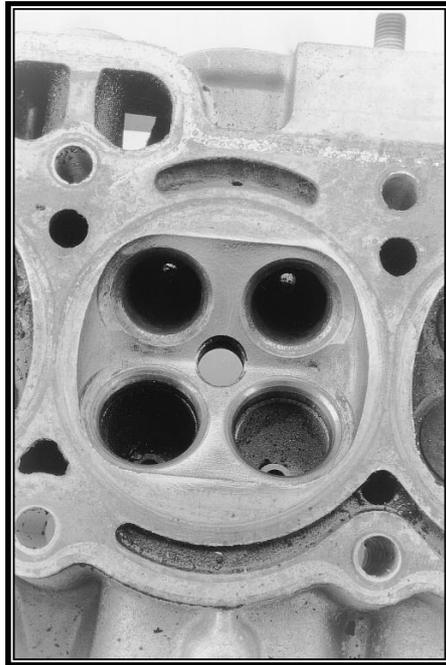


Ilustración #. 100 Cámara de válvulas. (AutoZone, 2018)

2.5.3 Desmontaje de la polea de cigüeñal.

1.- Retirar los tres pernos (1) luego el (2) del cubo del cigüeñal para desmontar la polea.

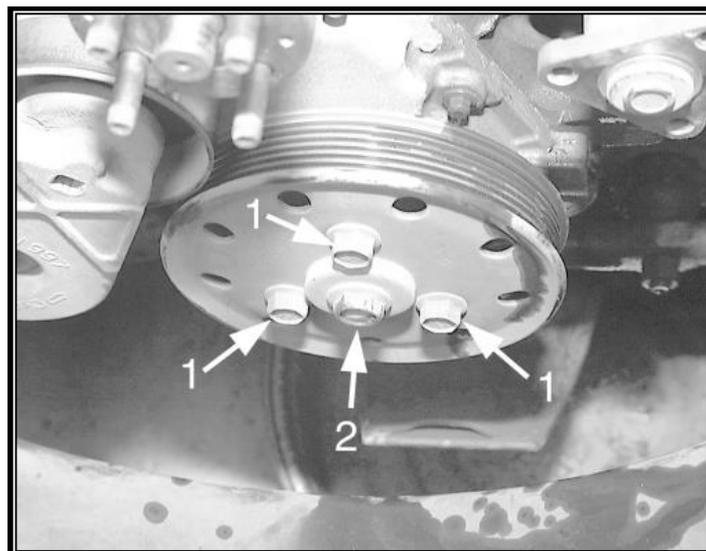


Ilustración #. 101 Polea del cigüeñal. (AutoZone, 2018)

2.- Con la ayuda de un extractor y con la utilización de los mismos pernos, extraemos el cubo a presión



Ilustración #. 102 Cubo del cigüeñal. (AutoZone, 2018)

2.5.4 Desmontaje del volante de inercia.

1.- Marcar la posición del volante de inercia respecto al cigüeñal.



Ilustración #. 103 Cubo de volante de inercia. (AutoZone, 2018)

2.- Retire los pernos de retención y retire el volante.

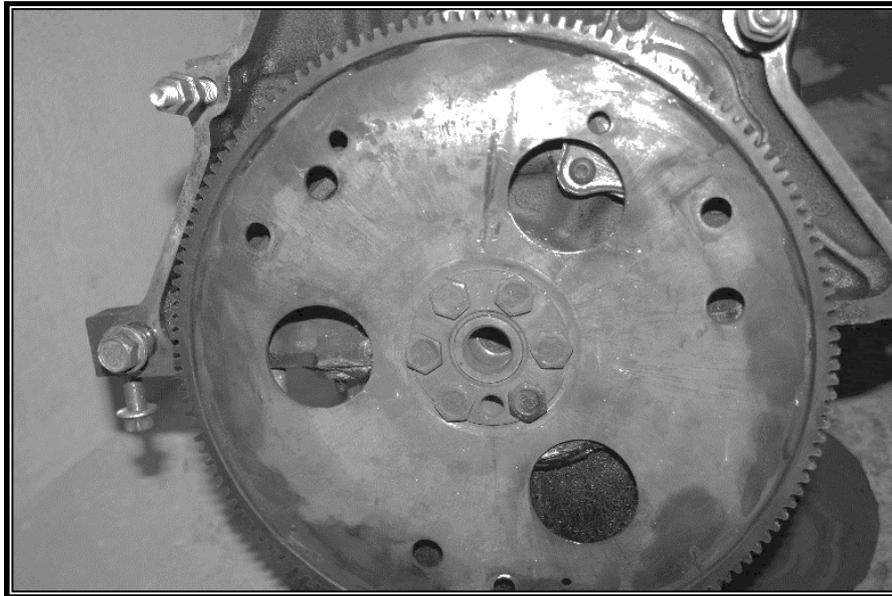


Ilustración #. 104 Volante de inercia. (AutoZone, 2018)

2.5.5 Desmontaje Carter.

1.- Desconecte y afloje el sensor de nivel de aceite que está en la parte delantera del carter.



Ilustración #. 105 Sensor de nivel de aceite, (AutoZone, 2018)

2.- Retirar el sensor de nivel de aceite.

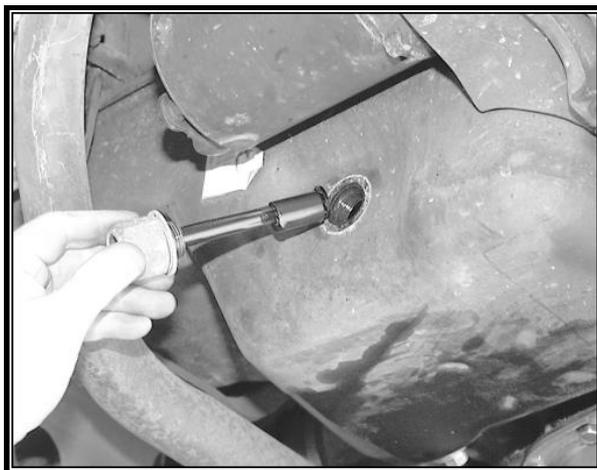


Ilustración #. 106 Extracción sensor de nivel de aceite. (AutoZone, 2018)

3.- Retire los doce pernos y dos tuercas alrededor del cárter, con un desarmador plano haga fuerza de un lado y del otro para desprender el cárter, retire la junta vieja y deechela, limpiar las superficies de contacto entre el cárter y bloque motor.

2.5.6 Desmontaje bomba de aceite.

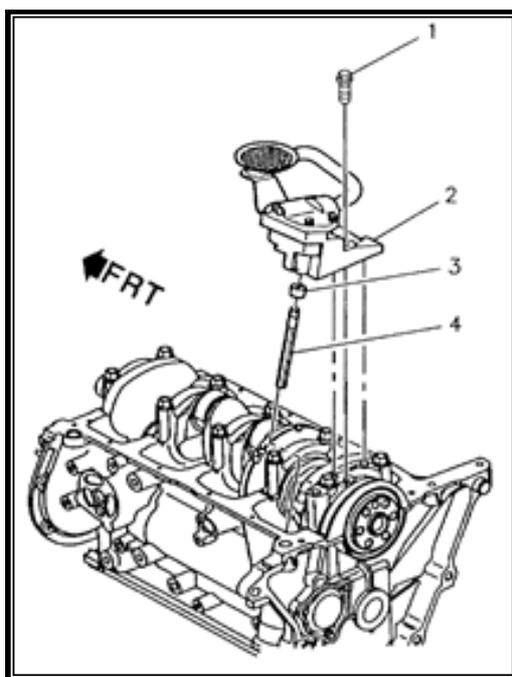


Ilustración #. 107 Par de apriete bomba de aceite. (AutoZone, 2018)

1.- Afloje el perno uno de la tapa del cojinete trasero, retire la bomba, el eje de extensión, y el retenedor.

2.5.7 Desmontaje de la distribución.

1.- Retire los nueve pernos de la tapa, las dos tuercas ya fueron liberadas en la extracción del cárter.

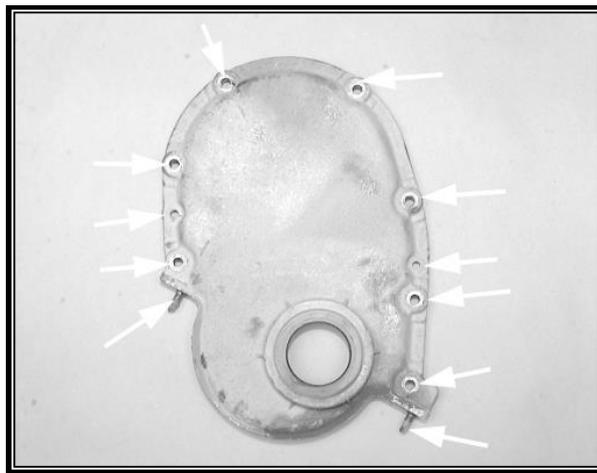


Ilustración #. 108 Tapa de la distribución. (AutoZone, 2018)

2.- Con un desarmador plano haga fuerza de un lado y del contrario para liberar el sello y quitar la tapa.

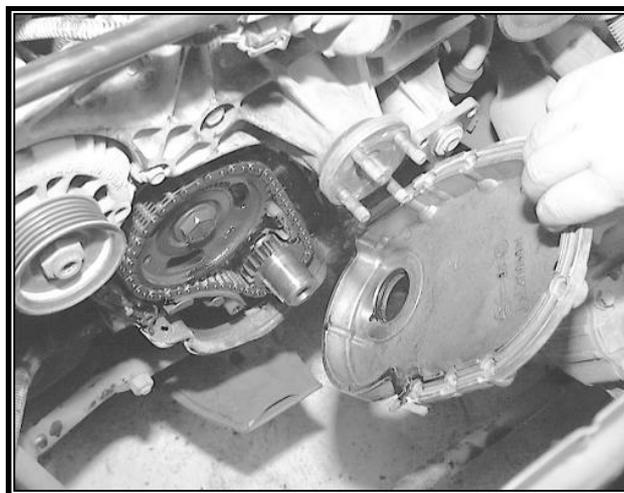


Ilustración #. 109 Extracción tapa de distribución. (AutoZone, 2018)

3.- Extraiga el sello de aceite, deséchelo y limpie la superficie.



Ilustración #. 110 Extracción sello de aceite. (AutoZone, 2018)

4.- El templador de la cadena de distribución está retenido por un perno de cabeza Torx (1) y un perno de cabeza hexagonal regular (2).

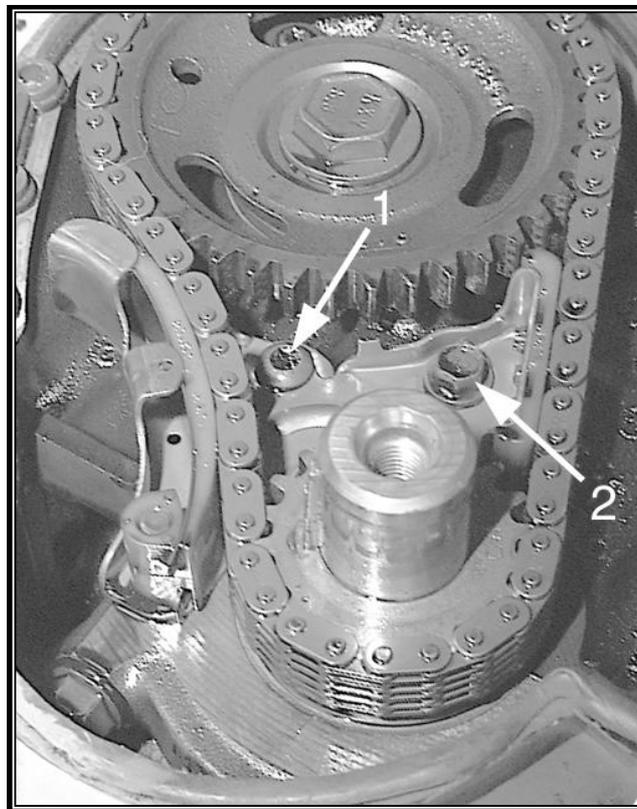


Ilustración #. 111 Pernos del templador de la cadena de distribución. (AutoZone, 2018)

5.- Afloje el perno del piñón del árbol de levas

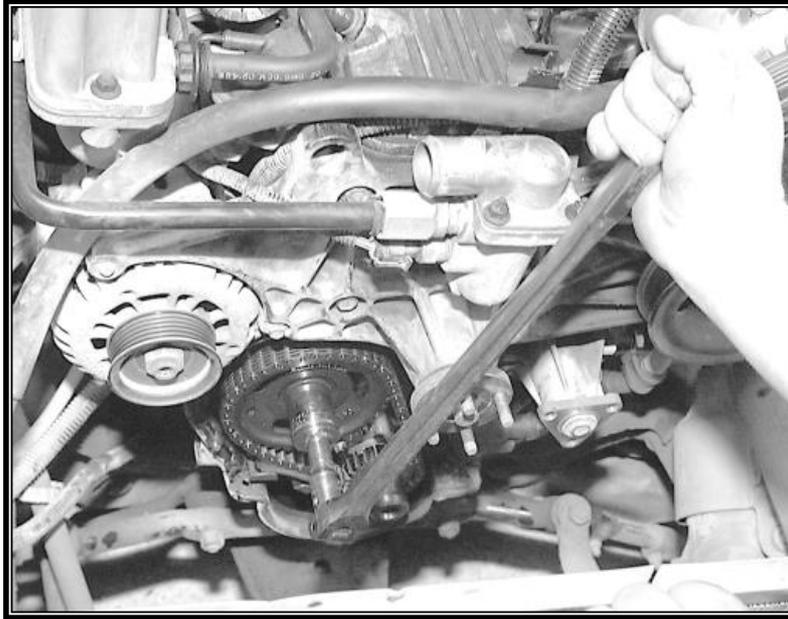


Ilustración #. 112 Rueda dentada del cigüeñal. (AutoZone, 2018)

6.- Retire la rueda dentada con la cadena de distribución al mismo tiempo.

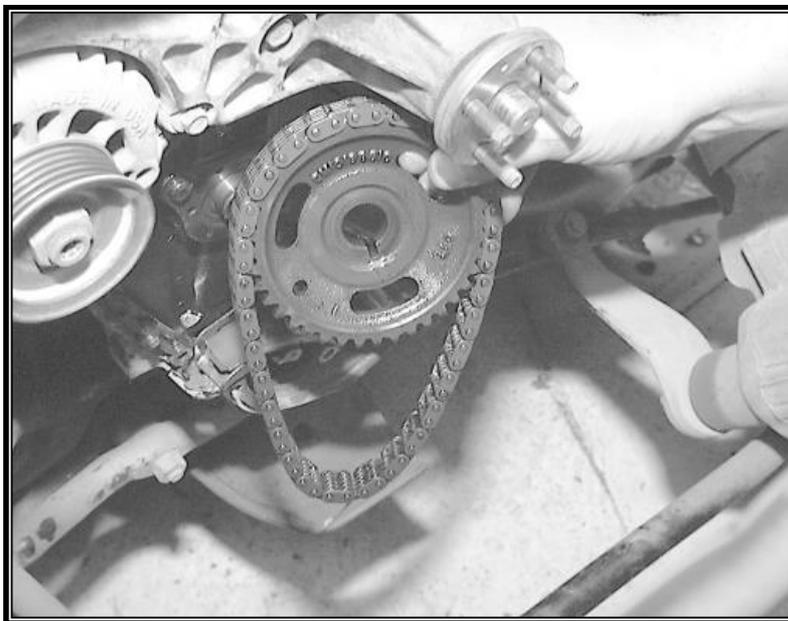


Ilustración #. 113 Rueda dentada y cadena del cigüeñal. (AutoZone, 2018)

7.- Retire el conjunto de tensores.



Ilustración #. 114 Templador cadena de distribución. (AutoZone, 2018)

8.- Deje el templador asegurado con un clavo en el pasador.

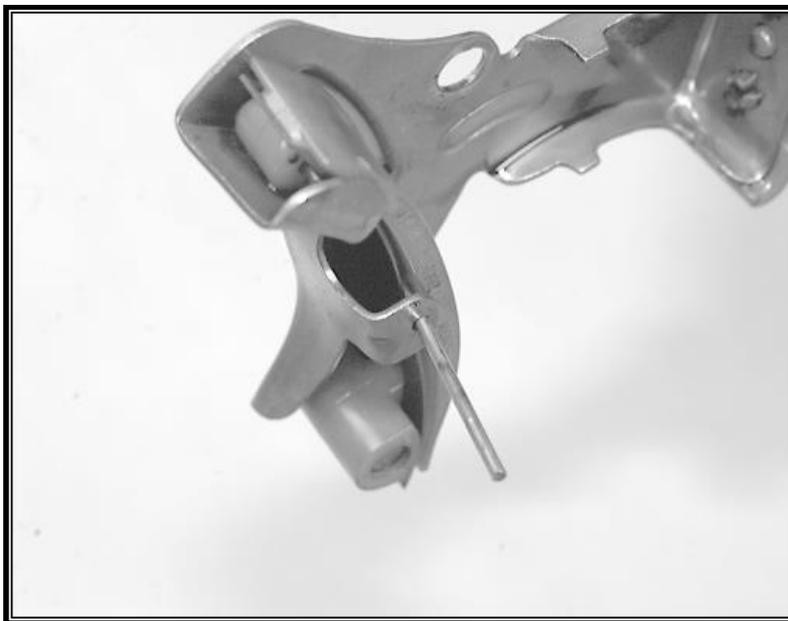


Ilustración #. 115 Templador de cadena de distribución asegurado. (AutoZone, 2018)

9.- Retire los dos pernos del plato del arbol de levas.



Ilustración #. 116 Plato del árbol de levas. (AutoZone, 2018)

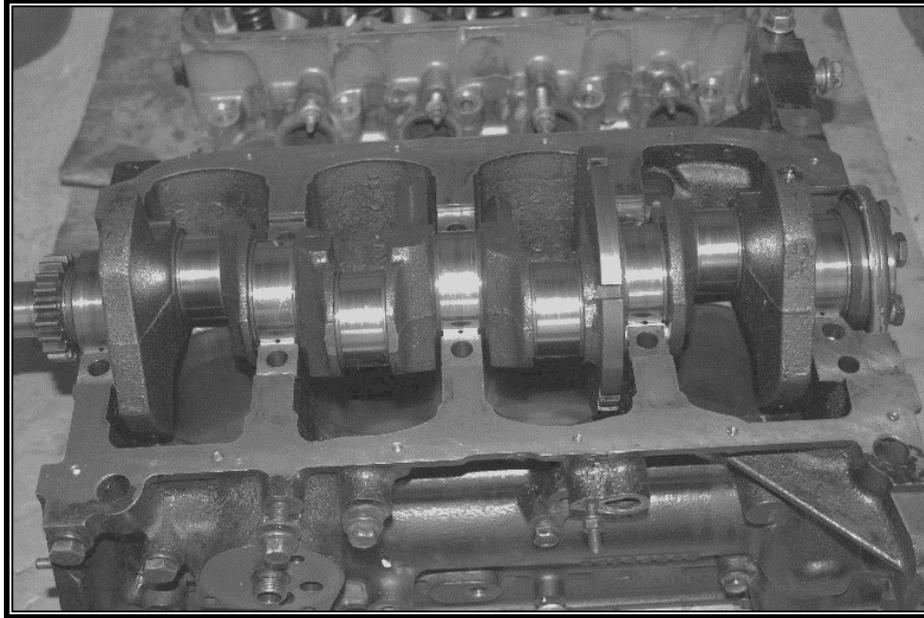
10.-Con cuidado extraiga el árbol de levas.



Ilustración #. 117 Árbol de levas. (AutoZone, 2018)

2.5.8 Desmontaje pistones, bielas y cigüeñal.

1.- Gire el motor para que el cigüeñal quede expuesto hacia arriba.



Fotografía #. 19 Bloque motor invertido. (Autor, 2009)

2.- Use un punzón numérico y marque cada biela con su respectivo número de cilindro.

El cilindro más cercano a la parte delantera del motor es siempre el número 1.

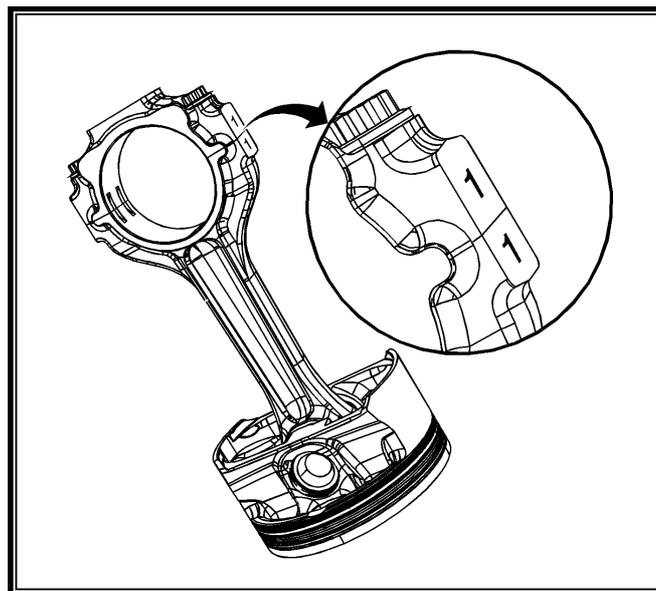
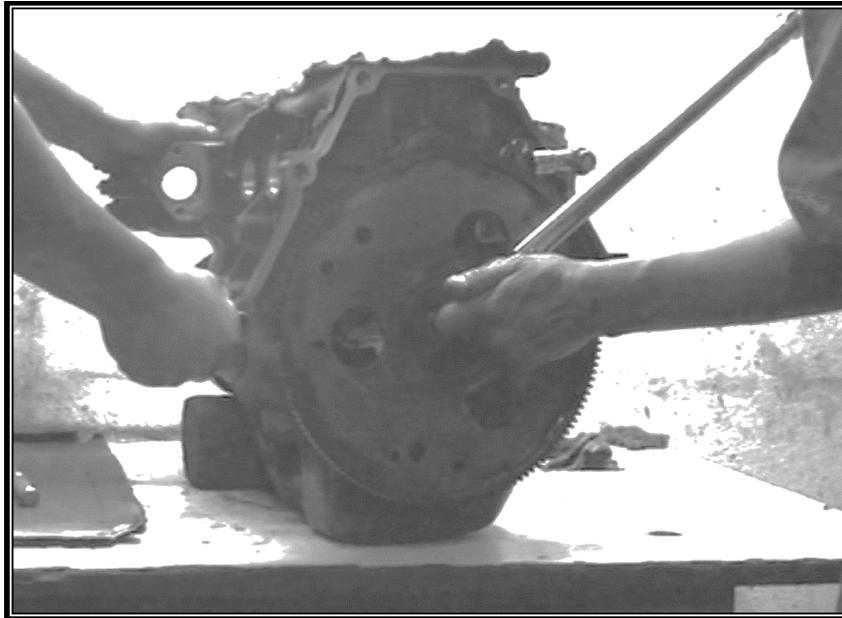


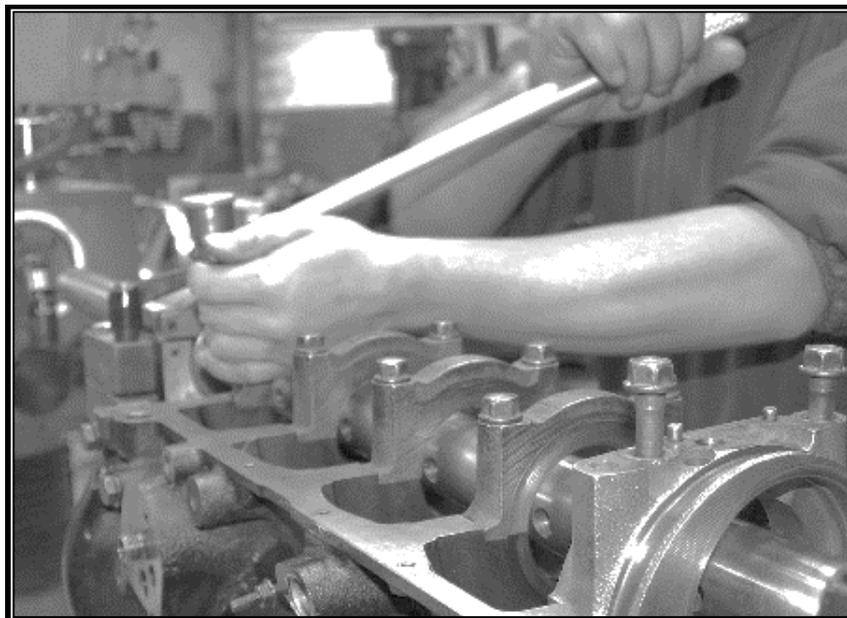
Ilustración #. 118 Marcación de bielas. (AutoyTÉCNICA, 2018)

3.- Gire el cigüeñal hasta que el pistón número uno esté en Punto Muerto Inferior, esto debería permitir el acceso máximo a su biela.



Fotografía #. 20 Bloque motor. (Autor, 2009)

4.- Retire los sujetadores y la bancada de biela número uno.



Fotografía #. 21 Bancada de cigüeñal y bielas. (Autor, 2009)

5.- Con una espiga de madera resistente y un martillo, empuje la biela hacia arriba aproximadamente 1 pulgada (25 mm) del cigüeñal y retire el inserto del cojinete superior.

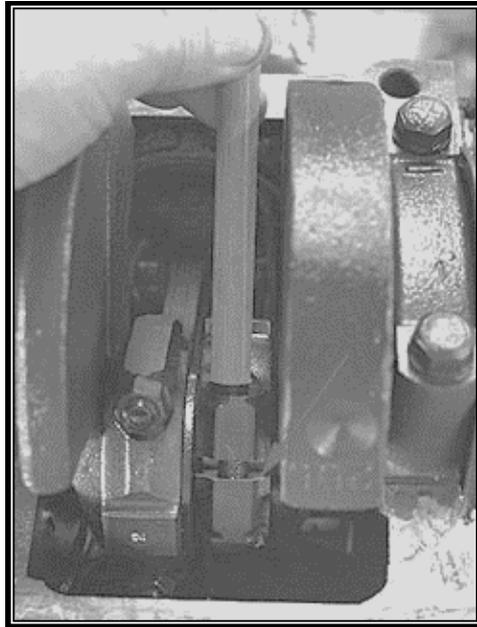


Ilustración #. 119 Extracción de biela. (The Oil Crash, 2014)

6.- Continúe empujando o golpeando la biela hasta que los anillos del pistón salgan del orificio del cilindro.



Ilustración #. 120 Extracción pistón. (The Oil Crash, 2014)

7.- Retire el pistón y la biela con la mano, vuelva a poner la bancada en la biela y apriete a mano los pernos, manteniendo siempre el mismo orden de desmontaje.

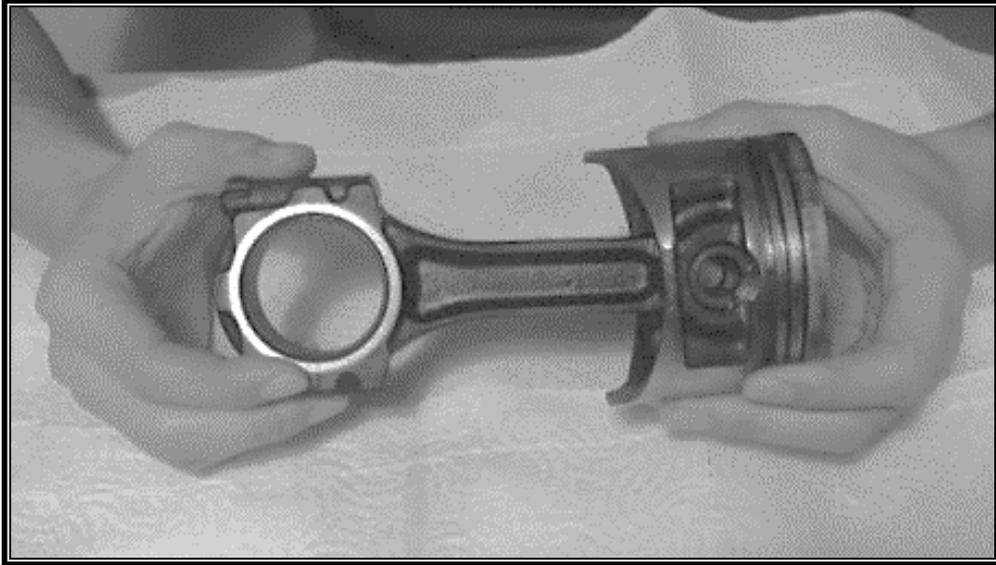


Ilustración #. 121 Juego de biela y pistón. (The Oil Crash, 2014)

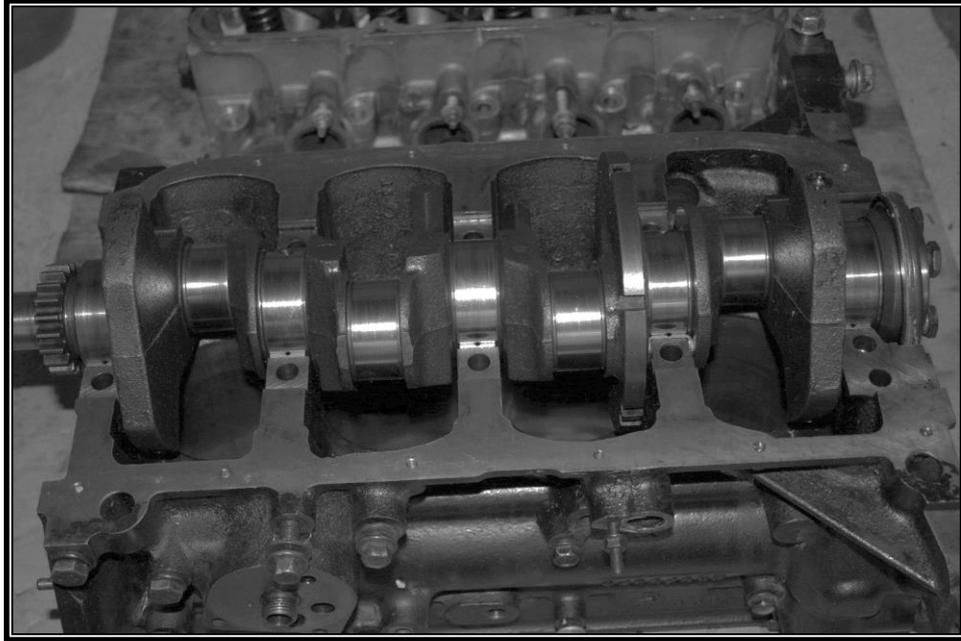
8.- Retire todos los otros conjuntos de pistón y biela de la misma manera.



Fotografía #. 22 Juego de pistones. (Autor, 2009)

9.- El único componente restante en el bloque del motor debe ser ahora el cigüeñal.

Afloje las bancadas de cigüeñal de manera uniforme hasta que los pernos se puedan girar con la mano, luego retírelos y también las bancadas.



Fotografía #. 23 Bloque motor y cigüeñal. (Autor, 2009)

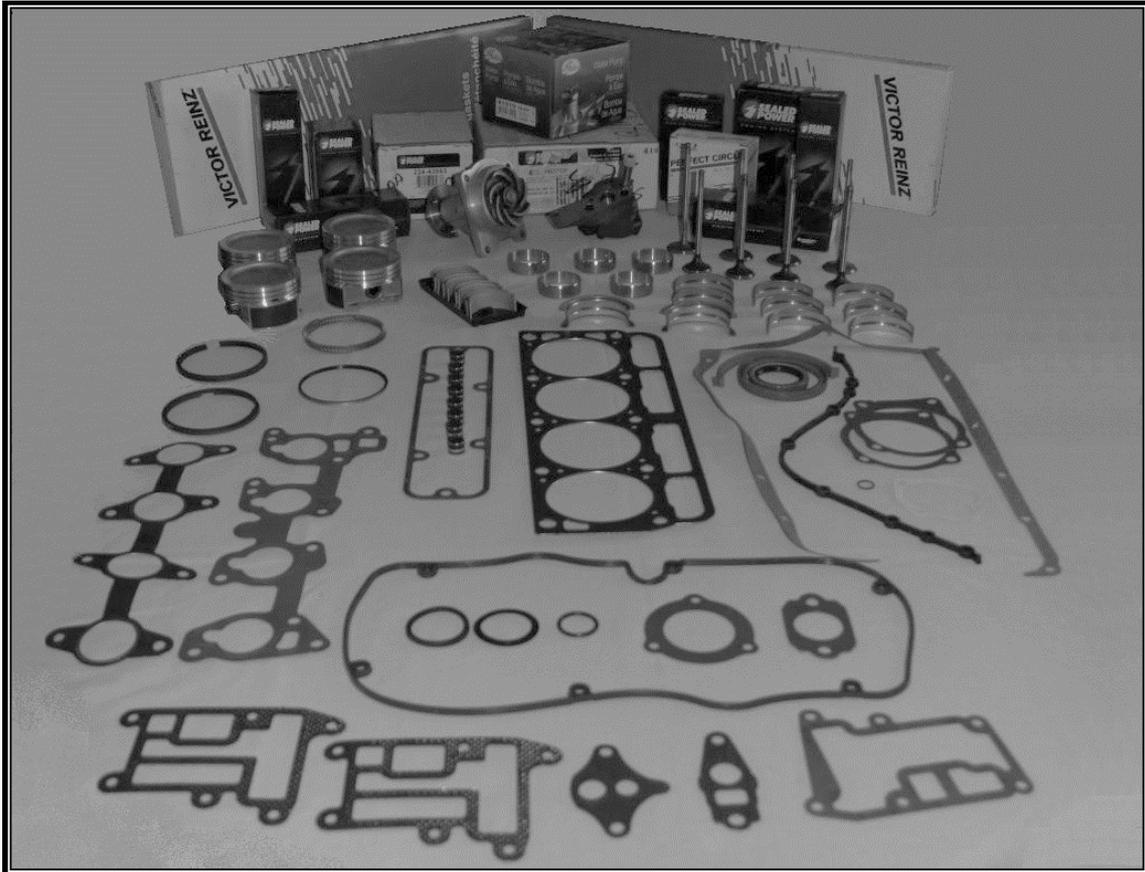
10.- Retire el cigüeñal del bloque motor y marque cada bancada y sus chavetas respectivamente. Limpie a fondo todos los componentes.



Fotografía #. 24 Juego de chaquetas de bancada. (Autor, 2009)

2.6 Reacondicionamiento de motor.

Para el reacondicionamiento del motor Chevy Cavalier 2.2L OHV recurrimos a los servicios de la Rectificadora Ecuador, ubicada en el Pasaje Luis Marina Oe3-0 y Av. De la Prensa.



Fotografía #. 25 Repuestos para la reparación. (Autor, 2009)

A la hora de determinar que un motor necesita una reconstrucción, debemos tomar en cuenta algunas decisiones. La cuestión es, si vale la pena o no reconstruir un motor. En gran medida es una cuestión subjetiva y de valor personal. ¿Es el motor uno de los más populares, o es un modelo obsoleto? ¿Hay partes disponibles? ¿Obtendrá un rendimiento de combustible aceptable una vez que se reconstruya? O sería más sencillo y menos costoso comprar otro automóvil. Si ha considerado todos estos asuntos y más, entonces es el momento de decidir cómo lo reconstruiremos.

Una reconstrucción completa de un motor implica reemplazar las piezas móviles en desgaste (pistones, rines, cojinetes, bomba de aceite, válvulas, etc.) por nuevas y mecanizar las superficies fijas del bloque y cabezote.

Entonces podemos reemplazar todo lo que está dentro del motor, pero es más inteligente reemplazar solo las partes que realmente se necesitan y, si es posible, reparar las más caras.

Ahora que el bloque del motor y todos sus componentes están desarmados y limpios, es hora de medirlos para saber cuál será el margen de rectificación.

El método ideal para reconstruir el cabezote o culata es reemplazar todas las válvulas, guías, asientos, resortes, etc. por otros nuevos. Sin embargo, dependiendo de cómo se mantuvo el estado de nuestro motor, esto no es necesario completamente.

Al recibirnos el motor, rápidamente y debido a sus 15 años de experiencia lo desarma íntegramente.

Debido a la medida del daño más notorio visualmente en el cilindro número tres y del desgaste en las superficies de bancada y biela del cigüeñal se recomienda avanzar de la siguiente manera:

Pistones	+20
Rines	+20
Cojinete de Bancada	+10
Cojinete de Biela	+10

Tabla #. 3 Medida de repuestos de compra. (Autor, 2018)

Para un mejor cierre de la cámara de combustión también recomienda el cambio de válvulas tanto de escape como de admisión, no use válvulas que muestren diferencias de color en el vástago. Esto normalmente es causado por demasiado calor entre el vástago y la guía, por fuga en las válvulas de escape, o por sobre carga del motor. El árbol de levas no presenta mayor desgaste por consiguiente recomienda solo el cambio de sus bujes así como también los sellos de las válvulas.

2.6.1 Reacondicionamiento cabezote o culata.

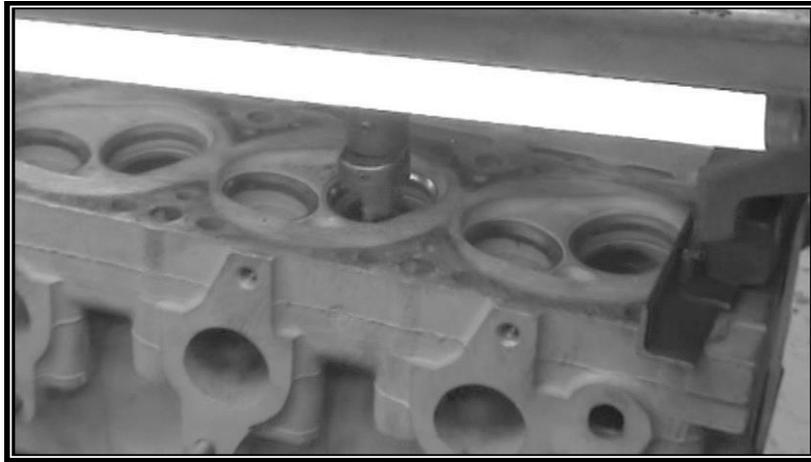


Fotografía #. 26 Rectificando el asiento de válvulas. (Autor, 2009)

1.-La primera etapa a la que el cabezote se enfrenta es la rectificación del ángulo del asiento de válvulas.

Uno a uno los asientos de las válvulas son rectificadas, claramente podemos observar en la siguiente imagen el brillo que produce la base donde se asentará la válvula ya rectificadas (45°) en relación a lo opaco que se encuentran los que aún no están rectificadas.

Ya en la fresa, se ha retirado 1,2 mm de superficie y que más adelante vendrá la etapa de pulido donde se logra un asentamiento hermético entre la válvula y el cabezote.



Fotografía #. 27 Rectificación de asientos de válvulas. (Autor, 2009)

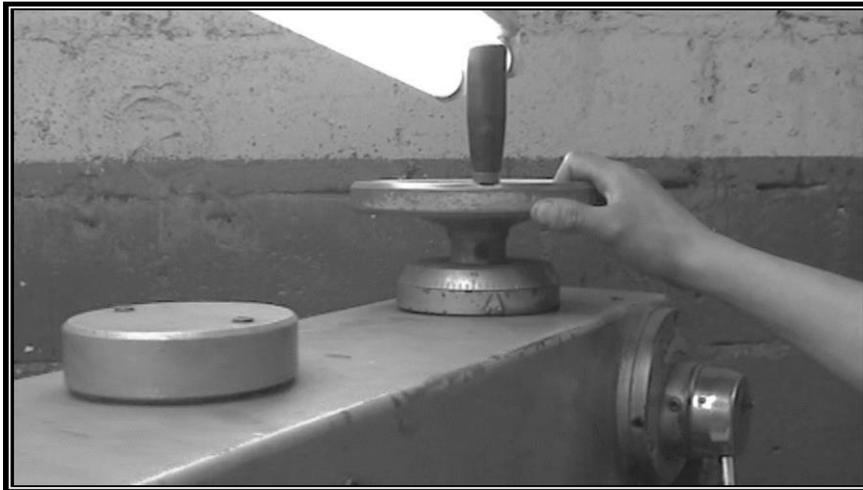
Este cierre está afectado en gran parte por la alineación de la guía de la válvula. El vástago no debe dar más de 0.025 mm por debajo del área sin uso del vástago de la válvula, de tal manera que es necesario el cambio de las mismas.

2.- A continuación podemos observar la muela de la rectificadora, la que se va a encargar de cepillar el cabezote como más común se lo llama, no es más que un esmeril de precisión cabe mencionar muy grande pero que tiene regulación en el desbaste.



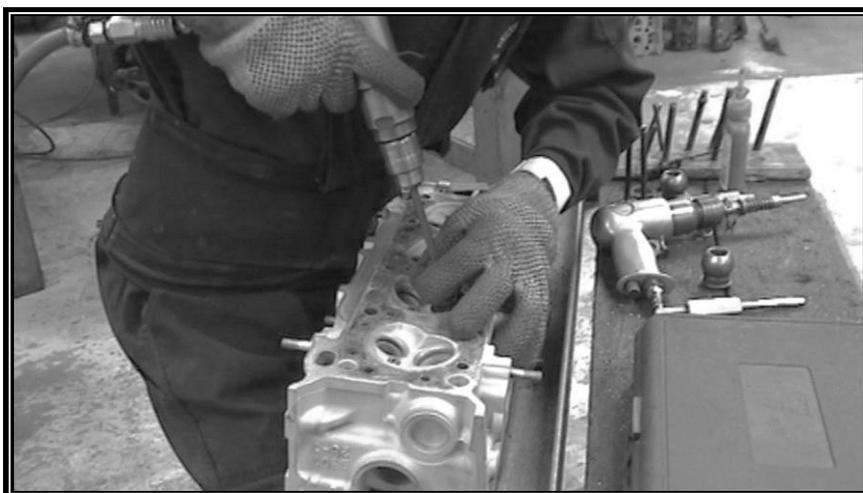
Fotografía #. 28 Rectificadora de cabezote. (Autor, 2009)

La máquina tiene dicha regulación en la parte superior en donde por medio de una manivela regula la cantidad de espacio que va bajando la muela, cada raya equivale a tres milésimas, quiere decir que la apreciación de la cepilladura es de tres milésimas, en el caso de nuestro motor se pulirá nueve milésimas.



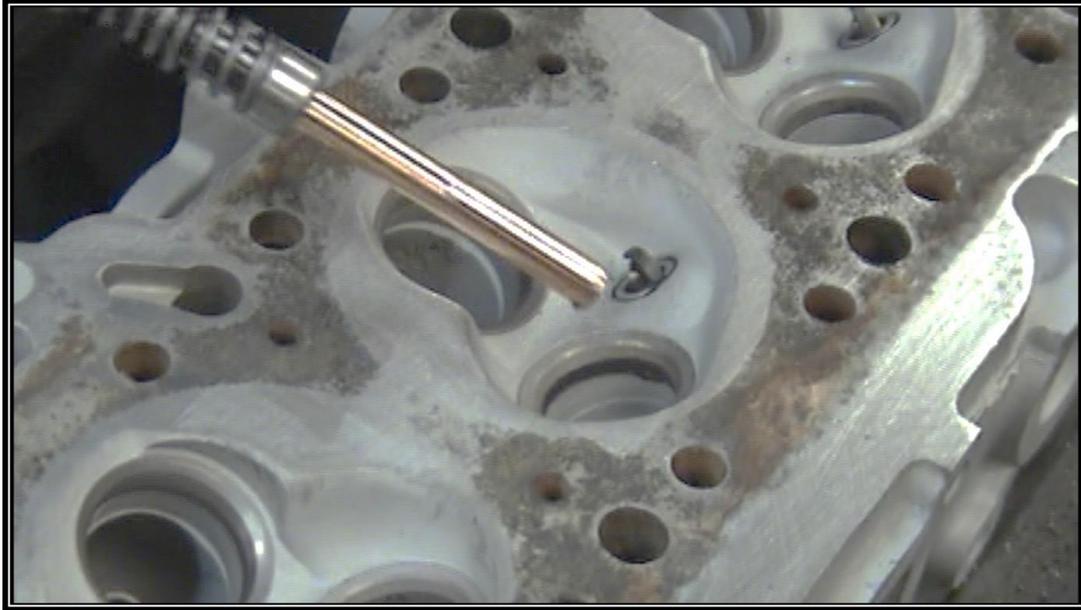
Fotografía #. 29 Regulación de la rectificación del cabezote. (Autor, 2009)

3.- Una vez que el cabezote esta cepillado regresa al proceso de cambio de guías de válvulas, en este proceso primero retira la guía vieja por medio de una broca larga con una guía para permanecer centrada y así no dañar o llegar a la superficie del cabezote.



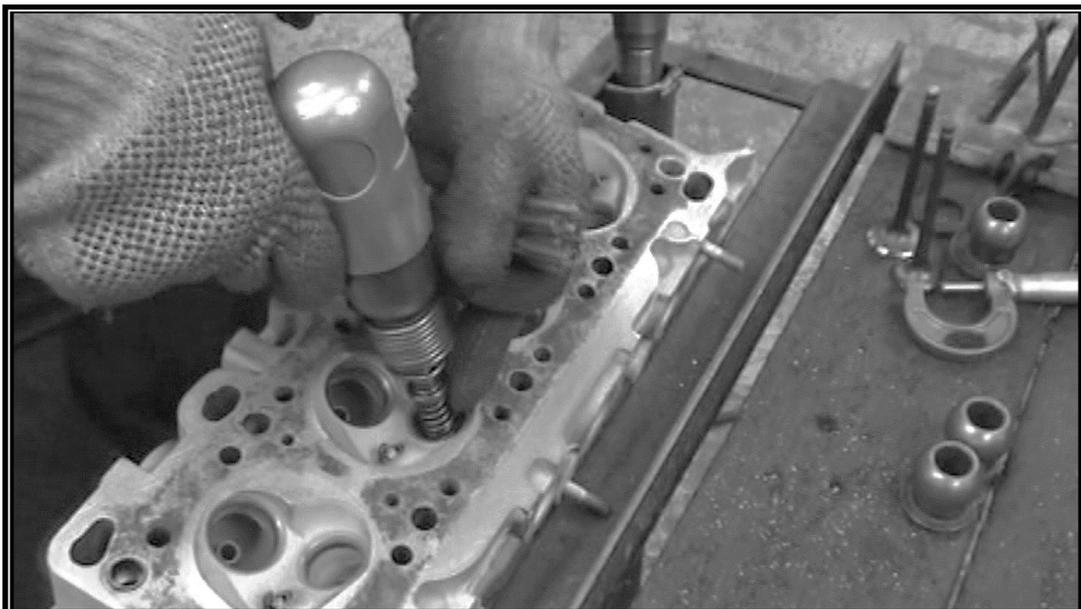
Fotografía #. 30 Cambio de guías de válvulas. (Autor, 2009)

Luego con la ayuda de un pequeño martillo hidráulico se introduce la nueva guía de válvula en cada orificio de siete milímetros de diámetro.



Fotografía #. 31 Guía de válvulas nueva. (Autor, 2009)

Una vez ya instalados debemos desbastar el excedente con una muela desde el lado de los balancines para que los sellos no tengan inconveniente en el ingreso al cabezote.



Fotografía #. 32 Desbaste de guías de válvulas. (Autor, 2009)

4.- Una vez instaladas las nuevas guías de válvula es momento de pulir el asentamiento de las válvulas, en este proceso utiliza un compuesto para esmerilaje de válvulas 34B de Permatex en base de agua.



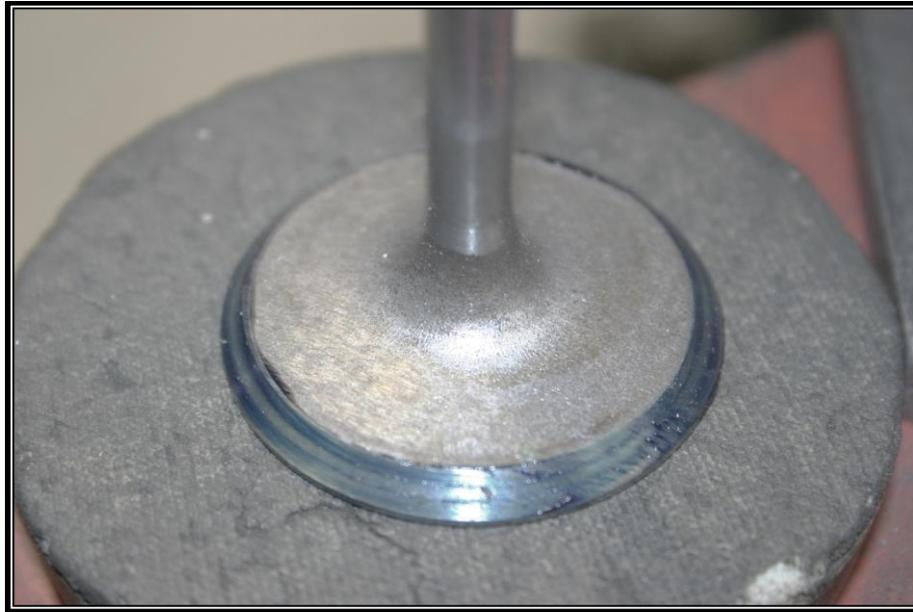
Fotografía #. 33 Pasta esmeriladora Permatex 34B. (Autor, 2009)

Por medio de una manguera insertada al vástago de la válvula gira para que frotando contra el asiento del cabezote lograr una máxima área de contacto.



Fotografía #. 34 Asentamiento de válvulas. (Autor, 2009)

A continuación podemos observar la marca que produce el azul de Prusia en el asentamiento de la válvula antes del pulido.



Fotografía #. 35 Válvula antes del pulido. (Autor, 2009)

Y a continuación podemos observar la marca que produce el azul de Prusia en el asentamiento de la válvula después del pulido.



Fotografía #. 36 Válvula después del pulido, (Autor, 2009)

5.- Una vez que se ha pulido los asientos de válvula el cabezote pasa por un chorro de arena para limpiarlo íntegramente.



Fotografía #. 37 Limpieza cabezote. (Autor, 2009)

Una vez limpio se lo inclina horizontalmente para seguir con el proceso de ensamble.



Fotografía #. 38 Cabezote limpio. (Autor, 2009)

6.- Es tiempo ya de la instalación de los sellos de válvulas



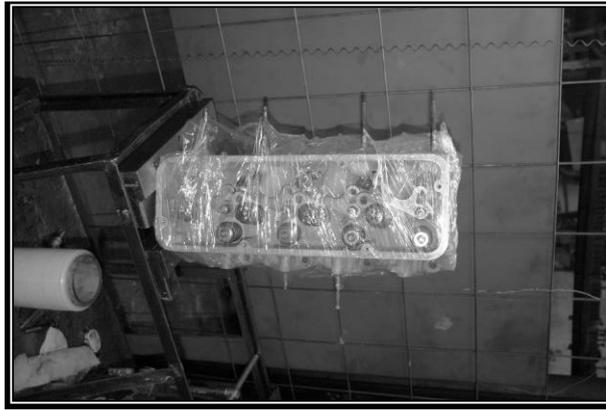
Fotografía #. 39 Instalación de sellos. (Autor, 2009)

7.-Y se procede a armar el conjunto de muelle, reten, cazoleta de fijación y semiconos.



Fotografía #. 40 Montaje de muelles de cabezote. (Autor, 2009)

8.- Una vez completado el proceso de reacondicionamiento del cabezote, este es empacado y listo para enviarlo al taller mecánico.



Fotografía #. 41 Cabezote listo para envió a taller. (Autor, 2009)

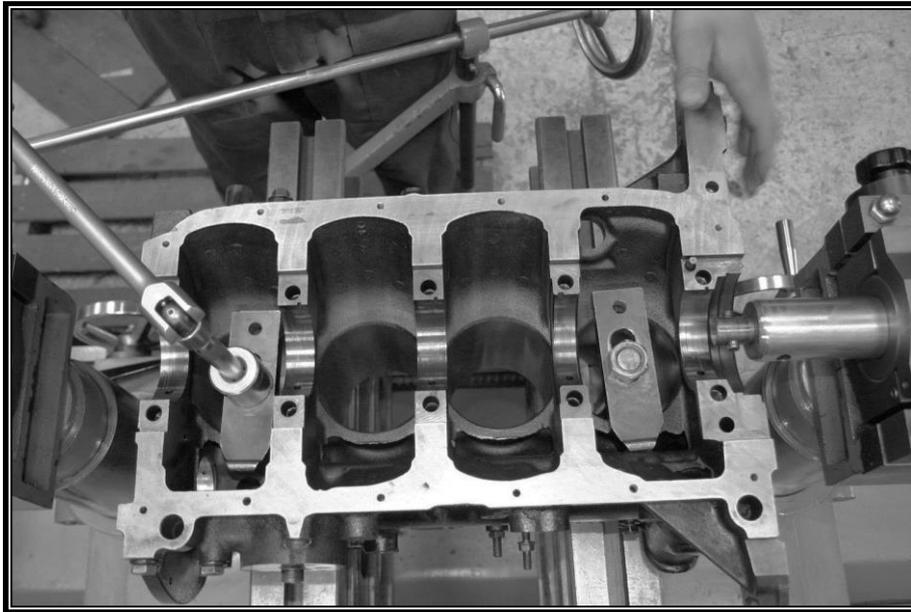
2.6.2 Reacondicionamiento bloque motor.

1.- El técnico luego verifica la centralidad del túnel de bancada del bloque motor, para este proceso utiliza una regla metálica de comprobación de planicie muy gruesa que no cede a la deformación para expandir azul de Prusia por toda la superficie de bancada, y confirmar si la centralidad es perfecta. Como podemos observar en las superficies de bancada uno y cinco del lado del volante existen lugares en donde el azul de Prusia no llego, el técnico recomienda la rectificación del túnel de bancada.



Fotografía #. 42 Medición del túnel de bancada del bloque motor. (Autor, 2009)

3.- El técnico fija bien el bloque motor a la superficie de trabajo del torno.



Fotografía #. 45 Ajuste del bloque motor al torno rectificador de túnel de bancada. (Autor, 2009)

4.- Luego se encarga de armar toda la bancada del cigüeñal a 60 lb y centra el eje de la punta de desbaste a través del túnel de bancada.



Fotografía #. 46 Ajuste de bancadas. (Autor, 2009)

5.- Una vez centrado el eje, regula la salida de la muela que rectificará los diámetros de los cojinetes de bancada a 76,01mm y empieza el proceso.



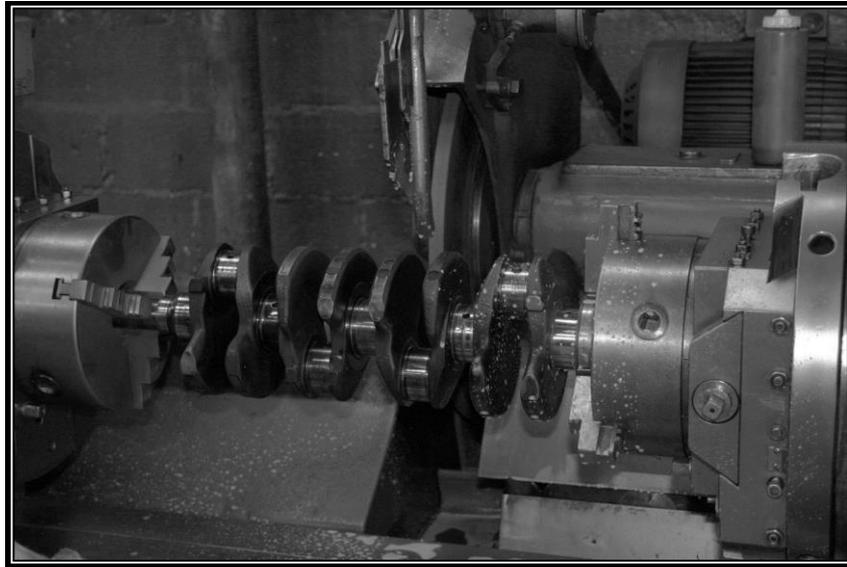
Fotografía #. 47 Medida de la regulación de la muela de rectificado. (Autor, 2009)

6.- El técnico empieza de esta manera con la rectificación del túnel de bancada.



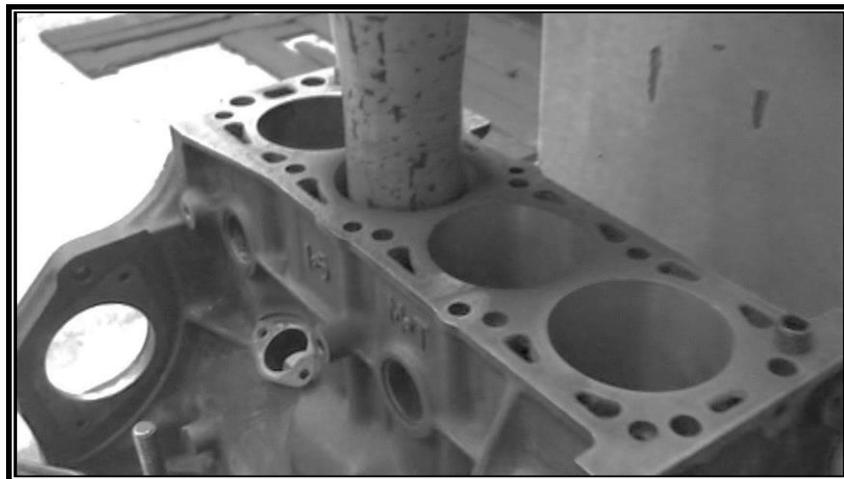
Fotografía #. 48 Rectificación de bancada uno. (Autor, 2009)

7.- Por otra parte el técnico cigüeñalero se encarga de la rectificación del cigüeñal dejándolo + 10 en bancada y biela.



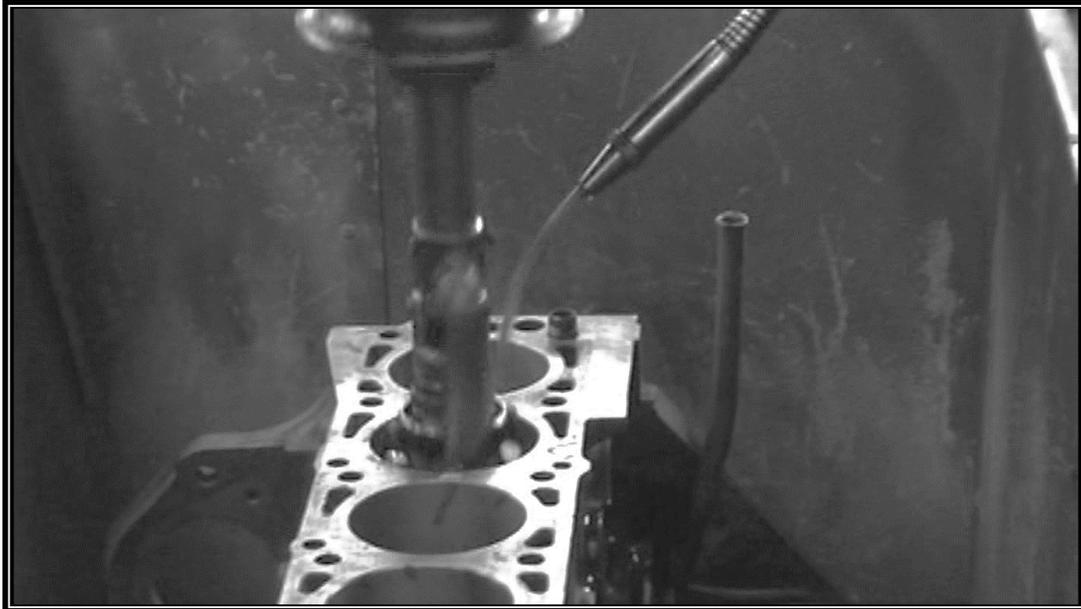
Fotografía #. 49 Rectificación cigüeñal. (Autor, 2009)

8.- Mientras tanto el bloque motor pasa al área de rectificación de cilindros, la medida original del diámetro de fábrica de los cilindros del motor del Cavalier 2,2 es de 89mm y que la rectificación los dejara 89.015 mm. Con este grado de rectificación se remedia el daño apreciable visualmente en el cilindro número uno.



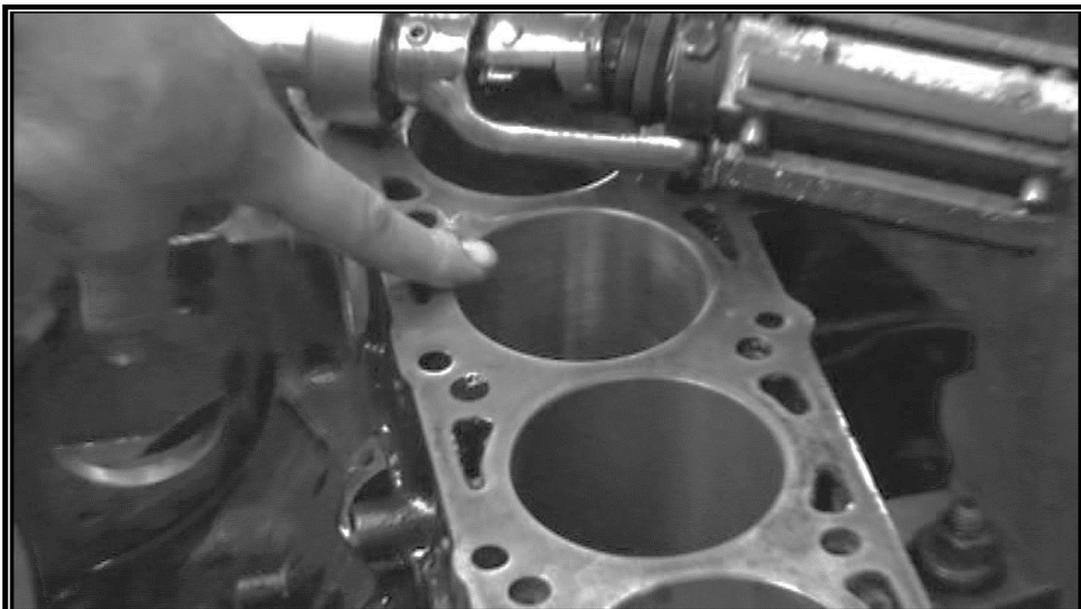
Fotografía #. 50 Rectificación cilindros. (Autor, 2009)

9.- Una vez rectificando los cilindros, pasa a pulirlos para primero obtener un diámetro de 89.2 mm es decir +20 y luego para dar un ángulo de 60° a las líneas de pulido, para conseguir esto la máquina de pulido entra y sale mientras gira.



Fotografía #. 51 Pulido de cilindros. (Autor, 2009)

Este cruce de las líneas de pulido provee una lubricación adecuada de los cilindros.



Fotografía #. 52 Bruñido de cilindros. (Autor, 2009)

10.- La luz de juego entre las paredes de los cilindros y las de los pistones queda en 0,03mm, de esta manera el pistón no golpeará ni producirá fricción contra las paredes del cilindro prolongando su vida útil. A continuación una vista de los cilindros pulidos y listos para el ensamble.



Fotografía #. 53 Cilindros de bloque motor pulidos. (Autor, 2009)

2.7 Proceso de Armado de motor.

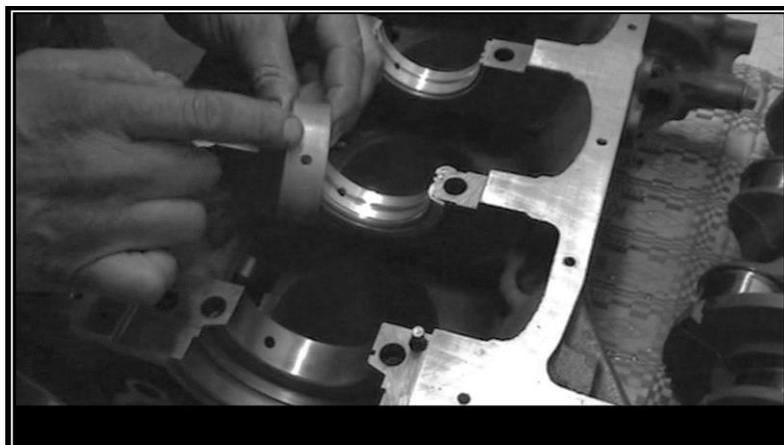
2.7.1 Comprobación de luz de lubricación en bancada de

1.- Una vez que todos los componentes del motor han sido rectificados el técnico arma el conjunto de bloque motor-cigüeñal y cigüeñal-bielas para confirmar la luz de lubricación que fluirá por las superficies en contacto, el torque de ajuste de fábrica para bancada 55lb y biela 30lb es correcto.



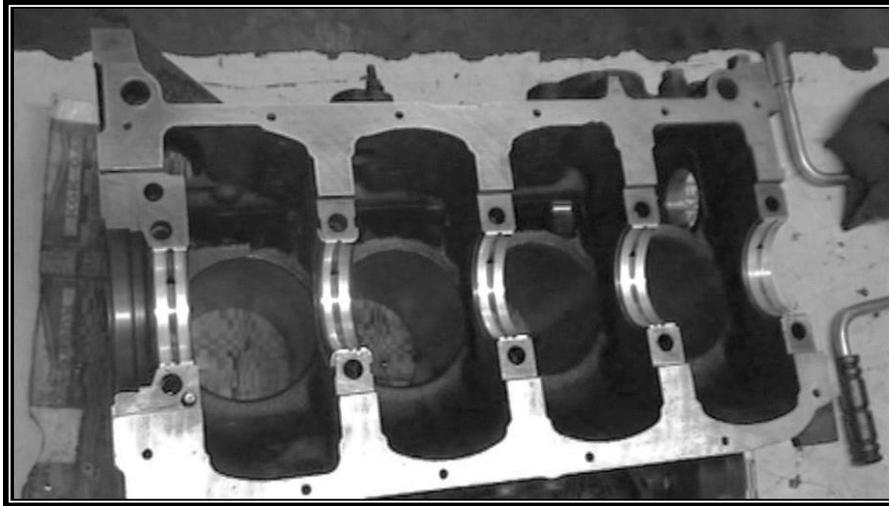
Fotografía #. 54 Torque recomendado por rectificadora. (Autor, 2009)

2.- Muy limpio y sin lubricante se procede a instar las chaquetas de bancada en el bloque motor, observando que el agujero de lubricación coincida en las dos partes.



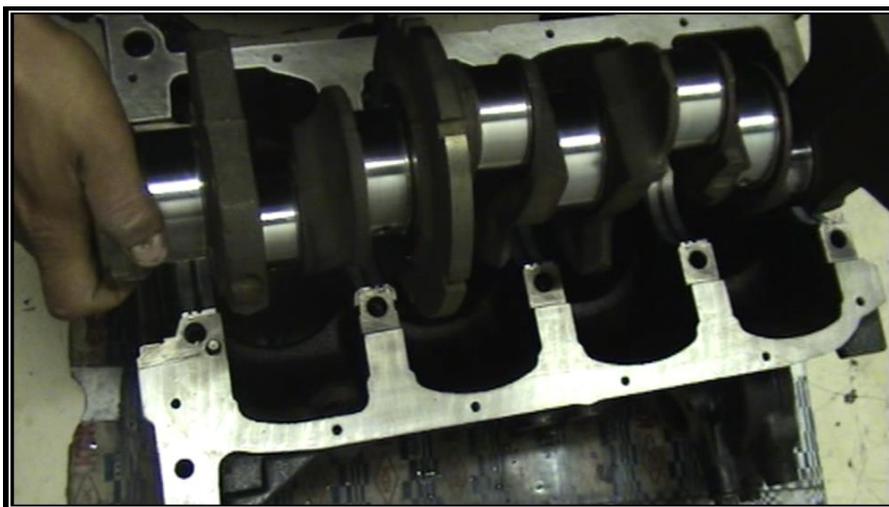
Fotografía #. 55 Instalación de chaquetas de bancada. (Autor, 2009)

3.- Una vez instaladas las chaquetas de bancada deben quedar de la siguiente manera, conservando el agujero de lubricación en el mismo sentido en todas las chaquetas y haciéndolo coincidir con el agujero de lubricación del bloque motor.



Fotografía #. 56 Bloque motor con las chaquetas de bancada. (Autor, 2009)

4.- Luego con mucho cuidado para no deformar las superficies rectificadas asentamos el cigüeñal en el bloque motor, fijándonos que tenga la orientación correcta con el cubo del piñón de la distribución.



Fotografía #. 57 Asentamiento del cigüeñal en bloque motor. (Autor, 2009)

5.- El mismo proceso del numeral 2 efectuamos en las tapas de bancada pero en este caso verificando que el destaje de bloqueo del cojinete coincida con el instalado en el bloque motor.



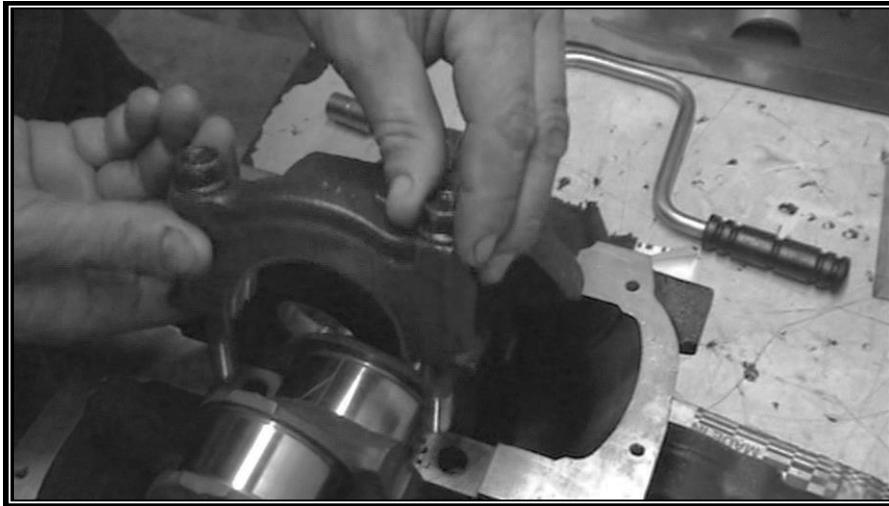
Fotografía #. 58 Instalación de chaquetas en biela. (Autor, 2009)

6.- Confirmamos que el destaje de bloque en el lado bloque motor quede del mismo lado para que coincida con el de la tapa. De esta manera se impedimos que la chaqueta gire con el movimiento producido por el cigüeñal.



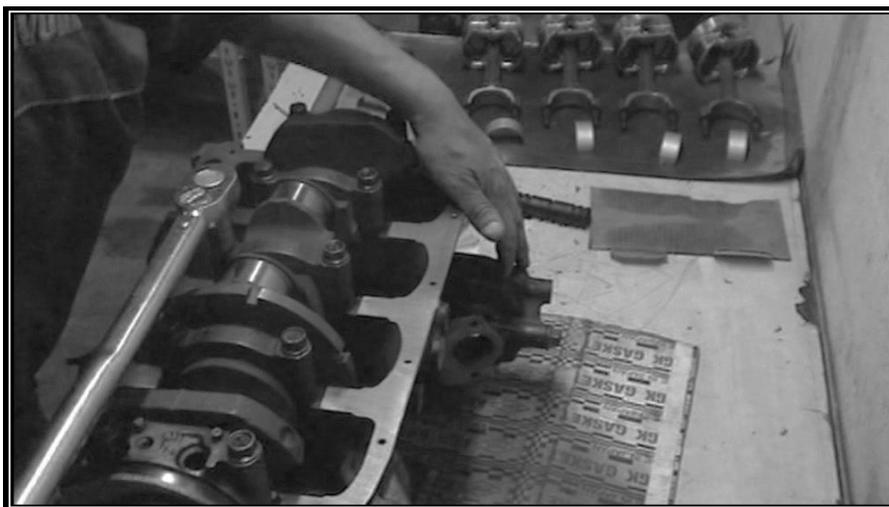
Fotografía #. 59 Correcta posición de la chaqueta de bancada. (Autor, 2009)

7.- Para esta comprobación el técnico pone una parte de Plastigage sobre el cigüeñal e instala la tapa de bancada.



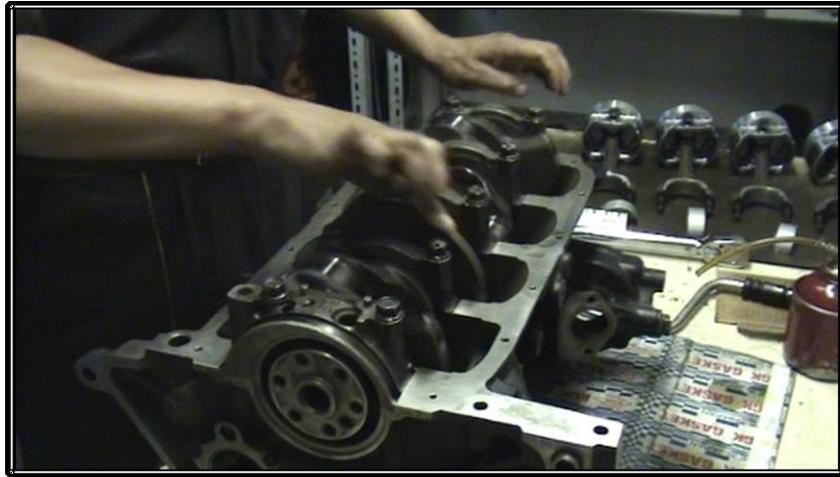
Fotografía #. 60 Instalación tapa de bancada. (Autor, 2009)

8.- Luego repite este proceso en cada una de las bancadas. Con mucho cuidado instala las tapas de bancada para no lastimar las superficies rectificadas del cigüeñal y realiza el ajuste de los pernos calibrando el torquímetro en 55 lb, Cabe destacar que este es el torque que la rectificadora recomienda para conservar la luz de lubricación apropiada.



Fotografía #. 61 Ajuste de las tapas de bancada. (Autor, 2009)

9.- El cigüeñal debe girar sin ningún esfuerzo, basta con un la fuerza ejercida por un dedo para que complete una vuelta sin dificultad.



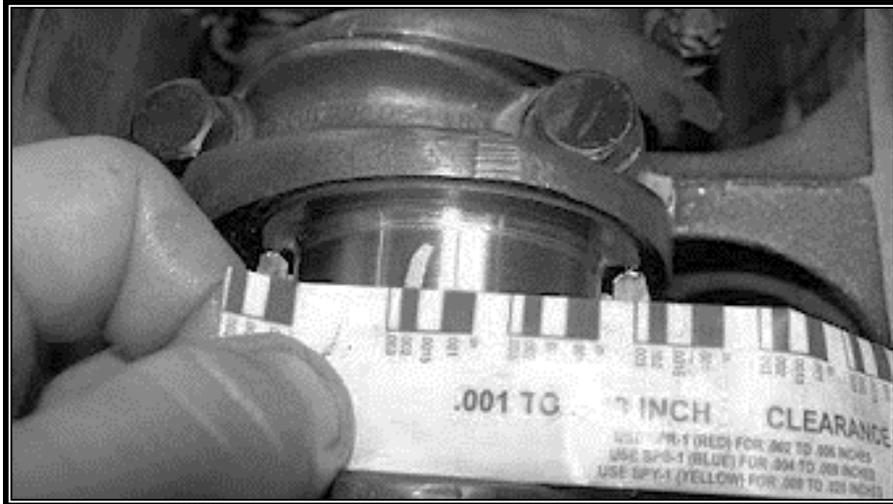
Fotografía #. 62 Comprobación de giro del cigüeñal en el bloque motor. (Autor, 2009)

10.- Para la comprobación de ajuste de las bancadas de biela no armaremos el conjunto de rines en el pistón aun, ya que es una comprobación de ajuste nada más. Giramos al bloque motor y lo apoyamos sobre el lado que va el volante de inercia e introducimos el pistón con su conjunto de biela en el cilindro uno, lo propio hacemos en el cilindro cuatro y ajustamos las tapas de biela con el torquímetro a 30 lb. Giramos 180° el cigüeñal y hacemos lo propio pero en los cilindros dos y tres.



Fotografía #. 63 Bloque motor instalado los pistones uno y cuatro. (Autor, 2009)

11.- Una vez completado este proceso es hora de desarmar el conjunto de bancada de biela para revisar la luz que nos dejó el Plastigage, encontrando que la luz es de 0,050mm se encuentra dentro de lo ideal, es decir que el ajuste (30Lb) es correcto.



Fotografía #. 64 Expansión de Plastigage en bancada de biela. (Autor, 2009)

12.- Al desarmar el conjunto bloque motor-cigüeñal, el técnico compara la marca expandida por la presión de las 55 lb de presión de ajuste dejada por el Plastigage con la plantilla del empaque del mismo encontrando que la luz es de 0.038mm y se encuentra dentro de la tolerancia apropiada.



Fotografía #. 65 Expansión de Plastigage en chaqueta de bancada. (Autor, 2009)

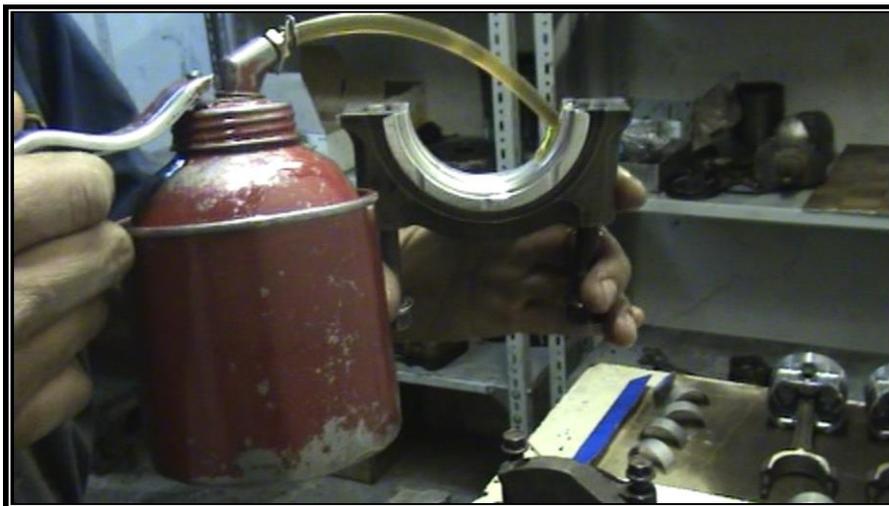
2.7.2 Armado de motor.

1.- Para el armado del motor debe estar muy limpio y esta vez con lubricante se procede a instar las chaquetas de bancada en el bloque motor, observando que el agujero de lubricación coincida en las dos partes.



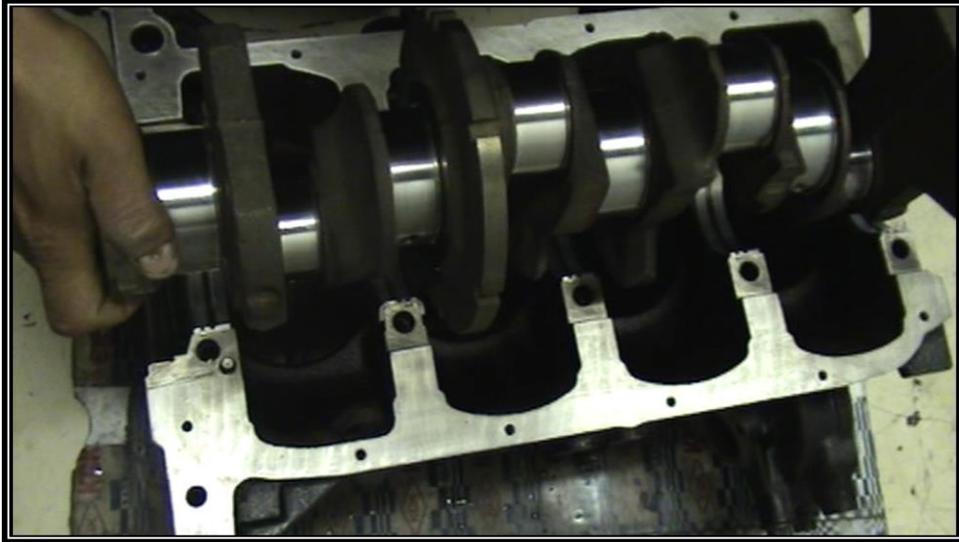
Fotografía #. 66 Instalación de chaquetas de bancada. (Autor, 2009)

2.- Lo propio hacemos en las tapas de bancada.



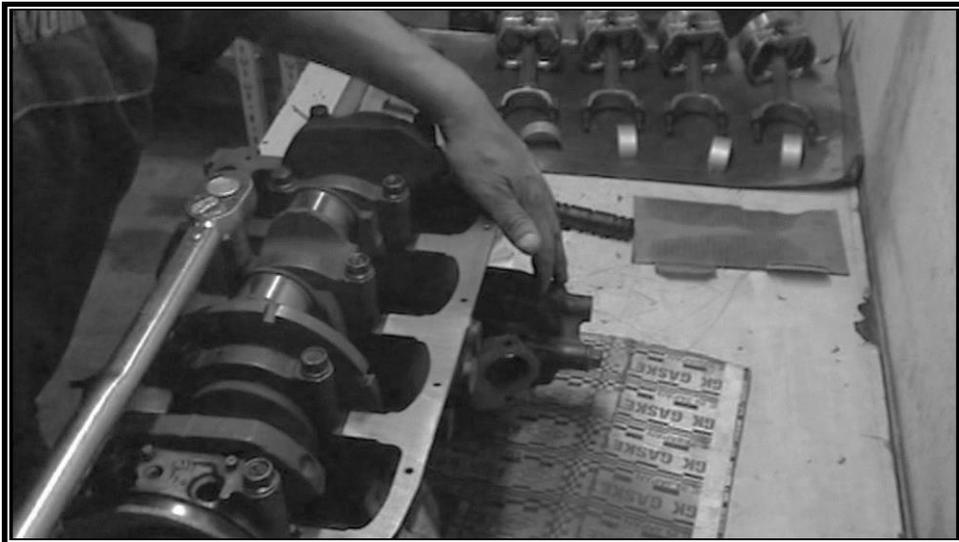
Fotografía #. 67 Instalación de tapas de bancada. (Autor, 2009)

3.- Con cuidado asentamos el cigüeñal en el bloque motor, fijándonos que tenga la orientación correcta con el cubo del piñón de la distribución.



Fotografía #. 68 Asentamiento del cigüeñal lubricado en bloque motor lubricado. (Autor, 2009)

4.- Con mucho cuidado instala las tapas de bancada para no lastimar las superficies rectificadas del cigüeñal y realiza el ajuste de los pernos calibrando el torquímetro en 55 lb.



Fotografía #. 69 Torque de bancadas de cigüeñal. (Autor, 2009)

5.- Giramos al bloque motor y lo apoyamos sobre el lado que va el volante de inercia



Fotografía #. 70 Bloque motor instalación pistones lubricados uno y cuatro. (Autor, 2009)

6.- Armamos el conjunto de rines en el cilindro dejando 120° de separación entre las uniones de los mismos. Esta medida evitara que la compresión del cilindro fugue en menor proporción.



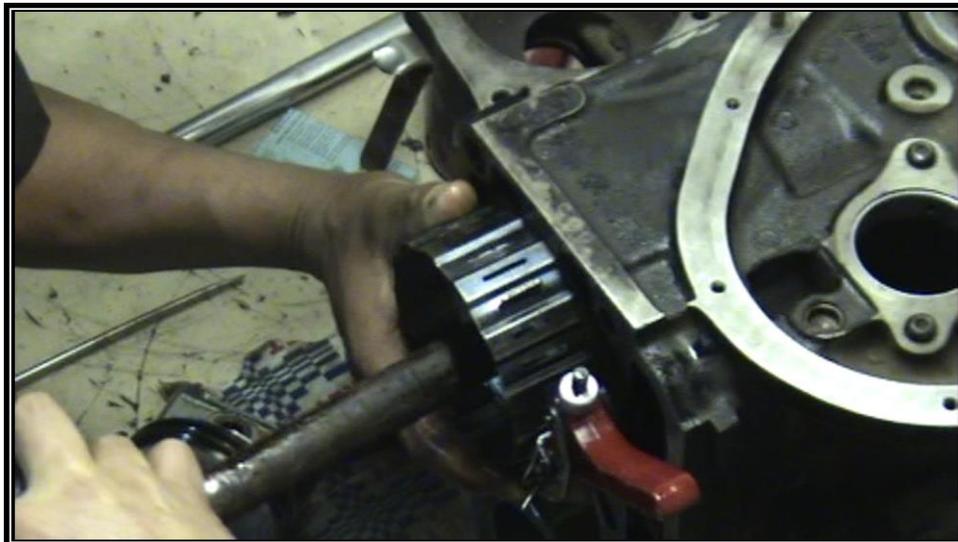
Fotografía #. 71 Instalación de rines en el cilindro. (Autor, 2009)

7.- Lubricamos generosamente los rines del cilindro.



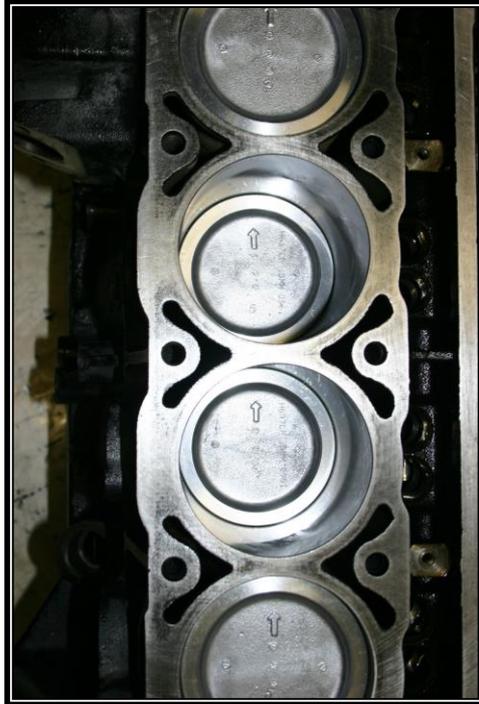
Fotografía #. 72 Lubricación del cilindro y rines. (Autor, 2009)

8.- Con la ayuda de la herramienta de compresión de rines los comprimimos ligeramente, lo suficiente para introducir con la ayuda del cabo del martillo de goma el pistón en el cilindro número uno.



Fotografía #. 73 Inserción del pistón en el cilindro número uno. (Autor, 2009)

9.- Este proceso repetimos con el pistón cuatro, giramos el cigüeñal 180° e instalamos los pistones dos y tres de la misma manera.



Fotografía #. 74 Bloque motor con pistones instalados. (Autor, 2009)

10.- Giramos nuevamente el bloque motor a su posición inicial. Muy lubricado insertamos el árbol de levas en su habitáculo.



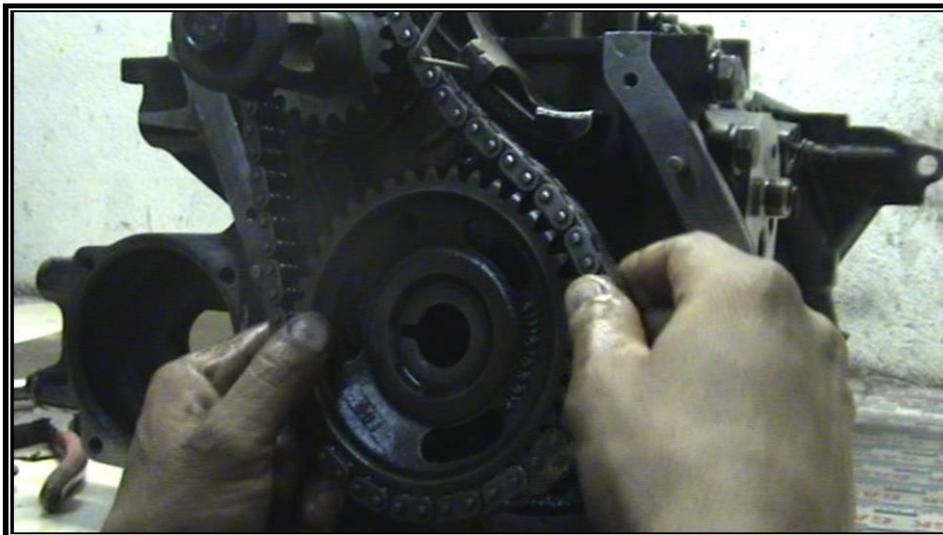
Fotografía #. 75 Instalación de árbol de levas. (Autor, 2009)

11.- Instalamos el templador de la cadena de distribución mientras está bloqueado el seguro, también ajustamos el según del árbol de levas según instrucciones de montaje.



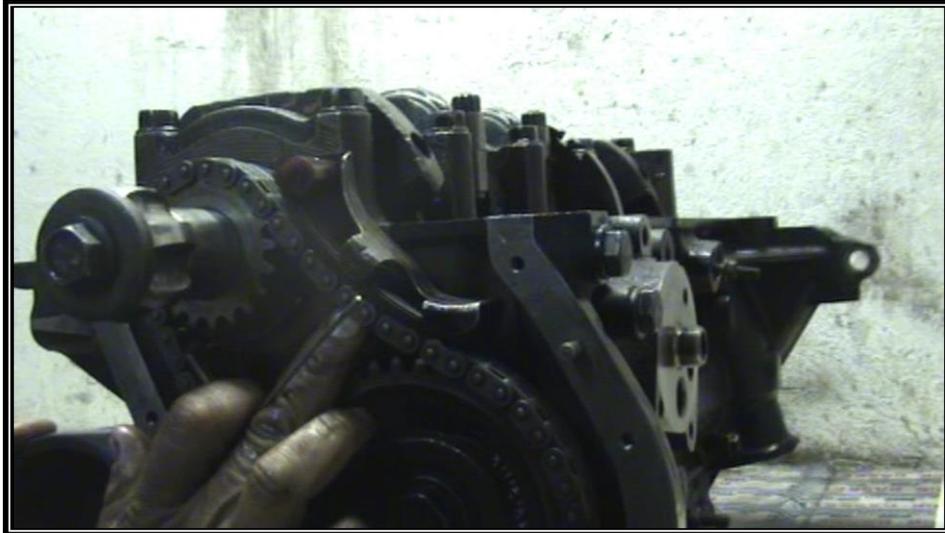
Fotografía #. 76 Aseguramiento árbol de levas. (Autor, 2009)

12.- instalamos la cadena junto al piñón del cigüeñal tomando en cuenta los puntos de referencia explicad en montaje.



Fotografía #. 77 Instalación piñón del árbol de levas. (Autor, 2009)

13.- Una vez instalado y asegurado el piñón del cigüeñal retiramos el seguro del templador de la cadena para que quede templado. Observamos si la distribución no se ha movido de los puntos de referencia que se mostró en montaje.



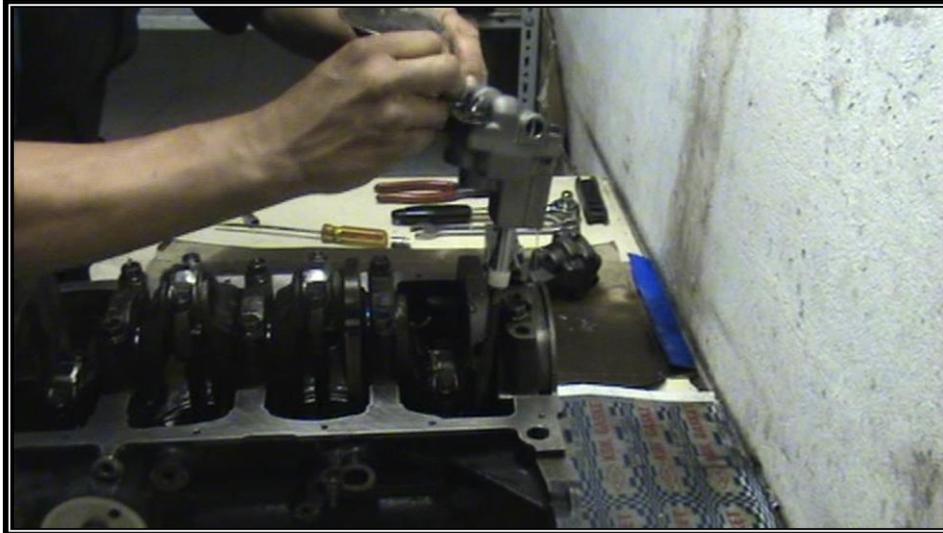
Fotografía #. 78 Liberación del seguro del templador de distribución. (Autor, 2009)

14.- Una vez comprobada la distribución aseguramos tanto el eje del árbol de levas como el del cigüeñal con las indicaciones de montaje.



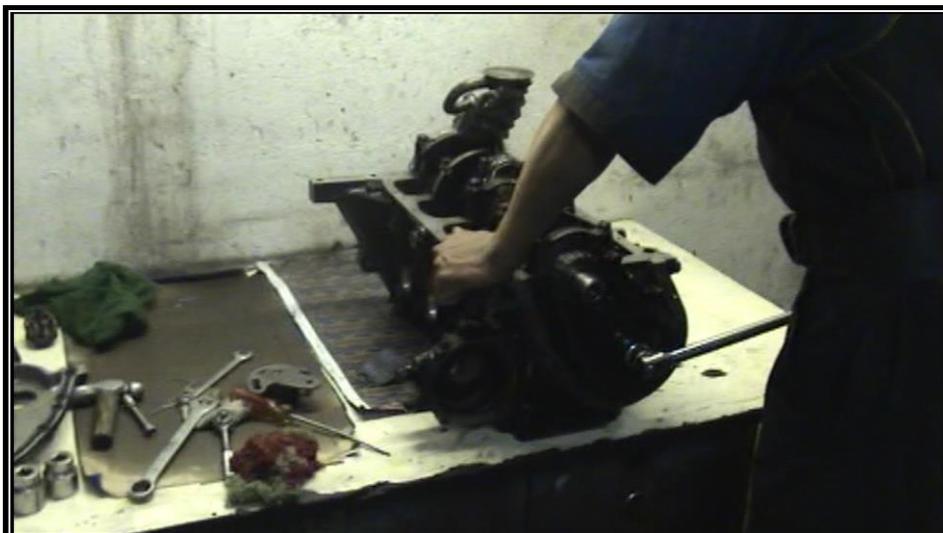
Fotografía #. 79 Ajuste piñón de cigüeñal. (Autor, 2009)

15.- Lubricamos generosamente la bomba de aceite en el piñón que encastra en el árbol de levas para una buena lubricación el momento de prender el motor por primera vez y luego ajustamos la bomba según las indicaciones de montaje.



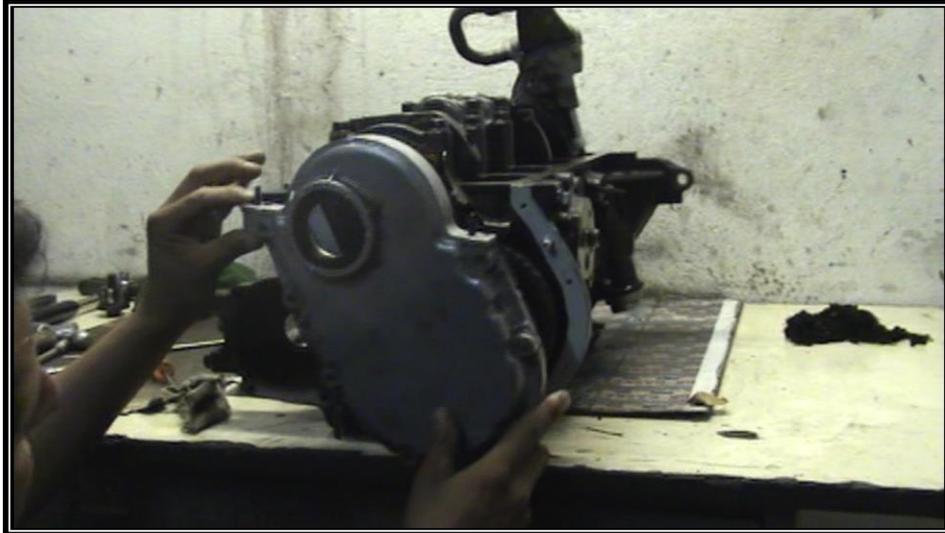
Fotografía #. 80 Lubricación de la bomba de aceite. (Autor, 2009)

16.- Con la ayuda de la palanca de fuerza hacemos girar todo el cuerpo del motor con el objeto de revisar el libre giro de todas las partes incluyendo el eje de la bomba de aceite.



Fotografía #. 81 Comprobación de giro del cigüeñal. (Autor, 2009)

17.- Una vez comprobado el giro libre de todos los componentes instalados en el motor untamos la tapa de la distribución con sellante automotriz y la ajustamos según las indicaciones de montaje.



Fotografía #. 82 Instalación tapa de la distribución. (Autor, 2009)

18.- Una vez instalada la tapa de distribución, colocamos el nuevo empaque o junta en el carter y lo procedemos a ajustarlo según indicaciones de montaje.



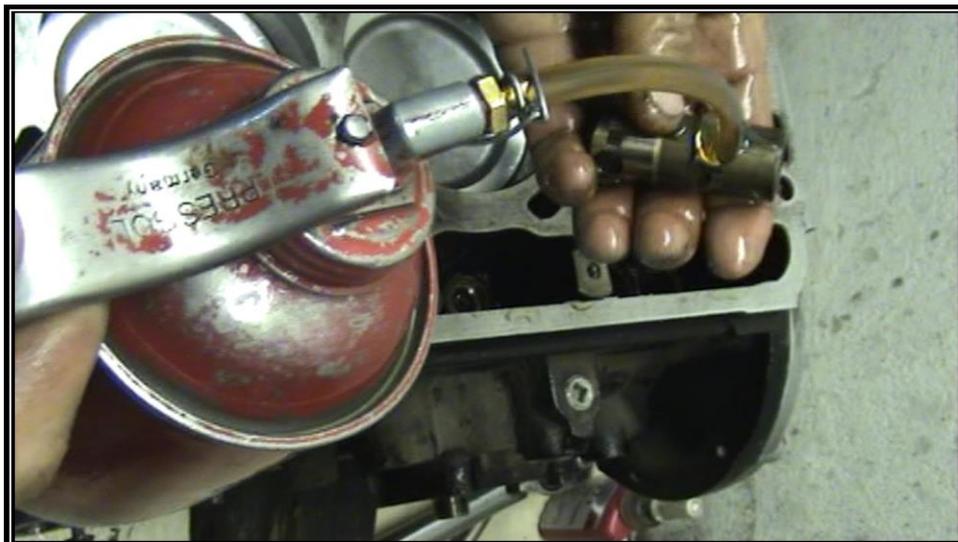
Fotografía #. 83 Instalación carter. (Autor, 2009)

19.- Una vez más giramos el motor y lo apoyamos en el carter para tener acceso a la parte superior del motor.



Fotografía #. 84 Bloque motor. (Autor, 2009)

20.- Lubricamos generosamente los propulsores y los instalamos en el habitáculo del bloque motor.



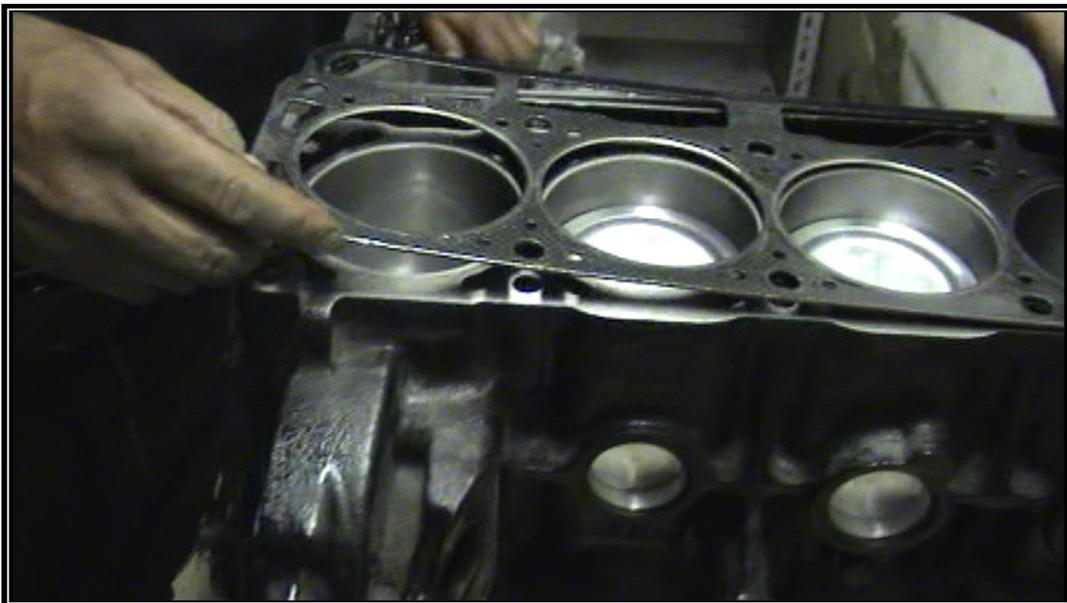
Fotografía #. 85 Lubricación de propulsores. (Autor, 2009)

21.- Una vez instalados los propulsores instalamos los seguros y los ajustamos según las indicaciones de montaje.



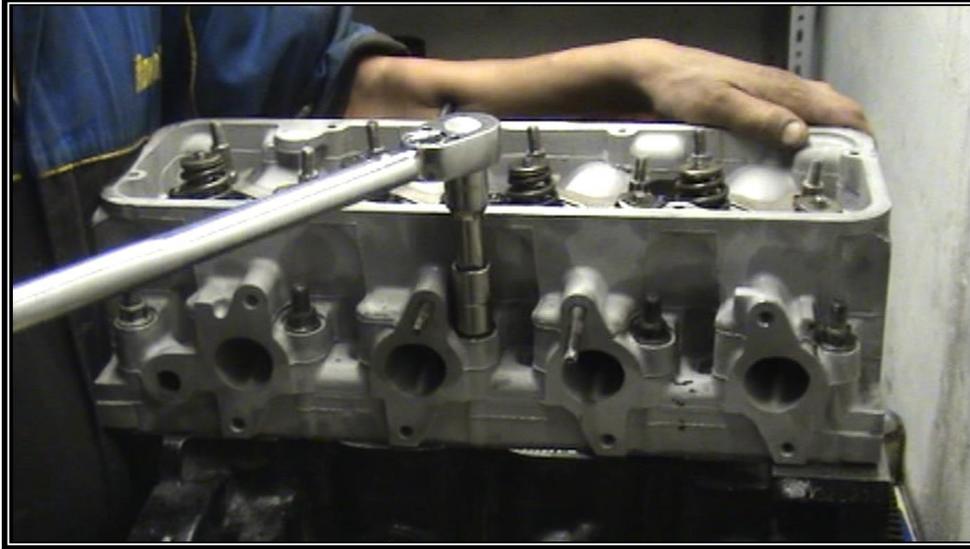
Fotografía #. 86 Ajuste propulsores. (Autor, 2009)

22.- Instalamos el nuevo empaque de cabezote siguiendo las guías que viene de fábrica.



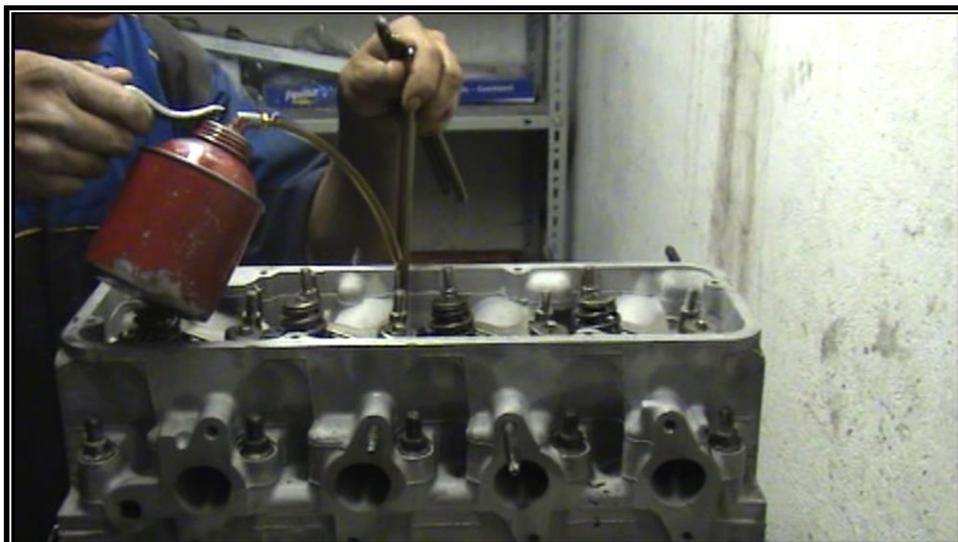
Fotografía #. 87 Instalación empaque de cabezote. (Autor, 2009)

23.- Asentamos cuidadosamente el cabezote sobre el empaque ya instalado en el bloque motor y lo ajustamos los pernos según las indicaciones de montaje.



Fotografía #. 88 Instalación cabezote. (Autor, 2009)

24.- Utilizando abundante lubricante insertamos las varillas de empuje en cada una de las guías.



Fotografía #. 89 Instalación de varillas de empuje. (Autor, 2009)

25 Con abundante lubricante se arma el cuerpo de los balancines y se ajusta según indicaciones de montaje



Fotografía #. 90 Instalación balancines. (Autor, 2009)

26.- Colocamos la tapa de válvulas con sus respectivos pernos y ajustamos según indicaciones de montaje.



Fotografía #. 91 Instalación tapa de válvulas. (Autor, 2009)

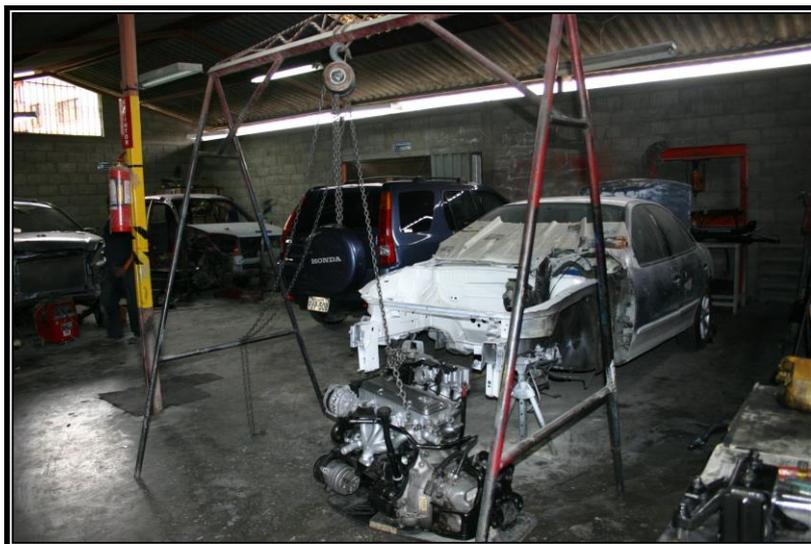
2.7.2 Proceso de montaje de motor.

1.- Una vez instalados todos los elementos directos e indirectos del motor es hora de montarlo al vehículo, para dicho montaje debemos seguir los pasos a continuación detallados.



Fotografía #. 92 Distribución de la banda de accesorios. (Autor, 2009)

2.- Sujetar al motor firmemente con un elemento que permita sostenerlo y elevarlo con firmeza, en nuestro caso hemos ocupado una cadena unida al banco por medio de un tecele.



Fotografía #. 93 Caballete para instalación de motores. (Autor, 2009)

3.- El tecele nos permitirá elevar o descender el motor haciendo el menor esfuerzo físico posible, esto nos permitirá ingresar con facilidad el motor dentro de su habitáculo. Con la ayuda de una persona que manipule el tecele vamos ingresándolo de la siguiente manera.



Fotografía #. 94 Montaje de motor. (Autor, 2009)

4.- Debemos deslizar el motor hasta llegar a las bases que lo sujetaran. La primera en alcanzar al motor es la del lado izquierdo de la caja de cambios, seguir el siguiente grafico en cuanto a par de apriete.

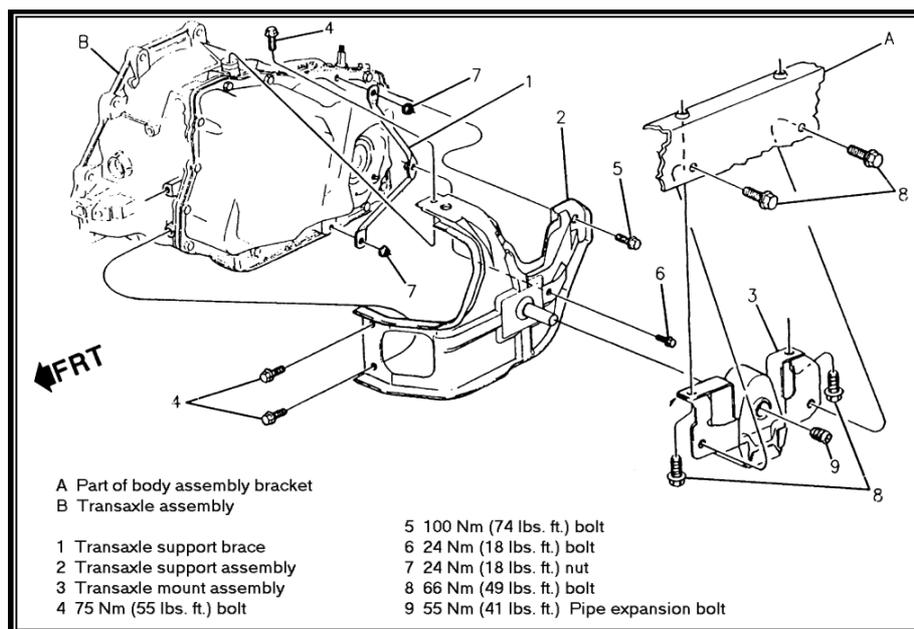
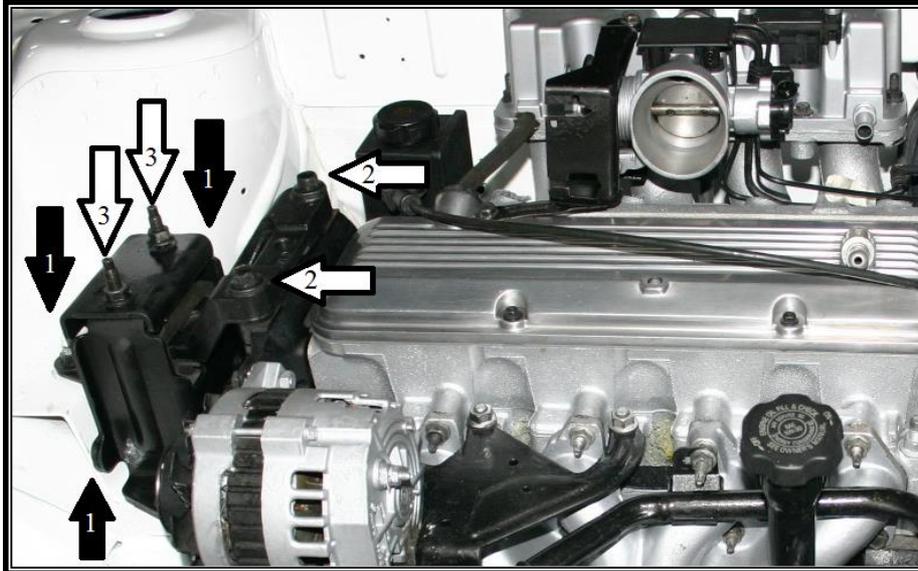


Ilustración #. 122 Par de apriete base izquierda de motor lado caja de cambios. (AutoZone, 2018)

5.- Una vez asentado al lado izquierdo buscamos el asentamiento del lado derecho. Y ajustamos los pernos 1 de la base de motor del automóvil a 74 lb, los pernos 2 que van hacia el motor a 55 lb y los de la tapa de la base 3 a 49 lb.



Fotografía #. 95 Par de apriete de la base derecha lado motor. (Autor, 2009)

6.- Concluida el montaje de motor pasamos a efectuar el proceso inverso del desmontaje de motor, capítulo 2.3 y 2.4.



Fotografía #. 96 Motor instalado. (Autor, 2009)

2.8 Montaje de elementos indirectos del motor

2.8.1 Montaje módulo de encendido.

1.- Efectué el proceso inverso de desmontaje, instale los pernos de montaje, luego apriételos a 40 pulgadas. Libras. (45 Nm).

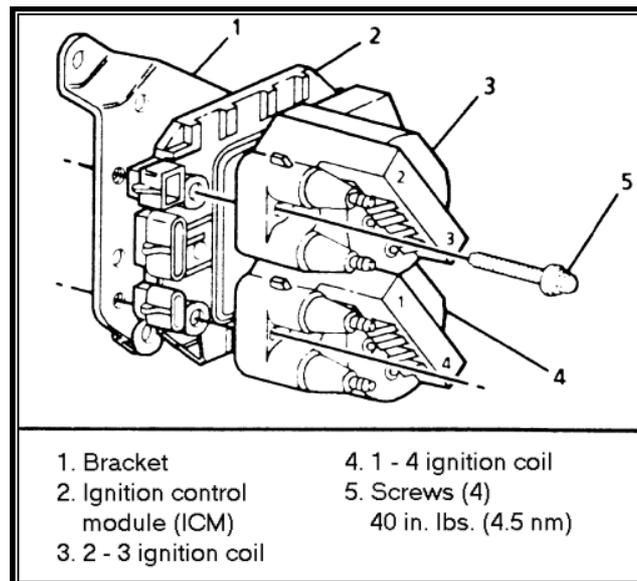


Ilustración #. 123 Par de apriete bobina y módulo de encendido. (AutoZone, 2018)

2.- Conecte los cables de bujías de la siguiente manera.

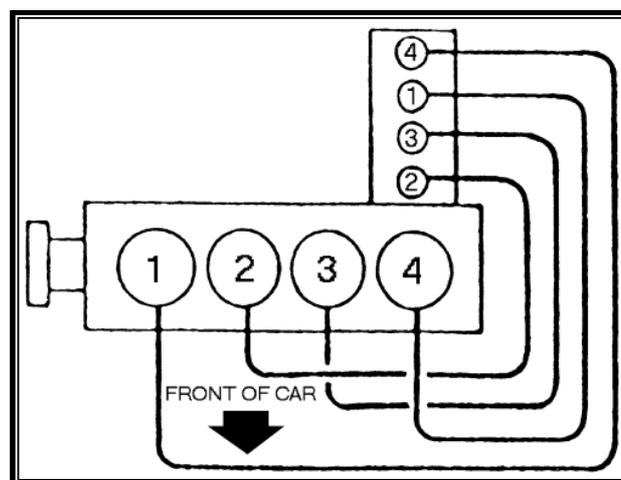


Ilustración #. 124 Distribución del Encendido. (AutoZone, 2018)

2.8.2 Montaje motor de arranque.

1.- Para la instalación del motor de arranque realizar el proceso inverso de desmontaje, tomando en cuenta los siguientes gráficos para la fuerza del ajuste de las partes.

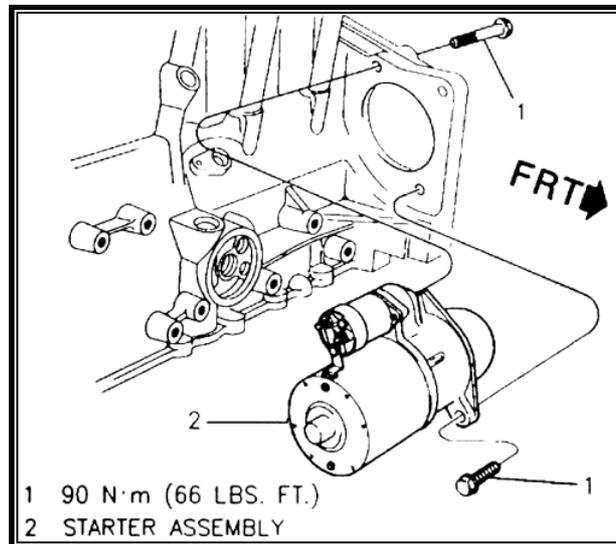


Ilustración #. 125 Par de apriete Motor de arranque. (AutoZone, 2018)

2.8.3 Montaje múltiple de admisión.

2.8.3.1 Para armar el colector inferior.

1.- Para la instalación siga el proceso inverso de desmontaje siguiendo la guía del gráfico a continuación del par de apriete.

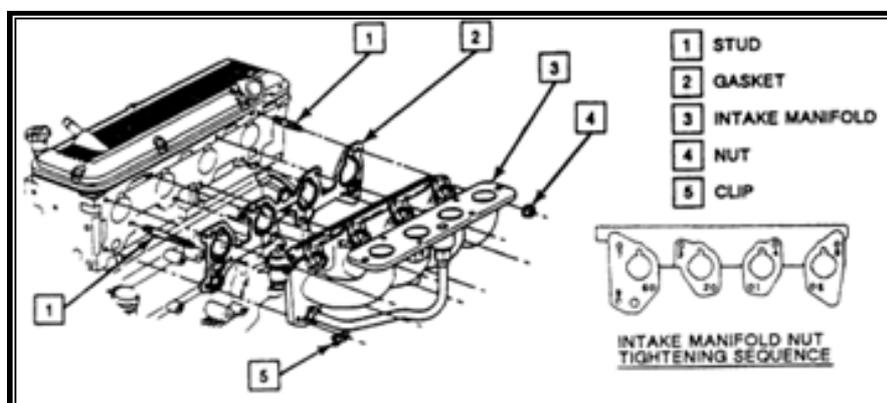


Ilustración #. 126 Par de apriete del múltiple de admisión. (AutoZone, 2018)

2.- Instale el colector de admisión con una nueva junta y apriete los pernos / tuercas de montaje, en la siguiente secuencia, a 17 pies. Libras. (24 Nm).

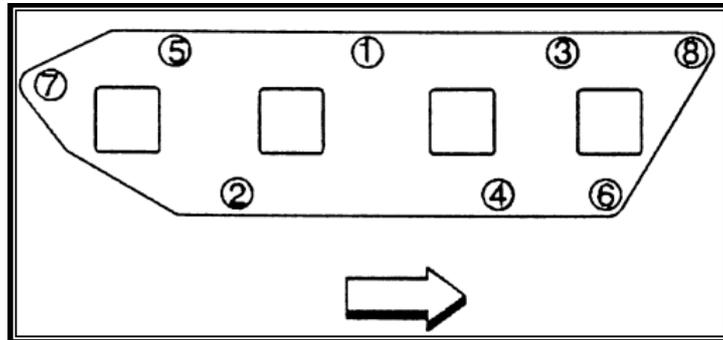


Ilustración #. 127 Secuencia de ajuste del colector de admisión. (AutoZone, 2018)

2.8.3.2 Para armar el colector superior.

1.- Con una nueva junta, instale el conjunto del colector de admisión superior. Apriete las tuercas del colector de admisión superior en la secuencia correcta a 22 pies. Libras. (30 Nm).

2.- Instale el cuerpo del acelerador y apriete los pernos de montaje a 89 pulgadas lb. (10 Nm).

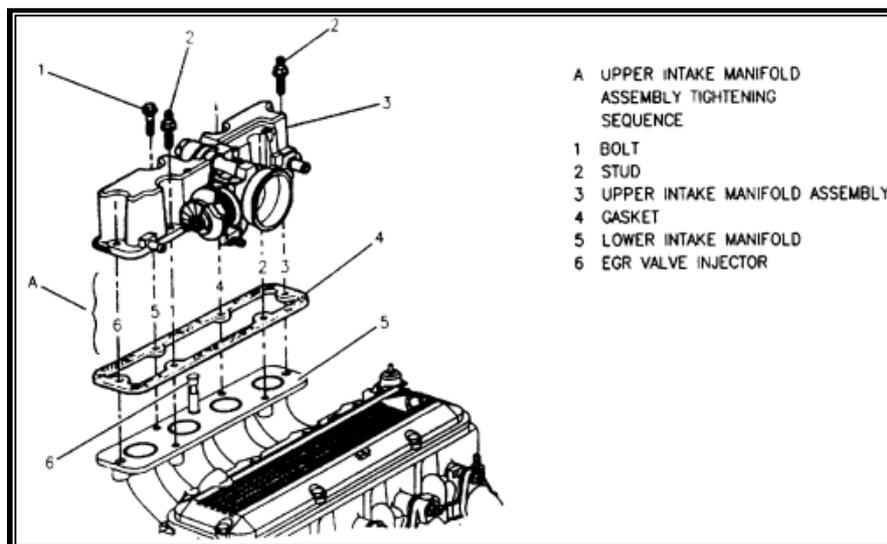


Ilustración #. 128 Par de apriete del múltiple de admisión superior. (AutoZone, 2018)

2.8.4 Montaje múltiple de escape.

1.-Con un raspador de juntas, limpie cuidadosamente las superficies de montaje de la junta.

2.- Para instalar, use una nueva junta e invierta los procedimientos de extracción. Apriete el nudo del cabezal del colector de escape a 10 pies. Libras. (13 Nm).

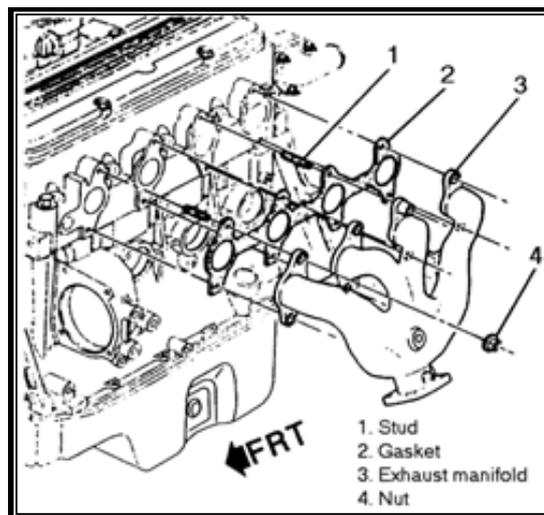


Ilustración #. 129 Par de apriete del colector de escape. (AutoZone, 2018)

2.8.5 Montaje del Alternador.

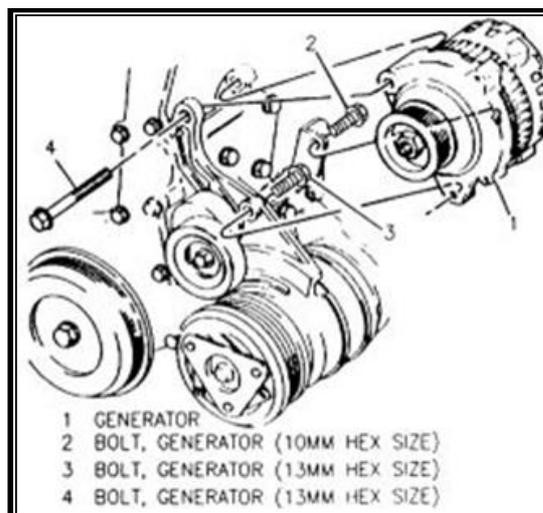


Ilustración #. 130 Par de apriete del alternador. (AutoZone, 2018)

1.- Para la instalación siga el proceso inverso de desmontaje.

2.- Apriete la tuerca del terminal a 65 pulgadas lb. (7,5 Nm) y los pernos siguiendo el diámetro de apriete de la ilustración anterior.

2.7.6 Montaje compresor.

1.- Para la instalación siga el proceso inverso de desmontaje.

2.8.7 Montaje bomba de agua.

1.- Para la instalación siga el proceso inverso de desmontaje.

2.- Limpie las superficies de contacto e instale una nueva junta.

3.- Apriete los pernos de retención a 18 pies. Libras. (25 Nm).

4.- Instale la polea de la bomba de agua, luego apriete los pernos de montaje a 22 pies.

Libras. (30 Nm).

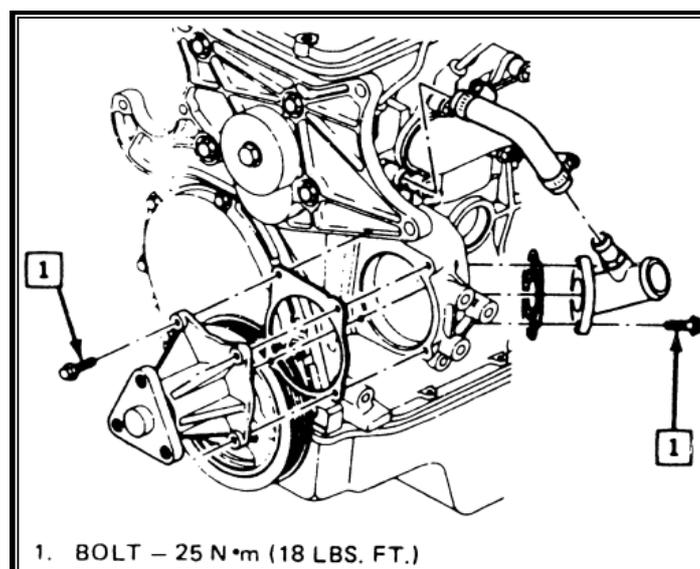


Ilustración #. 131 Par de apriete de bomba de agua. (AutoZone, 2018)

2.8.9 Montaje banda de accesorios.

1.- En la fotografía # 92 se muestra la forma en que se distribuye la banda de accesorio por cada uno de las poleas, acomódelas de la misma manera, mientras deja la curva de la banda que va al alternador libre.

2.- Liberamos la tensión del templador de la banda de accesorios girando en la turca de ajuste de la polea en contra de las manecillas del reloj.

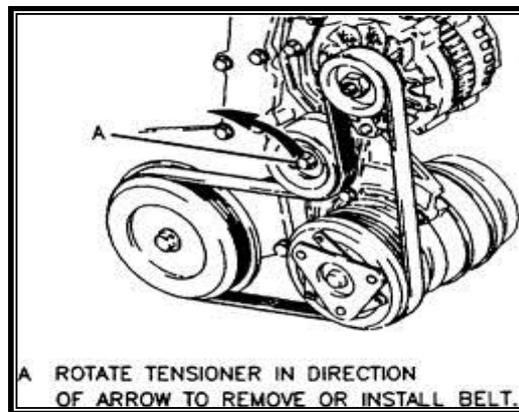


Ilustración #. 132 Liberación de la tensión del templador. (AutoZone, 2018)

3. Una vez liberada la tensión del templador colocamos la curva de la banda del alternador floja en la posición correcta y aflojamos la tensión del templador en sentido de las manecillas del reloj.

2.8.10 Montaje caja de cambios.

1.- Coloque el volante en la brida del cigüeñal e instale el espaciador (si está equipado). Instale y apriete los pernos en un patrón de estrella alterno a 55 pies. Libras. (75 Nm) en el motor de 2.2 l, y 22 pies. Libras. (30 Nm) y 45 °

2.- Instale la carcasa y apriétela a 24 pies. Libras. (33 Nm).

2.9 Montaje de elementos directos del motor

2.9.1 Montaje termostato.

1.- Para la instalación siga el proceso inverso de desmontaje.

2.- Instale una nueva junta tórica en el termostato y apriete a 89 pulgadas libras. (10 Nm).

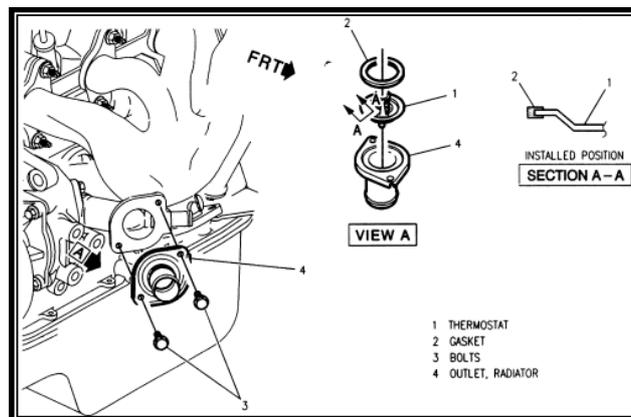


Ilustración #. 133 Termostato. (AutoZone, 2018)

2.8.2 Montaje cabezote o culata.

El cabezote de aluminio debe tratarse con cuidado, no use almohadillas abrasivas para su limpieza y tampoco sobre el bloque motor, esto podría dañar dichos elementos. Solo se necesitan unos 15 segundos para eliminar 0.008 pulgada (0.20 mm) de metal de la culata con una almohadilla abrasiva.

Si la planitud de la culata de cilindros está fuera de las especificaciones, la junta no podrá sellarse y la junta tendrá una fuga, use un raspador de juntas de cuchillas de afeitado para limpiar la superficie de la culata y las juntas de los bloques de cilindros. Tenga cuidado de no dañar o rayar las superficies de la junta. No raye ni raspe las superficies de la cámara de combustión. Utilice una nueva hoja de afeitado para cada culata. Sostenga el raspador de modo que la hoja de afeitado quede lo más paralela posible a la superficie de la junta

- 1.- Para la instalación siga el proceso inverso de desmontaje.
- 2.- Coloque una nueva junta de culata en el bloque. No utilice ningún material de sellado.
- 3.- Coloque con cuidado la culata en los pasadores, teniendo cuidado de no perturbar la junta.
- 4.- Aplique una pequeña cantidad de aceite de motor limpio a las roscas de los pernos de la culata, e instale con los dedos.

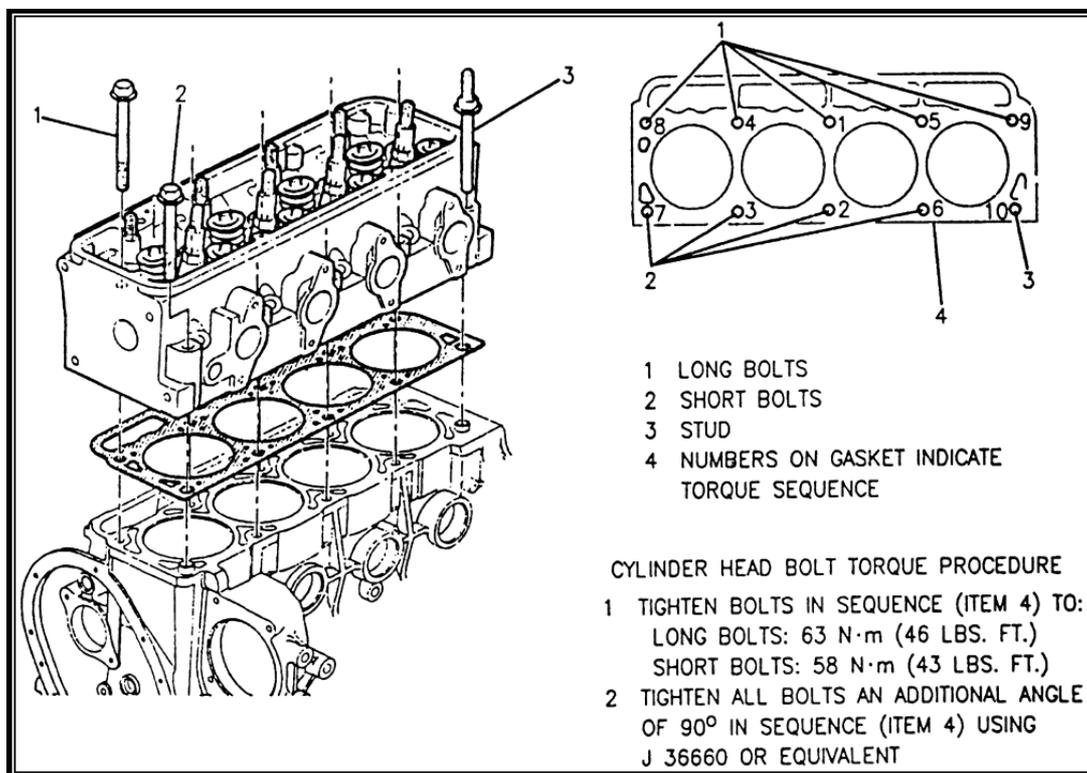


Ilustración #. 134 Par de apriete cabezote. (AutoZone, 2018)

- 5.- Apretar los tornillos de cabeza en secuencia. Apriete los pernos de 1 a 8 a 40 pies. Libras. (65 Nm); luego, apriete los pernos 9 y 10 a 30 pies. Libras. (40 Nm). Gire los 10 tornillos a 90 grados adicionales (1/4 de vuelta) en secuencia.
- 6.- Instale la abrazadera del distribuidor y apriete a 19 pies. Libras. (26 Nm).

7.- Instale el soporte del cable de control del acelerador en el cuerpo del acelerador y apriete el perno a 106 pulgadas lb. (13 Nm). Apriete la tuerca a 19 pies. Libras. (26 Nm).

8.- Instale el tubo de llenado de aceite, apriete el perno de fijación a 71 pulgadas lb. (8 Nm).

2.9.3 Montaje de la polea de cigüeñal.

1.- Para la instalación siga el proceso inverso de desmontaje.

2.- Instale el perno de retención y la arandela y apriételo a 129 pies. Lb. (175 Nm), luego gire 90 ° adicionales.

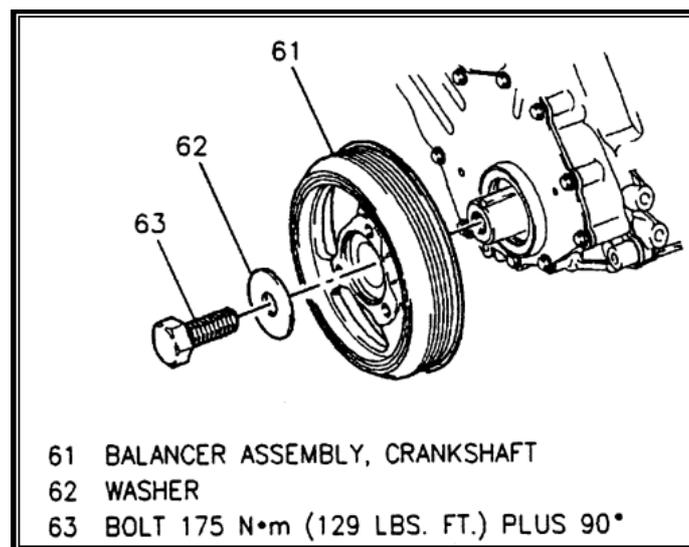


Ilustración #. 135 Par de apriete de la polea cigüeñal. (AutoZone, 2018)

2.9.4 Montaje del volante de inercia.

1.- Cubra las roscas de los pernos de retención del volante con compuesto de bloqueo de roscas.

2.- Coloque el volante en la brida del cigüeñal e instale el espaciador (si está equipado).

3.- Instale y apriete los pernos en un patrón de estrella alterno a 55 pies. Libras. (75 Nm) en el motor de 2.2 l, y 22 pies. Libras. (30 Nm) y 45 °.

4.- Si está equipado con una transmisión manual, instale el embrague y la placa de presión e instale la caja de cambios.

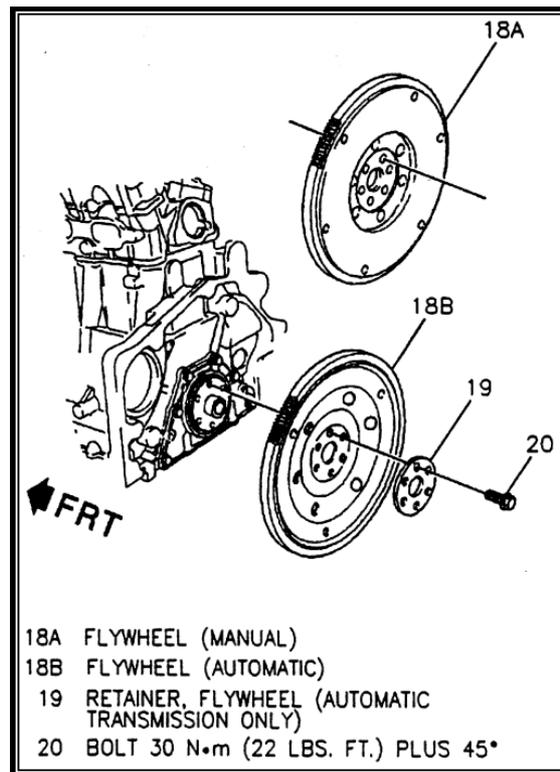


Ilustración #. 136 Par de apriete de volante de inercia. (AutoZone, 2018)

2.9.5 Montaje Cárter.

1.- Asegúrese que las superficies de sellado de la cubeta y el bloque motor estén limpias de aceite y sin residuos del sello anterior.

2.- Use un nuevo sello trasero de cárter de aceite y aplique una fina capa de sellador en los extremos de la junta hasta las orejas e instale la bandeja en su lugar.

3.- Apriete los pernos de retención del cárter de aceite a 89 pulgadas lb. (10 Nm).

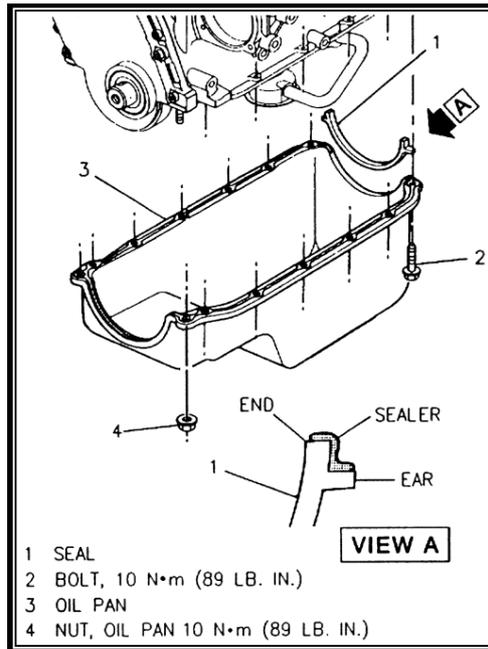


Ilustración #. 137 Par de apriete carter. (AutoZone, 2018)

2.9.6 Montaje bomba de aceite.

- 1.- Caliente el retenedor en agua caliente antes de montar el eje de extensión.
- 2.- Instale la extensión en la bomba de aceite, teniendo cuidado de no romper el retenedor.

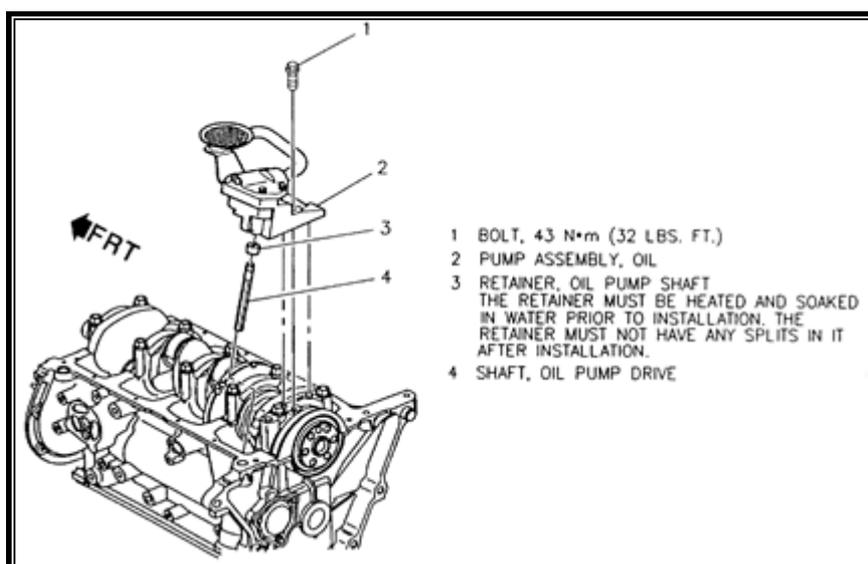


Ilustración #. 138 Par de apriete bomba de aceite. (AutoZone, 2018)

3.- Sujete la bomba al perno de la tapa del cojinete trasero y el torque es de 26-38 pies. Libras. (35-51 Nm).

4.- Instale el cárter de aceite.

2.9.7 Montaje de la distribución.

1.- Para la instalación siga el proceso inverso de desmontaje, tomando en cuenta los siguientes datos de ajuste.

2.- Todas las superficies de contacto del bloque, tapa deben estar completamente limpias del sello anterior y libres de aceite.

3.- Instale una nueva junta e instale la tapa con un apriete de 97 pulgadas libras. (11 Nm).

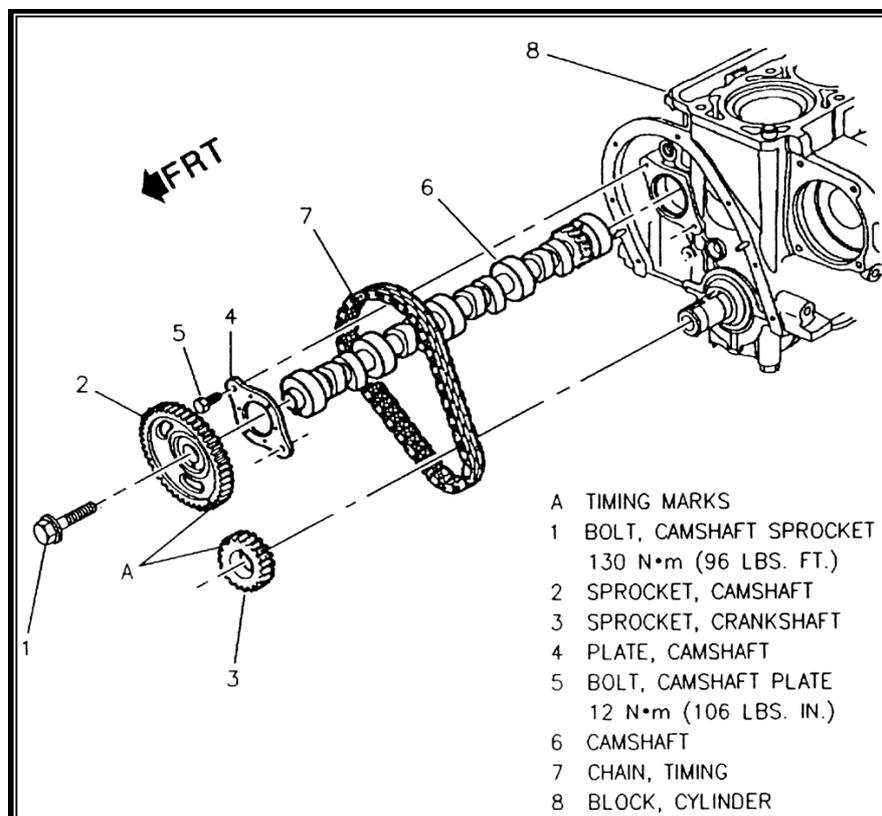


Ilustración #. 139 Par de apriete del conjunto del árbol de levas. (AutoZone, 2018)

4.- Asegúrese de que las marcas en las dos ruedas dentadas estén alineadas (vea la ilustración).

5.- Use los pernos de montaje para colocar la rueda dentada en el árbol de levas y luego apriete a 66-68 pies. Libras. (91-95 Nm).

6.- Las superficies del bloque y la tapa deben estar limpias y libres de aceite.

7.- Instale una nueva junta e instale la tapa con un apriete de 97 pulgadas libras. (11 Nm).

Cuando aplique sellador RTV a la cubierta frontal, asegúrese de mantenerlo fuera de los orificios de los pernos.

8.- Para el montaje de la cadena de distribución y sus ruedas dentadas hay que tomar en cuenta su alineación, de lo contrario se debe girar el cigüeñal hasta que las marcas se encuentren alineadas, quedando el cilindro número no en PMS.

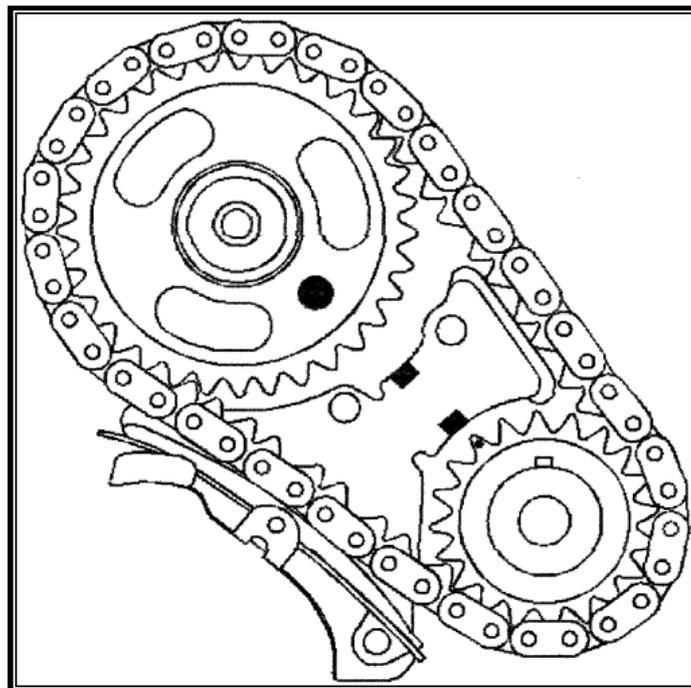


Ilustración #. 140 Puntos de la distribución alineados. (AutoZone, 2018)

2.10 Proceso de afinamiento.

Luego del reacondicionamiento de motor es muy importante la etapa de afinamiento del mismo para obtener un buen rendimiento y durabilidad del motor, con ella obtendremos:

- Menor consumo de combustible.
- Mejor desempeño del motor.
- Menor emisión de contaminantes.
- Encendido en frío más rápido.

La afinación ayuda a mantener el vehículo en óptimo estado y consiste en lo siguiente:

1.- Para la puesta en marcha de un motor reacondicionado siempre se lo debe hacer con aceite nuevo, el fabricante para el modelo Chevy Cavalier 2.2 nos indica en la tapa del depósito que debe ser SAE 5W-30.



Fotografía #. 97 Tapa del depósito de aceite. (Autor, 2009)

2.- El filtro de aceite también debe ser remplazado por uno nuevo, su código de repuesto original es PF47M de la marca ACDelco.



Ilustración #. 141 Filtro de aceite ACDelco PF47M. (AutoZone, 2018)

2.- Es preciso que los inyectores sean apropiadamente lavados, así como también con micro filtros y empaques nuevos.



Ilustración #. 142 Inyector GP 800-1094N. (AutoZone, 2018)

3.- Debemos cambiar las cuatro bujías por unas nuevas, su código original en ACDelco es: 41-908.



Ilustración #. 143 Bujía ACDelco 41-908. (AutoZone, 2018)

4.- Reemplazar el filtro de combustible.



Ilustración #. 144 Filtro de combustible ACDelco GF578. (AutoZone, 2018)

5.- Cambio de filtro de aire.



Ilustración #. 145 Filtro de aire ACDelco A1615C. (AutoZone, 2018)

6.- Se recomienda hacer un afinamiento cada 10.000 Km para mantener el motor en óptimas condiciones.

Conclusiones

- El desarrollo de este material monográfico me a echo comprender el funcionamiento practico del motor de combustión interna de cuatro cilindros en línea del Chevy Cavalier 2.2 OHV, así como también conocer todos sus componentes y la forma en que trabajan cada uno de los sistemas que lo complementan. El objetivo es que más estudiantes que estén interesados en aprender acerca del reacondicionamiento de motores tengan una guía que les sirva para desarrollar sus proyectos.
- La presencia en el proceso de rectificación del motor me aportó un gran conocimiento de la manipulación y rectificación de los componentes, dándonos a conocer el funcionamiento de las maquinas-herramientas que se ocupan para el reacondicionamiento de los motores en general.
- El trabajar de la mano en el taller con Eddy Villalobos también me aportó un amplio conocimiento sobre la manipulación de herramienta, repuestos y ensamble de motores.
- Por último se debe tomar muy en cuenta el recalentamiento de un vehículo para evitar caer en gastos mayores, lo óptimo en cuestiones de recalentamiento así como lo sugiere el manual del propietario de todos los vehículos es detener inmediatamente la marcha del motor y remolcar el vehículo a su taller de confianza, de ser así este motor no hubiese tenido la necesidad de llegar a un proceso de reacondicionamiento integro.

Recomendaciones

1.- Para realizar el reacondicionamiento de un motor lo debemos hacer utilizando partes genuinas del automóvil, ya que las mismas cuentan con certificación de calidad, lo que nos garantiza su durabilidad.

2.- Es indispensable contar con la infraestructura y apoyo técnico necesario que implica un reacondicionamiento de motor, ya que en el proceso nacen muchas dudas que deben ser aclaradas por una persona de amplia experiencia en el tema. Adicional y muy importante es contar con la herramienta necesaria para dicho trabajo.

3.- Se debe seguir las normas de seguridad industrial impartidas por la universidad así como también las que aplican al taller donde se desempeñe el trabajo para evitar cualquier incidente.

4.- Tomando en cuenta esta monografía se debe impulsar a los estudiantes a seguir aportando con material didáctico, referente a otros tipos de motores, ya que en esta rama de estudio siempre se está avanzando en el desarrollo de los mismos.

Referencias Bibliográficas

- 123RF*. (18 de Noviembre de 2018). Obtenido de https://fr.123rf.com/photo_87963539_diagramme-d-infographie-de-syst%C3%A8me-de-lubrification-de-v%C3%A9hicule-montrant-la-section-transversale-du-m.html
- Agco. (2018). Obtenido de http://www.agcoauto.com/content/news/p2_articleid/271
- Alonso, P. (2000). *Técnicas del Automóvil motores*. Madrid: Paraninfo Thomas learning.
- Arregle, J. (2002). *Procesos y tecnología de máquinas y motores térmicos*. Valencia: Universidad politécnica de Valencia.
- AutoyTÉCNICA*. (14 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://autoytecnica.com/encendido-totalmente-electronico-dis-estatico/sistema-de-encendido-electronico-estatico-dis/>
- AutoZone*. (2018). Obtenido de <https://www.autozone.com/repairinfo/repairguide/repairGuideMain.jsp>
- Britannica, E. (2007). *Britannica Kids*. Obtenido de <https://kids.britannica.com/kids/assembly/view/1387>
- Buendia, R. (10 de Octubre de 2017). *Motorpasión*. Obtenido de <https://www.motorpasion.com.mx/tecnologia/inyeccion-multipunto-vs-inyeccion-directa-en-realidad-son-tan-diferentes>
- Concalves, C. (29 de enero de 2018). *Motor Sport*. Obtenido de <http://www.motorspot.pt/2018/01/29/o-que-e-a-cilindrada-de-um-motor-e-porque-e-que-nunca-e-exacta-1/abaaabq1sal-22/>
- Crouse, W. (1993). *Mecánica del automóvil, volumen I*. Barcelona: Marcombo.
- Crouse, W. H. (1996). Motores de Automivil. En W. H. Crouse, *Motores de Automivil* (pág. 108). México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. DE C.V.
- Espacio Coches*. (22 de Abril de 2018). Obtenido de <https://espaciocoches.com/partes-de-un-motor/>
- Fierros Clasicos*. (23 de Diciembre de 2014). Obtenido de <https://fierrosclasicos.com/que-es-el-arbol-de-levas/>
- Grupo Sanimotor*. (1 de marzo de 2017). Obtenido de <https://www.gruposanimotor.com/como-funciona-exactamente-el-motor-de-mi-coche/attachment/61165/>
- H, G. M. (1999). *Manual de Automóvil, reparación y mantenimineto, motores de gasolina*. Madrid: Cultural S.A.

- Haynes, J. (2015). *GM-Chevrolet Cavalier y Pontiac Sunfire, 1995-2005*. Yeovil, Inglaterra: Manuales Haynes.
- Megan, D. (2014). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-distribucion.htm>
- Motor Giga*. (1998). Obtenido de <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/biela-definicion-significado/gmx-niv15-con193176.htm>
- Motorcymle*. (20 de Abril de 2017). Obtenido de <http://www.motocykle125.pl/ohc-vs-ohv-garsc-wiedzy-o-zaworach/>
- Motorpasion*. (27 de Septiembre de 2017). Obtenido de Motorpasion: <https://www.motorpasion.com/industria/la-debida-evolucion-proceso-de-transformacion-del-diseno-del-automovil-del-pasado-al-coche-del-futuro>
- Perez, P. F. (2007). *Del metal al motor, innovación y atraso en la historia de la industria metal mecánica española*. Bilbao: Fundación BBVA.
- Soriano Domínguez, E. &. (2008). *Mecánica del vehículo*. Madrid: Editex dc.
- Surgarden*. (2014). Obtenido de <http://www.surgarden.es/blog/funcionamiento-de-un-motor-de-2-tiempos/>
- Talleres y Repuestos*. (s.f.). Obtenido de <https://talleresyrepuestos.com/documentacion-tecnica/combustibles/689-tipos-de-combustible-para-carro>
- Taringa*. (26 de Junio de 2017). Obtenido de https://www.taringa.net/+offtopic/pasa-lince-sistema-de-refrigeracion-motor_w36vq
- The Oil Crash*. (27 de enero de 2014). Obtenido de Potencia versus rendimiento: <http://crashoil.blogspot.com/2014/01/potencia-versus-rendimiento.html>
- The Old Motor*. (26 de November de 2013). Obtenido de <http://theoldmotor.com/?p=105883>
- Zarco, M. A. (09 de Abril de 2015). *The technology's Blog*. Obtenido de <https://mariaarmadazarco.wordpress.com/2015/04/>

Glosario de términos.

A.A.A

Ángulo de avance a la apertura de admisión, 43, 45

A.A.E

Avance a la apertura de escape, 44, 45

CEAC

Centro de Estudios a Distancia con 67 años de experiencia con el claro compromiso de cubrir las necesidades formativas cada vez mayores de la población., 45

DIS

Acrónimo de Direct Ignición System, significa sistema de inyección directa., 73, 74, 82

DOHC

Acrónimo de doble over helad camshaft que, traducido al castellano, significa árbol de levas doble en cabeza., 70

ECU

Acrónimo de engine control unit, significa unidad de control de motor., 72, 73

EGR

Acrónimo de Exhaust Gas Recirculation, significa recirculación de los gases de escape, 97

MAP

Sensor de posición de la mariposa de aceleración, 72

MPFI

Acronimo de Multi Point Full Injection que en español significa inyección de combustible multi punto., 70, 72, 82

O.H.C

Tienen sus árboles de levas colocados en la culata sobre la cámara de combustión, 53

OHV

Del inglés Over Head Valve, significa "válvulas en culata", es un motor de cuatro tiempos, cuyo sistema de distribución dispone de válvulas en la

culata y árbol de levas en el bloque del motor., 2, 5, 6, 16, 66, 76, 79, 82, 115, 134, 191

P.M.I.

Punto Muerto Inferior, cuando el pistón alcanza la parte inferior del desplazamiento de toda la carrera., 29, 30, 40, 42, 44

P.M.S.

Punto Muerto Superior, cuando el pistón alcanza la parte superior del desplazamiento de toda la carrera., 28, 30, 40, 41, 42, 43, 44

PCV

La válvula PCV interviene en el control de los vapores de aceite y gasolina que se generan en el cárter, de manera que son enviados hacia el múltiple de admisión y luego son quemados, evitando así la contaminación de aceite y gasolina., 93, 94

PSI

La libra de fuerza por pulgada cuadrada (lbf/in² o lbf/in², abreviada psi, del inglés «pounds-force per square inch»), 73, 81

R.C.A

Retraso al cierre de la admisión, 44, 45

R.C.E

Retraso al cierre de escape, 44, 46

RPM

Revoluciones por minuto que gira un motor., 34

SAE

Acrónimo en inglés de Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotores)., 30, 187

SOHC

Acrónimo de single over helad camshaft que, traducido al castellano, significa árbol de levas único en cabeza., 68

SV

Válvulas laterales, 65