

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería Automotriz

Tema:

Elaboración de un Manual de Mantenimiento Preventivo y correctivo del Motor Perkins Serie 1006 Modelo YD de Seis Cilindros Para Aplicaciones Agrícolas e Industriales

Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Automotriz

Autor:

Peso Chalén Luis Luciano

Director: Ing. Adolfo Peña P.,Msc

Guayaquil, Enero 2019

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Adolfo Juan Peña Pinargote MSc.

CERTIFICA: Que el trabajo titulado " **Elaboración de un Manual de Mantenimiento Preventivo y correctivo del Motor Perkins Serie 1006 Modelo YD de Seis Cilindros Para Aplicaciones Agrícolas e Industriales.**", realizado por el estudiante: **Peso Chalén Luis Luciano**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes. Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: **Peso Chalen Luis Luciano**, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Enero 2019

Ing. Adolfo Juan Peña Pinargote. MSc.
Director del Proyecto.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Peso Chalén Luis Luciano**.

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“Elaboración de un Manual de Mantenimiento Preventivo y correctivo del Motor Perkins Serie 1006 Modelo YD de Seis Cilindros Para Aplicaciones Agrícolas e Industriales.”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería Automotriz.

Guayaquil, Enero 2019

Peso Chalén Luis Luciano
C.I: 0927330449

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Peso Chalén Luis Luciano.

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: “**Elaboración de un Manual de Mantenimiento Preventivo y correctivo del Motor Perkins Serie 1006 Modelo YD de Seis Cilindros Para Aplicaciones Agrícolas e Industriales.**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Diciembre 2018

Peso Chalén Luis Luciano
C.I: 0927330449

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía, mi inspiración y por darme fuerza para seguir hasta lograr mi objetivo.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ellos, me formaron con reglas y algunas libertades en fin de cuenta me motivaron para alcanzar mis anhelos, a mis hermanos por su cariño y comprensión y a todas las personas que han influenciado a lo largo de esta carrera profesional, dándome los mejores consejos y haciéndome una persona de bien, A mis que de una u otra manera siempre me apoyaron moralmente. A todas esas personas que no confiaron en mí, por la que me llene de mucho valor para demostrarles que tan alto puedo llegar siempre con la bendición de Dios.

Luis Luciano Peso Chalén

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme con su infinito amor día a día y acompañarme en el transcurso de mi vida permitiéndome compartir momentos tristes, felices.

A mis padres Luciano Peso y Azucena Chalén por su esfuerzo para darme un futuro mejor y estar conmigo brindándome su apoyo incondicional y enseñarme principios y valores y no dejarme caer jamás, mis hermanos Wendy, Leída y Javier que estuvieron a mi lado dándome fuerza para seguir y fueron ellos los que estuvieron presente en mi mente en cada paso que dí.

Gracias a mis amigos, que siempre me han prestado su gran apoyo moral y humano necesario en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión.

Luis Luciano Peso Chalén

Índice General

Certificado	ii
Declaración de responsabilidad	iii
Autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice General.....	vii
Índice de Tablas.....	xiv
Resumen	xv
Abstract.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCION	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Definición del problema	2
1.2 Delimitación geográfica	2
1.3 Formulación del problema.....	3
1.4 Sistematización del problema.....	3
1.5 Objetivos de la Investigación	3
– 1.5.1 Objetivo General	3
– 1.5.2 Objetivos específicos	3
1.6 Hipótesis	4
1.7 Justificación de la Investigación.....	4
– 1.7.1 Justificación teórica	4
– 1.7.2 Justificación metodológica.....	4
– 1.7.3 Justificación práctica.....	4
1.8 Delimitación del contenido.....	5

CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Manual.....	6
2.2 Tipos de manuales	6
– 2.2.1 De Organización	6
– 2.2.2 Manual de procesos.....	6
– 2.2.3 Manual Técnico	7
– 2.2.4 Departamental	7
– 2.2.5 De Finanzas.....	7
– 2.2.6 De procedimiento.....	7
– 2.2.7 De técnicas	7
– 2.2.8 Manuales múltiples	8
– 2.2.9 De puesto	8
– 2.2.10 De calidad	8
– 2.2.11 De sistema	8
– 2.2.12 Manuales administrativos	8
– 2.2.13 Manuales de mantenimiento	9
– 2.2.14 Tipos de manuales de mantenimiento:.....	9
2.3 El motor Diésel.....	10
2.4 Principio de funcionamiento del motor diésel.....	11
2.5 Elementos constitutivos del motor.	12
– 2.5.1 Elementos estructurales o fijos:	12
– 2.5.1.1 Bloque motor:	12
– 2.5.1.2 Culata	13
– 2.5.1.3 Tapa de culata o de balancines.....	14
– 2.5.1.4 Cáster	15
– 2.5.2 Elementos motrices.	16

2.5.2.1	Pistón o émbolo	16
2.5.2.2	Segmentos	17
2.5.2.3	Bulón.....	19
2.5.2.4	Bielas	19
2.5.2.5	Cigüeñal	21
2.5.2.6	Casquillos de fricción o semi cojinetes.....	22
2.5.2.7	Volante motor	23
2.6	Características del Combustible Diésel	24
2.6.1	Poder calorífico	24
2.6.2	Punto de inflamación	24
2.6.3	Punto de Auto Inflamación	25
2.6.4	Índice de Cetano	25
2.6.5	Densidad estable	25
2.6.6	Volatilidad.....	25
2.6.7	Viscosidad.....	25
2.6.8	Punto de Congelación	25
2.6.9	Contenido en Azufre	26
2.7	Filtro de aire del motor	26
2.8	Filtro de aceite del motor.....	28
2.8.1	Tipos de filtros:	29
2.8.2	Componentes y características que debe tener un buen filtro de aceite.....	30
2.8.3	Agentes contaminantes que genera el lubricante motor y deben ser retenidos por el filtro de aceite	31
2.9	Filtros de combustibles.....	32
2.9.1	Dispositivo de purgado	33
2.9.2	Proceso de purgado	35
2.10	Sistemas de inyección diésel	36
2.11	Bomba de Inyección Rotativa.....	38

2.12	Estructura del Conjunto de la Bomba Radial	39
2.13	Sistema de Alimentación de Combustible.....	40
2.14	Elemento de Bombeo	41
2.15	Accionamiento del Émbolo	42
2.16	Descripción de la cabeza distribuidora.....	43
2.17	Válvulas de Impulsión.....	44
2.18	Dispositivo de Dosificación.	45
2.19	Dispositivo de Regulación de Velocidad.....	46
2.20	Dispositivo Variador de Avance.....	47
2.21	Como Generan Presión las Bombas de Inyección Rotativas.....	48
– 2.21.1	Cilindro o cabezal hidráulico (1)	49
– 2.21.2	Un pistón móvil (2).....	49
– 2.21.3	La corredera de regulación (6)	49
2.22	Funcionamiento del dispositivo.....	49
2.23	Tipos de Bombas Radial VP 29.....	51
– 2.23.1	Bomba Mecánica	51
– 2.23.2	Bomba Electrónica.....	52
CAPÍTULO III		54
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MOTOR PERKINS SERIE 1006 MODELO YD DE SEIS CILINDROS PARA APLICACIONES AGRÍCOLAS E INDUSTRIALES		54
3.1	Introducción.....	54
3.2	Identificación del motor.....	54
3.3	Características técnicas del motor Perkin 1006.....	55
3.4	Características del aceite utilizado en el motor	55
3.5	Características del líquido refrigerante utilizado en el motor.....	56
3.6	Equivalencias de los filtros de aire utilizado en el motor.....	57

3.7	Equivalencias de los filtros de combustible utilizado en el motor	60
3.8	Equivalencias de los filtros de aceite utilizado en el motor	63
CAPÍTULO IV		66
Desarrollo Del Manual De Mantenimiento Preventivo del Motor Perkins Serie 1006 Modelo YD de Seis Cilindros Para Aplicaciones Agrícolas e Industriales.....		66
4.1	Medidas y recomendaciones de seguridad a seguir durante el mantenimiento preventivo del motor.....	66
4.2	Extracción y agregado del aceite del motor.....	68
4.3	Extracción y agregado del líquido refrigerante del motor.....	71
4.4	Extracción y reemplazo del filtro de combustible del motor.....	73
4.5	Extracción y reemplazo del filtro de aceite del motor.....	76
4.6	Extracción y reemplazo del filtro de aire del motor	80
4.7	Revisión y mantenimiento de la batería del motor.	82
4.8	Consideraciones adicionales en el programa de mantenimiento.	84
4.8.1	Comprobación de bandas (correas) de accionamiento.....	85
4.8.2	Limpieza del colador de la bomba de alimentación.....	86
4.8.3	Comprobación de la holgura de válvulas	87
4.8.4	Calibración de válvulas en el motor de seis cilindros.....	87
4.8.5	Posibles problemas, posibles causas y posibles comprobaciones a realizar en el motor.....	88
4.8.6	Lista de causas posibles en los fallos en el motor Perkins serie 1006 de seis cilindros	89
CAPÍTULO V		92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		92
5.1	CONCLUSIONES.....	92
5.2	RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA		94

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Sede Guayaquil.....	2
Figura 2. Motor Diésel	10
Figura 3. Esquema de los cuatro tiempos del motor diésel	11
Figura 4. Bloque del motor.....	12
Figura 5. Culata del motor.....	14
Figura 6. Tapa culata o balancín.....	15
Figura 7. Cáster del motor.	16
Figura 8. Pistón o Émbolo	17
Figura 9. Tipos de segmentos.....	19
Figura 10. Bulón.....	19
Figura 11. Biela del motor.....	20
Figura 12. Cigüeñal.	21
Figura 13. Semi cojinetes.	23
Figura 14. Volante del motor bimasas y amortiguador.....	24
Figura 15. Filtro de aire del motor.....	26
Figura 16. Filtro de combustible.	28
Figura 17. Sistema en base a la forma de filtrar el aceite.....	30
Figura 18. Filtro de combustible y sus partes.....	32
Figura 19. Disposición interna del filtro de combustible	33
Figura 20. Pulsador para purgado.....	34
Figura 21 bomba de cebado manual	34
Figura 22. Purgador	35
Figura 23. Esquema de circuito de alimentación con bomba lineal y rotativa.....	37
Figura 24. Esquema de inyección directa diésel.....	37
Figura 25. Esquema de inyección indirecta diésel.	37
Figura 26. Bomba de Inyección Rotativa.	38
Figura 27. Circuito de Alimentación de Combustible.....	39
Figura 28. Sistema de Alimentación de Combustible	41
Figura 29. Elementos de Bombeo.	42
Figura 30. Accionamiento del Émbolo.....	42
Figura 31. Descripción del Émbolo de Bombeo y Distribución.....	43
Figura 32. Alimentación y Distribución del Elemento de Bombeo	44
Figura 33. Disposición de las Válvulas de Impulsión.	45
Figura 34. Fases de Dosificación de Combustible.	46
Figura 35. Dispositivo Regulador de Velocidad.	47
Figura 36. Dispositivo Variador de Avance.	48
Figura 37. Dispositivo de Bombeo de Alta Presión.	48
Figura 38. Comienzo de la Inyección de Combustible.....	50
Figura 39. Final de la Inyección de Combustible.....	50
Figura 40. Despiece de la bomba Mecánica Radial.....	52
Figura 41. Despiece de la bomba Electrónica Radial Tipo VP 29	53
Figura 42. Placa de identificación del motor.	55
Figura 43. Ubicación desajuste del tapón de aceite.....	68
Figura 44. Recolección del aceite usado.	69
Figura 45. Ubicación del tapón del cáster.....	69
Figura 46. Ubicación del aceite.	70
Figura 47. Verificación de la medida del aceite.	70
Figura 48. Ubicación desajuste del tapón del radiador.....	71
Figura 49. Recolección del refrigerante usado.	71

Figura 50. Ubicación desajuste del tapón del radiador.....	72
Figura 51. Ubicación del líquido refrigerante.	72
Figura 52. Extracción del filtro de combustible.	73
Figura 53. Toma de combustible desde el filtro.	73
Figura 54. Extracción del filtro con trampa de agua.	74
Figura 55. Formación de sales en la toma de combustible.....	74
Figura 56. Trampa de agua con impurezas de combustible.	75
Figura 57. Limpieza de la trampa de agua.....	75
Figura 58. Guías de entrada de los filtros de combustible.	76
Figura 59. Filtros de combustible cambiados.....	76
Figura 60. Ubicación de los filtros de aceite en la funda.	77
Figura 61. Extracción de los filtros de aceite.	77
Figura 62. Filtros de aceite Cat homologados.	78
Figura 63. Extracción de los filtros de aceite.	78
Figura 64. Lubricación del retenedor del filtro de aceite.	79
Figura 65. Ubicación de los filtros de aceite.	79
Figura 66. Filtros de aceite cambiados.	79
Figura 67. Depurador del filtro de aire.	80
Figura 68. Extracción del filtro de aire primario.	80
Figura 69. Extracción del filtro de aire secundario.	81
Figura 70. Interior del depurador de aire.....	81
Figura 71. Filtro de aire secundario.....	81
Figura 72. Filtro de aire primario.	82
Figura 73. Presencia de sulfato en la carcasa de labatería.....	82
Figura 74. Presencia de sulfato en los bornes de la batería.	83
Figura 75. Revision de electrolito en la celda de la batería	83
Figura 76. Colocación de agua destilada dentro de la celda de la bateria.....	83
Figura 77. Forma de medir la tensión en la banda	85
Figura 78. Tensión en la banda con el pulgar.....	85
Figura 79. Limpieza de la bomba de alimentación.....	86
Figura 80. Calibración de válvulas	87
Figura 81. Posición de las válvulas	87

Índice de Tablas

Tabla 3.2.1 Código de Identificación del motor.....	54
Tabla 3.3.1 Características técnicas del motor	55
Tabla 3.4.1 Compatibilidad del aceite con los combustibles de acuerdo al contenido de azufre.	56
Tabla 3.5.1 Características del líquido refrigerante CAT EC-1 Premix 50/50.....	57
Tabla 3.6.1 Tabla de referencia de homologación de filtros de aire primario.....	58
Tabla 3.6.2 Tabla de referencia de homologación de filtros de aire secundario	59
Tabla 3.7.1 Tabla de referencia de homologación de filtros de combustible con separador de agua.	60
Tabla 3.7.2 Tabla de referencia de homologación de filtros de combustible.....	62
Tabla 3.8.1 Tabla de referencia de homologación de filtros de aceite.	64
Tabla 4.8.1 Guía de mantenimiento a realizarse en el motor.	84
Tabla 4.8.2 Orden y secuencia de válvulas y cilindros	87
Tabla 4.8.3 Problema y soluciones del motor	89

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador – Guayaquil, teniendo en cuenta que la institución posee un motor estacionario Perkins de estas características, el mismo que sirve como impulsor del generador eléctrico que existe en las instalaciones de la misma cuando por algún motivo se presentan cortes de energía, el presente trabajo tiene como objetivo principal Elaborar un Manual de Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Motor Perkins Serie 1006 modelo YD de seis cilindros para aplicaciones agrícolas e industriales.

El manual desarrollado está diseñado de tal manera que es de mucha utilidad, fácil entendimiento y sencilla aplicación para preservar de forma correcta y apropiada el motor existente en cuanto a los mantenimientos del mismo.

Al tener este manual como guía se facilitará el proceso de aplicación y seguimiento de los diferentes mantenimientos que se realizan en este tipo de motores estacionarios, siendo estos de forma diferente a un motor que se encuentra montado en un vehículo, por lo general en este tipo de motores se realizan mantenimientos programados por horas de trabajo o por tiempo de uso o degradación de materiales como el aceite y el refrigerante según especificaciones del fabricante.

ABSTRACT

The present work was carried out in the building of the Faculty of Automotive Engineering of International University of Ecuador - Guayaquil, taking into account that the institution has a Perkins stationary motor of these characteristics. This motor is used as a driver of the electrical generator that is available in the building already mentioned when for some reason there are power outages. This work has as its main objective to Elaborate a Predictive, Preventive and Corrective Maintenance Manual for the Perkins Series 1006 model YD six-cylinder engine for agricultural and industrial applications.

The developed manual is designed in such a way that it is very useful, easy to understand and simple to properly preserve the existing engine in terms of maintenance.

By having this manual as a guide will facilitate the process of application and monitoring of the different maintenance performed on this type of stationary engines, these being different from an engine that is mounted on a vehicle, usually in this type of motors scheduled maintenance is carried out by working hours or by time of use or degradation of materials such as oil and coolant according to the manufacturer's specifications.

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

El motor diésel es una maquina térmica de combustión interna en el cual el encendido se logra por la temperatura elevada producto de la compresión del aire en el interior del cilindro. Funciona mediante la ignición de la mezcla aire-gasoil sin chispa. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor, compresión.

El sistema de inyección se encarga de suministrar al inyector el caudal necesario de combustible en cada carrera de trabajo, haciéndolo a gran presión y a una posición exacta del cigüeñal. El inyector asegura una fina pulverización del combustible en la cámara de combustión.

Este presente documento corresponde a la necesidad de contar con la elaboración de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo del motor perkins serie 1006 yd de seis cilindros para aplicación agrícolas e industriales, su principal propósito es aplicar un correcto mantenimiento adecuado para el motor perkins que se encuentra dentro de la Universidad Internacional del Ecuador.

Utilizando el correcto mantenimiento se debe aumentar la vida útil del motor y asegurar que el funcionamiento del mismo se desarrolle con normalidad dentro de los parámetro establecidos para la reducción de uso de los repuesto y minimizar el costo anual, todo personal técnico podrá usar la información de este documento para el seleccionar los repuestos correctos y su equivalente en otras marcas, permitiendo ser más eficiente al momento de realizar los mantenimiento para obtener un trabajo seguro y oportuno.

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Definición del problema

El problema se establece en la necesidad de contar con un manual o modelo de mantenimiento del grupo estacionario Perkins Serie 1006, el mismo que se pueda utilizar como guía para desollar y aplicar los diferentes tipos de mantenimientos que se pueden y deben aplicar en el motor, para lograr un funcionamiento adecuado y de forma estable para así poder minimizar problemas que se pudieran presentar en su funcionamiento.

El no aplicar los diferentes mantenimientos que son necesarios para el correcto funcionamiento del motor conllevará a tener posibles fallas en cuanto a su funcionamiento, considerando que se trata de un motor tipo estacionario se podrían causar daños que a su vez son muy costosos en cuanto a su reparación se refiere, y aplicando los mantenimientos respectivos se podrá tener controlado este problema.

1.2 Delimitación geográfica

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil (figura 1).



Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Sede Guayaquil (Google Maps, 2018)

1.3 Formulación del problema

¿Es viable la elaboración de un Manual de Mantenimiento Preventivo y Correctivo del motor estacionario Perkins Serie 1006 modelo YD?

1.4 Sistematización del problema

- ¿Cuál es el alcance del desarrollo de este trabajo en la Facultad de Ingeniería Automotriz en la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil?
- ¿Cuál es el funcionamiento del motor estacionario Perkins serie 1006 modelo YD?
- ¿Qué instrumentos mecánicos se utilizarán para la elaboración del trabajo?
- ¿Cómo realizar el manual de mantenimiento del grupo electrógeno Perkins serie 1006 modelo YD?

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo General

Elaborar un manual de mantenimiento preventivo y correctivo del motor estacionario Perkins serie 1006 modelo YD de seis cilindros para aplicaciones agrícolas y estacionarios de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, sede Guayaquil, en el año 2019.

1.5.2 Objetivos específicos

- Lograr que el manual de mantenimiento sea de fácil y rápida aplicación en los trabajos que se realicen en el motor estacionario.
- Establecer los elementos, componentes o insumos que se deben cambiar de forma permanente y periódica en el motor para lograr un funcionamiento adecuado del mismo.
- Demostrar el proceso de mantenimiento preventivo del motor Perkins serie 1006 modelo YD de seis cilindros para aplicaciones agrícolas y estacionarios.

1.6 Hipótesis

La hipótesis para el presente trabajo se determina de la siguiente manera: “La elaboración de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo del grupo electrógeno Perkins serie 1006, ayudará a tener mejores resultados en cuanto a la prevención de daños y corrección de los mismos”.

1.7 Justificación de la Investigación

1.7.1 Justificación teórica

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación de temas relacionados al tipo de motor estacionario descrito, debido que muchos de los lectores desconocen la forma o el proceso de mantenimiento y además de términos ligados a la mecánica automotriz y es por ello que se debe de trabajar para profundizar la investigación.

1.7.2 Justificación metodológica

Es necesario considerar la opinión de expertos para en base a sus perspectivas también desarrollar la propuesta. Dentro de la metodología se definen las técnicas de investigación, así como los instrumentos en donde se recolecta la información.

El método científico es el método de cada trabajo de investigación, en donde existe un respaldo de la información que se argumenta, es la ayuda de todo proyecto, y es muy útil porque de ser necesario se podrá saber sobre las opiniones de personas que hicieron pruebas de resultados especificados en alguna prueba realizada. El proceso metodológico ayuda a que los lineamientos investigativos, sean los adecuados para obtener la información esperada.

1.7.3 Justificación práctica

El diseño de manual de mantenimiento preventivo y correctivo del motor estacionario Perkins serie 1000, ayudará a realizar el trabajo requerido con mayor destreza y pericias en las personas que realicen la tarea en forma práctica y real, ya que es necesario conocer sobre el proceso para así prevenir posibles problemas que se pueden prevenir con la aplicación de un plan de mantenimiento programado y sustentable.

1.8 Delimitación del contenido

La información detallada en el presente trabajo, está constituida en base a manuales de taller, manuales de mantenimiento preventivo y correctivo, además de documentación que sea necesaria y útil para alcanzar los objetivos planteados, y que sirvan de sustento para desarrollar el presente proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Manual

Se llama manual a todo aquello que se efectúa mediante el uso de las manos. Así se llama trabajo manual al trabajo artesanal, que no utiliza maquinarias en el proceso de elaboración de productos. En la Edad Media era el trabajo manual o artesanal el modo de producción, donde los trabajadores manuales trabajaban agrupados en gremios. Esta manera de trabajar fue reemplazada por el trabajo fabril, a partir de la Revolución Industrial, ocurrida en Inglaterra a partir del año 1750. Otra acepción del término manual es la de libro religioso, que contiene los ritos con el que los sacramentos deben ser administrados.

También se denomina manual al libro que posee un compendio o síntesis de las partes sustanciales de una asignatura, a diferencia de los tratados, que poseen los temas desarrollados de una manera analítica (DeConceptos.com, 2018).

2.2 Tipos de manuales

2.2.1 De Organización

Los manuales de organización son aquellos que se encargan de detallar de forma sistémica los procesos, procedimientos y gestión de las empresas. Es decir, se expone la jerarquía de la organización, detallando la estructura y los roles y actividades que se desarrollan en las diferentes áreas. (Tiposde.ONLIE, 2018)

2.2.2 Manual de procesos

Es aquel que permite que una empresa funcione de manera correcta, debido a que es donde se establecen los estamentos, políticas, normas, reglamentos, sanciones y todo aquello concerniente a la gestión de la organización (IMPULSA, 2018).

2.2.3 Manual Técnico

Un manual técnico es aquel que va dirigido a un público con conocimientos técnicos sobre algún área. Se debe presentar una breve descripción del sistema desarrollado, que contemple el ámbito abarcado, cuál es su función principal y un detalle de las funciones macros o partes que lo componen (MANUAL TÉCNICO, 2018).

2.2.4 Departamental

El manual departamental incide y profundiza en cómo han de realizarse las diferentes labores que se llevan a cabo en cada departamento. Es decir, es un tipo de manual que está dirigido a los empleados y que busca regular las tareas que debe realizar el personal en función a su puesto, para que quedé totalmente claro y se pueda asignar el trabajo a cada departamento de la forma más eficiente posible.

Es un manual que se emplea con la finalidad de que la asignación de tareas se realice de una forma mucho más ágil y eficiente.

2.2.5 De Finanzas

El manual de finanzas es aquel que se encarga de controlar los bienes pertenecientes a una empresa. Este manual suele corresponder al departamento de contabilidad, generalmente va dirigido al tesorero de la propia empresa. (Tiposde.ONLIE, 2018)

2.2.6 De procedimiento

Este manual se encarga de listar los pasos que han de seguirse para poder realizar una actividad o emprender alguna idea dentro de la empresa de manera correcta o siguiendo el protocolo, ética o valores de la empresa.

2.2.7 De técnicas

Los manuales de técnicas son parecidos a los de procedimientos, solo que en este caso se encargan de detallar de forma meticulosa la forma en la que deben desempeñarse o realizarse las diferentes tareas de cada departamento. Es decir, es un compendio de técnicas para poder desarrollar tareas concretas de manera adecuada.

2.2.8 Manuales múltiples

Los manuales múltiples, como bien expone nombre se dedican a cuestiones de diversa índole. Algunas de estas cuestiones exponen las normas generales de la empresa de forma clara y concisa o, también, pueden explorar el sistema organizativo de la empresa. (Tiposde.ONLIE, 2018)

2.2.9 De puesto

Los manuales de puesto son todos aquellos que explican de forma específica cuáles son las funciones y características que le corresponden a cada puesto de la empresa en concreto. Es otras palabras, es un manual que detalla las funciones, características y responsabilidades de un puesto de trabajo dentro de una empresa.

2.2.10 De calidad

Los manuales de calidad establecen las bases establecidas por la empresa referentes a la calidad del sistema. En otras palabras, se establece la calidad mínima que deben tener los productos o servicios de la empresa y los procedimientos a seguir para lograr dicha calidad.

Estos manuales pueden hacer referencia a las actividades en general del sector o a las actividades de la organización.

2.2.11 De sistema

Los manuales de sistema se realizan al mismo tiempo que se desarrolla el sistema de la empresa, ya sea el sistema organizacional, el sistema industrial, de maquinaria, de producción o cualquier otro relativo a la empresa, y expone cómo está formado y cómo funciona un sistema específico y determinado.

Este manual puede estar formado también por un grupo de manuales que juntos abarcan la totalidad del sistema.

2.2.12 Manuales administrativos

Los manuales administrativos suelen estar orientados al área de contabilidad y finanzas de una organización y suelen expresar o explicar las tareas y responsabilidades de un área departamental o puesto laboral en concreto, dependiendo del tipo de manual del que estemos hablando.

Como decimos, existen varios tipos de manuales administrativos, como veremos a continuación:

- **Macro administrativo.** - Es aquel manual que se encarga de recoger datos administrativos de más de un departamento de la empresa, conteniendo información general y abarcando, por tanto, mucha más información que otros tipos de manuales administrativos.
- **Micro administrativo.** - Es el encargado de recoger la información de un solo departamento de la organización, pero de forma mucho más detallada y específica que el manual macro administrativo.
- **Meso administrativo.** - Son aquellos que controlan las actividades de más de una empresa, es decir, con el manual meso administrativo se busca poder gestionar a nivel administrativo varias organizaciones de forma óptima.

2.2.13 Manuales de mantenimiento

Un manual de mantenimiento describe las normas, la organización y los procedimientos que se utilizan en una empresa para efectuar la función de mantenimiento.

Dicho manual eleva el papel del mantenimiento a un lugar muy importante de la organización, cuando los procesos se encuentran ordenados y son llevados a cabo de una manera satisfactoria. Un manual de mantenimiento está compuesto por los procesos básicos de la administración : planeación, organización, ejecución y control. Donde en cada una de las etapas se describen los procedimientos y las operaciones necesarias para administrar el proceso de mantenimiento de una forma amplia. (Albornoz Salazar, 2016)

Se hace uso de la Inspección como una herramienta muy valiosa para el apoyo del mantenimiento, cada proceso se debe desarrollar bajo el esquema: entrada – proceso – salida. Se identifica como entradas todos los elementos con los que inicia o parte el proceso, es decir : información, documentos, normas, etc. En el proceso se detallan las secuencias llevadas a cabo para transformar las entradas y obtener resultados llamados salidas, las cuales en procesos continuos son al mismo tiempo entradas de otros proceso.

2.2.14 Tipos de manuales de mantenimiento:

Aunque se pueden agrupar los manuales en relación al tipo de instalaciones, equipos o herramientas, la clasificación más lógica y utilizada atiende directamente al tipo de mantenimiento que se realice :

- **Manual de mantenimiento predictivo:** Contempla las revisiones periódicas (usualmente programadas) para detectar cualquier condición (presente o futura) que pudiera impedir el uso apropiado y seguro del dispositivo y poder corregirla, manteniendo de ésta manera cualquier instalación, herramienta o equipo en óptimas condiciones de uso.
- **Manual de mantenimiento preventivo:** Contempla los ajustes, modificaciones, cambios, limpieza y reparaciones (generalmente sencillos) necesarios para mantener cualquier instalación, herramienta o equipo en condiciones seguras de uso, con el fin de evitar posibles daños al operador o al equipo mismo.
- **Manual de mantenimiento correctivo:** Contempla las reparaciones, cambios o modificaciones de cualquier herramienta, maquinaria o equipo cuando se ha detectado alguna falla o posible falla que pudiera poner en riesgo el funcionamiento seguro de la instalación, herramienta o equipo y de la persona que lo utiliza.

2.3 El motor Diésel.

El motor diésel es una maquina térmica de combustión interna en el cual el encendido se logra por la temperatura elevada producto de la compresión del aire en el interior del cilindro. Funciona mediante la ignición de la mezcla aire-gasoil sin chispa. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor, compresión.

El combustible diésel se inyecta en la parte superior de la cámara de compresión a presión, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a alta temperatura y presión. Como resultado, la mezcla se quema muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que la mezcla contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación. (Consuegra Pacheco, 2007)



Figura 2. Motor Diésel
(vanguardia.com.mx, 2018)

2.4 Principio de funcionamiento del motor diésel

La estructura del motor diésel es similar a la del motor Otto, aunque en los motores diésel primero ingresa el aire en los cilindros y se comprime, y posteriormente entra el combustible. Por tanto, la mezcla se forma en el interior del cilindro. (Sánchez, 2011)

El aire introducido en el cilindro se comprime fuertemente en la fase de compresión, alcanzando temperaturas superiores a los 600 °C. En esta masa de aire caliente se inyecta el combustible finamente pulverizado a alta presión. El combustible se enciende espontáneamente por la elevada temperatura del aire, mientras que una vez iniciado el proceso de la combustión se ve favorecido por la gran cantidad de oxígeno que se encuentra alrededor de cada una de las gotas inyectadas. El ciclo del motor diésel de cuatro tiempos es el siguiente (figura 3):

- **Admisión.** La válvula de aspiración está abierta y la de expulsión cerrada. El recorrido del pistón desde el PMS(Punto Muerto Superior) al PMI (Punto Muerto Inferior) permite el llenado del cilindro con aire limpio y filtrado.
- **Compresión.** El pistón vuelve a subir del PMI al PMS, con las válvulas cerradas. El aire contenido en el cilindro se comprime en la cámara de combustión. El aire se calienta hasta alcanzar los 500 y 750 °C cerca del PMS.
- **Inyección-combustión y expansión.** Poco antes del PMS el inyector introduce en el cilindro el gasóleo finamente pulverizado, a la presión de la bomba de inyección. El gasóleo se enciende, provocando aumento de la temperatura y de la presión, empujando el pistón hacia el PMI.
- **Escape.** Poco antes de terminar el tiempo de expansión, la válvula de escape se abre para expulsar los residuos de la combustión, gracias a que la presión residual es superior a la atmosférica.

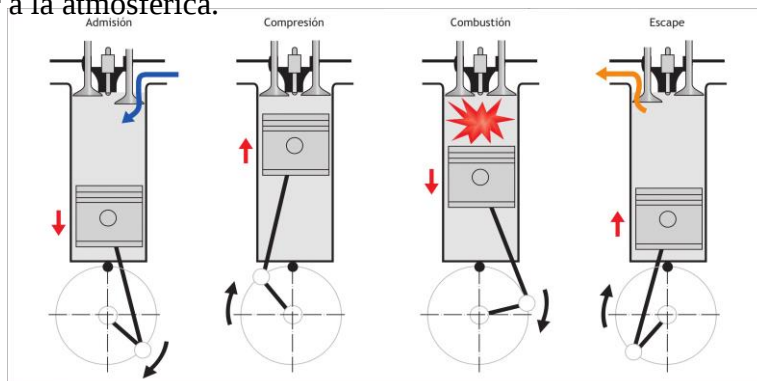


Figura 3. Esquema de los cuatro tiempos del motor diésel (Sánchez, 2011)

2.5 Elementos constitutivos del motor.

2.5.1 Elementos estructurales o fijos:

2.5.1.1 Bloque motor:

El bloque motor (figura 4) es la pieza más importante del motor. Va anclado a la carrocería a través de silentblocks (Juntas o bases) que proporcionan una unión elástica que se encarga de absorber las vibraciones del motor para que no se transmitan a la carrocería y a sus ocupantes. El bloque tiene practicados unos orificios, llamados cilindros, donde se alojan, guían y desplazan los pistones con un movimiento alternativo. (Cordero, 2013).

Los cilindros tienen varias utilidades como por ejemplo:

- Recipiente para contener la mezcla aire-combustible que se va a quemar.
- Cámara de expansión de dicha mezcla.



Figura 4. Bloque del motor.
(Cordero, 2013)

Sobre la parte superior del bloque se practica una cara totalmente plana sobre la que se asienta la culata con interposición de la junta de culata, para conseguir la estanqueidad entre ambas piezas. La unión de estas dos piezas, a través de tornillos de culata, debe ser muy resistente debido a que deben soportar grandes esfuerzos producidos por la combustión.

Sobre la parte inferior se mecaniza la bancada, donde se aloja el cigüeñal con interposición de unos cojinetes de fricción. Esta bancada puede ser de sombreretes independientes, en los bloques de fundición, o de una tapa de bancada o semi cárter que es más rígido, sobre todo en los bloques de aleación de aluminio.

Además, el bloque sirve para:

- Anclar diferentes mecanismos o circuitos auxiliares como la distribución, la refrigeración, el engrase, etc.

- Conducir los fluidos de los circuitos de refrigeración y engrase a los lugares donde se necesiten a través de unos orificios mecanizados.
- Atornillar la caja de cambios.

- **Características de los bloques:**

Deben tener las siguientes características para un funcionamiento correcto:

- Alta rigidez o resistencia estructural.
- Gran resistencia al desgaste.
- Buena capacidad de evacuación del calor.

- **Tipos de bloques:**

Los bloques se clasifican atendiendo a la forma de fabricar los cilindros:

- **Bloques con camisas integrales.** Las camisas se mecanizan directamente en el bloque.
- **Bloques con camisas secas.** Las camisas son postizas y se coloca a presión en el bloque. La camisa no tiene contacto directo con el circuito de refrigeración.
- **Bloques con camisas húmedas.** Las camisas también son postizas, no van a presión y tienen contacto directo con el sistema de refrigeración.

- **Materiales:**

Los bloques suelen estar fabricados en fundición de hierro, también llamada fundición gris, o en aleación ligera de aluminio, siendo estos últimos más ligeros, con mayor disipación térmica y menos resistentes.

2.5.1.2 Culata

La culata o también conocida como cabezote es la pieza que hace el cierre superior del bloque (figura 2.5.2). La culata y el bloque van unidos por sus superficies perfectamente planas con interposición de una junta, llamada junta de culata, de unas características y tecnologías muy especiales.

Están unidos por unos pernos roscados que aseguran la estanqueidad entre culata y bloque. En su diseño y fabricación hay que tener en cuenta que en su interior debe alojar:

- Las cámaras donde se realiza la combustión.
- Parte de los colectores de admisión y de los colectores de escape con sus respectivas válvulas, balancines, taques, árboles de levas y demás elementos de la distribución.
- Conductos para el paso del líquido refrigerante y lubricante.

- Bujías de precalentamiento.
- Inyectores.
- Orificios para los tornillos de culata y diferentes espárragos.
- Varias zonas planas para el acoplamiento a otros elementos.



Figura 2.5. Culata del motor.
(Cordero, 2013)

La culata, junto con su junta de estanqueidad, son los elementos que más frecuentemente provocan averías debido a los esfuerzos que tienen que soportar causados por las elevadas presiones y temperaturas que soportan.

– **Tipos de culatas**

Existen culatas para motores diésel y para motores de gasolina, siendo la principal diferencia entre ellas la forma que tiene la cámara:

- En los motores diésel la culata suele ser plana, quedando la cámara practicada en el pistón o en una precámara que comunica con el cilindro a través de un pequeño orificio.
- En los motores de gasolina la cámara suele estar practicada en la culata, existiendo distintas formas como la de bañera, cuna, hemisféricas, Heron, entre otros.

– **Materiales**

Los materiales de fabricación son el hierro fundido y las aleaciones de aluminio, como en los bloques, siendo las más usadas, con diferencia, las de aleación de aluminio, sobre todo por su mejor disipación térmica.

2.5.1.3 Tapa de culata o de balancines

La tapa de culata o de balancines es la que se encarga de hacer el cierre estanco de la parte alta de la culata. (figura 6) da acceso a elementos de distribución para su reparación y mantenimiento, como árboles de levas, taques, balancines, entre otros. Se encarga de reneter el aceite y sus vapores, condensándolos y volviéndolos líquidos otra vez para que caigan por gravedad a través del motor. Para hacer dicha estanqueidad se interpone entre esta y la culata la junta de la tapa de balancines.

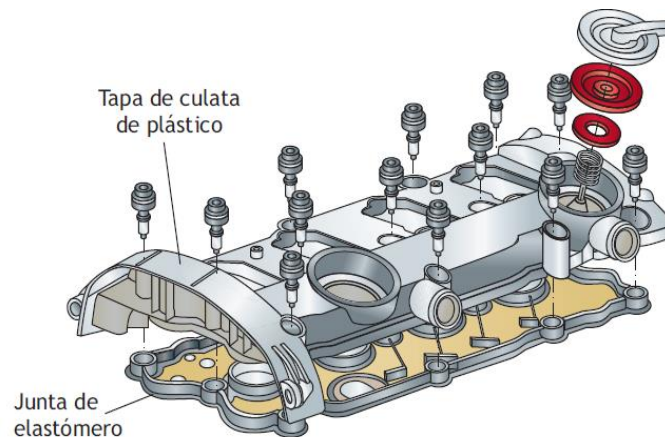


Figura 6. Tapa culata o balancín.
(Cordero, 2013)

2.5.1.4 Cárter

El cárter es la tapa que cierra el bloque motor por su parte inferior de forma estanca. Tiene la misión de hacer de depósito de aceite, refrigerándolo ligeramente. Alberga el tapón de vaciado para realizar el cambio de aceite y puede alojar sensores de temperatura, nivel de aceite y otros.

Para hacer la estanqueidad entre bloque y cárter se interpone una junta de elastómeros, papel o cordón liquido de poliuretano o silicona. El cárter se puede fabricar con distintos materiales, como pueden ser:

- Chapa estampada. Se abolla al ser golpeada sin sufrir pérdidas de aceite.
- Aleación de aluminio. Pesa poco y refrigera mucho más.

Se recurre muchas veces a una solución intermedia. En este caso, el cárter se compone de dos piezas (figura 7): la superior de aluminio para refrigerar y la inferior de chapa para evitar las fugas de aceite por impactos



Figura 7. Cárter del motor.
(Cordero, 2013)

2.5.2 Elementos motrices.

2.5.2.1 Pistón o émbolo

El pistón es el elemento del motor que se desplaza dentro del cilindro con movimiento lineal alternativo, sirviéndole el cilindro como guía. Sobre la cabeza del pistón se produce la combustión o fuerza de expansión de los gases. Esta fuerza empuja el pistón hacia abajo en su carrera descendente y, a su vez, el pistón transmite el movimiento a la biela a través del bulón y la biela al cigüeñal.

– Características de los pistones

El pistón es una pieza del motor sometida a condiciones como:

- Presiones muy elevadas.
- Inercias de aceleraciones y desaceleraciones al pasar de los puntos muertos, lugar donde la velocidad es cero, al punto central de su carrera, lugar donde la velocidad es máxima, y viceversa.
- Variaciones de temperaturas muy bruscas.

Por tanto, las características principales de los pistones deben ser:

- Diseño, materiales y fabricación específicos para cada tipo de motor.
- Resistencia a altos esfuerzos mecánicos y a elevadas temperaturas.
- Alta conductibilidad térmica y capacidad para disipar bien el calor hacia el circuito de refrigeración.
- Estanqueidad lo mejor posible.
- Tener bajo coeficiente de dilatación para tener una holgura lo más constante posible en el cilindro.
- Alta cualidad de deslizamiento, pues sufre rozamientos muy importantes.

- Ser lo más ligero posible para evitar grandes inercias.

- **Materiales**

Los materiales más usados en la fabricación de los pistones son el aluminio y el silicio. El proceso de fabricación puede ser por fundición en coquilla o el forjado por estampación. Después se mecanizan y son tratados térmica o químicamente en su parte exterior para aumentar más aun su resistencia y capacidad de deslizamiento.

- **Partes del pistón**

Un pistón (figura 8) está constituido por las siguientes partes:

- **Cabeza:** Debe tener una conducción térmica muy alta y gran resistencia mecánica. En los motores diésel de inyección directa aloja la cámara de combustión o deflectores, que mejoran la homogenización de la mezcla y la combustión.
- **Zona de segmentos:** Es la parte cajeadada que aloja los segmentos, tres generalmente. En el cajeadado superior, que es el que más sufre las presiones y temperaturas elevadas, se suele poner un cajeadado postizo de fundición.
- **Zona de alojamiento del bulón:** Es la zona más robusta y reforzada de este, pues aquí es donde se transmite el movimiento al pie de biela.
- **La falda del pistón:** Es la parte inferior del mismo y sirve para hacer el guiado del pistón y evitar que cabecee. En la falda se suele colocar una película de grafito y molibdeno para disminuir el rozamiento con el cilindro. La falda suele ser más larga en las zonas transversales al bulón.



Figura 8. Pistón o Émbolo de un motor a diesel
(Cordero, 2013)

2.5.2.2 Segmentos

Los segmentos son aros elásticos abiertos, situados en la ranura del pistón, que hacen la estanqueidad entre el cilindro y el pistón. Son los encargados de transmitir la mayor

parte del calor de la combustión recibido por el pistón y cederla al cilindro, donde lo disipa el sistema de refrigeración.

La disipación del calor también se produce gracias al aceite que queda impregnado en el cilindro y que los segmentos rascan y lo hacen caer por el interior del pistón y, de ahí, al cárter. El hecho de recoger el aceite evita que este pase a la cámara y se queme, evitando así el consumo excesivo de aceite y logrando una menor contaminación.

– **Tipos de segmentos**

Lo más habitual es encontrar pistones con tres segmentos (figura 9), aunque existen otros con cuatro, como por ejemplo en los vehículos industriales, o incluso con dos, en motores pequeños. La sección de los segmentos varia en función de su posición y sus características. En el caso de que haya tres segmentos, son los siguientes:

- **Segmento de fuego:** Es un segmento de compresión, va alojado en el mecanizado de la parte superior del pistón. Soporta la combustión directamente y es el que tiene que disipar más calor.
- **Segmento intermedio o de compresión:** Tiene como misión reforzar al primer segmento reteniendo la compresión, además de ayudar al siguiente a rascar el aceite que haya quedado y que recogerá este último.
- **Segmento de engrase o rascador:** Situado en la parte inferior. Rasca la mayor parte del aceite, lo recoge para que no pase a la cámara de combustión y lo hace pasar, por unos orificios que se practican en su cajeadado, a la parte interior del pistón para refrigerarlo. El segmento de engrase suele estar constituido por varias piezas, entre ellas un muelle que asegura el buen contacto con el cilindro.

– **Materiales**

Los segmentos se realizan por fundición de hierro aleado con otros materiales. Los segmentos de fuego suelen llevar un baño electrolítico cromado.

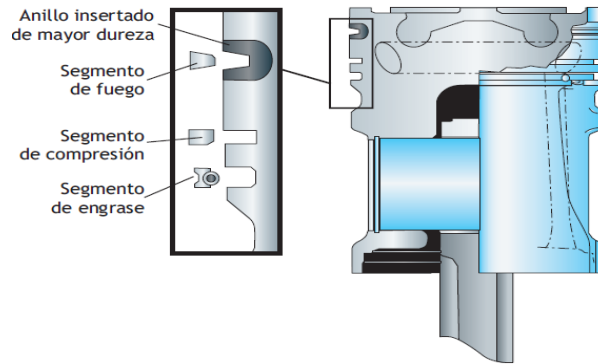


Figura 9. Tipos de segmentos.
(Cordero, 2013)

2.5.2.3 Bulón

El bulón es el eje a través del cual se unen el pistón y el pie de la biela. Por él se transmite toda la fuerza de la combustión (figura 10). Se trata de una pieza hueca sometida a esfuerzos de flexión. La unión entre el bulón y el pie de la biela puede ser:

- **De bulón flotante.** Permite cierta oscilación de la biela y hay que interponer entre ellos un casquillo de bronce y hacerle llegar lubricación.
- **De bulón fijo.** Se fija el bulón al pie de biela por interferencia o aprieto. En este caso, el diámetro del bulón es ligeramente mayor que el del pie de biela, así se consigue su fijación.
- **Materiales**

El bulón se suele fabricar de acero aleado. Posteriormente se añade un tratamiento superficial de nitruración o cementación.



Figura 10. Bulón.
(Cordero, 2013)

2.5.2.4 Bielas

La biela es la pieza que transmite la fuerza del pistón al cigüeñal y es clave en la transformación del movimiento lineal alternativo del pistón en un movimiento de rotación del cigüeñal.

– Características

Está constituida por un cuerpo (figura 11), con sección en forma de H o doble T, que en su extremo superior aloja el pie de biela, orificio donde se aloja el bulón para unirse con el pistón y donde va a recibir el empuje de la combustión. En su extremo inferior va alojada la cabeza de biela, generalmente con una pieza independiente, llamada sombrerete de biela. Esta pieza puede ir dividida perpendicularmente al eje de la biela, sobre todo en motores pequeños, o de forma oblicua, cuando la anchura de la cabeza de la biela es mayor que el diámetro del cilindro, en motores más grandes.

La unión del sombrerete de biela a la biela propiamente dicha se suele hacer a través de dos pernos roscados de gran calidad. La cabeza de biela lleva alojados los semi cojinetes de fricción para evitar el rozamiento directo entre la biela y el cigüeñal. El cuerpo de la biela va aumentando su sección desde la inserción del pie de biela hasta la inserción de la cabeza de forma progresiva.

La biela puede llevar un orificio que comunica la cabeza de biela con el pie de biela para hacer llegar aceite a presión, procedente del cigüeñal, hacia el bulón flotante. En motores pequeños, como en los de motocicletas, las bielas tienen la cabeza en una sola pieza porque el cigüeñal es desmontable y entre medias se coloca un rodamiento de agujas en vez de casquillos de fricción.



Figura 11. bielas del motor.
(Cordero, 2013)

– Características de las bielas

La biela debe ser robusta pero lo más ligera posible para reducir sus inercias y soportar los esfuerzos mecánicos a los que está sometida:

➤ **Esfuerzos de tracción.** Al admitir la mezcla.

- **Esfuerzos de compresión y flexión.** Al transmitir la fuerza de combustión y al hacer la compresión.

- **Materiales**

Se suelen fabricar por fundición de hierro o forjado por estampación de hierro al carbono aleado con otros materiales. Posteriormente se mecanizan los taladros de engrase y los orificios para el bulón y el cigüeñal.

2.5.2.5 Cigüeñal

El cigüeñal es un árbol motriz, donde se albergan tantos codos como cilindros tenga el motor, recibe la fuerza de la combustión a través de las bielas y se convierte en un par que hace girar al cigüeñal.

- **Características**

La forma del cigüeñal (figura 12) depende del número de cilindros, el tipo de motor, el orden de encendido, el número de apoyos en la bancada, y otros.



Figura 12. Cigüeñal.
(Cordero, 2013)

Las principales partes del cigüeñal son:

- Apoyos principales o puntos de giro. Son puntos alineados en un mismo eje sobre los que gira el cigüeñal apoyado en la bancada.
- Muñequillas de biela o puntos de giro de las cabezas de biela. Las muñequillas suelen ir desalineadas entre sí, según el tipo de motor.
- Contrapesos para equilibrar el conjunto y evitar vibraciones.

- El plato de amarre en su extremo posterior donde se atornilla el volante de inercia del motor
- En extremo delantero para fijar el piñón de la distribución y la polea para la correa de accesorios.

El cigüeñal soporta grandes fricciones y para evitar el desgaste debe ir lubricado a presión. Es una pieza sometida a efectos de torsión y flexión, cada vez que una biela le transmite la fuerza de la combustión y lo hace girar, por lo que debe tener una cierta flexibilidad y soportar también vibraciones e inercias importantes. El cigüeñal recibe aceite a presión primeramente a los apoyos de bancada y de ahí se pasa también a presión a las muñequillas de biela a través de unos orificios, que se practican una vez fabricado el cigüeñal, que unen las muñequillas de bancada con las de biela para el engrase.

– **Materiales**

Los cigüeñales se fabrican en fundición de hierro aleados con otros materiales. Los más comunes son los forjados por estampación de acero aleado. Posteriormente se les da un tratamiento superficial que puede ser nitruración, cementación, temple o revenido.

2.5.2.6 Casquillos de fricción o semi cojinetes

Los casquillos de fricción o semi cojinetes (figura 13) son elementos que se interponen entre las muñequillas de bancada del cigüeñal y la bancada propiamente dicha y entre las muñequillas de biela del cigüeñal y las bielas. Su misión es reducir el coeficiente de fricción entre estas piezas y, por consiguiente, eliminar temperaturas elevadas y desgastes.

Existen también los llamados casquillos axiales que se intercalan entre el cigüeñal y la bancada y sirven para limitar el juego axial de este. Algunas veces van incluidos directamente en los casquillos de bancada centrales en una sola pieza.

• **Características**

Las características principales de los casquillos son:

- Alta resistencia a la compresión.
- Evitar el gripaje, la fatiga y el desgaste.
- Tener una alta conductibilidad térmica.

- Permitir la incrustación de partículas sólidas del aceite sin dañar al cigüeñal.

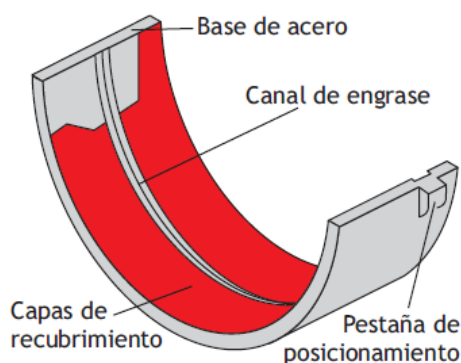


Figura 13. Semi cojinetes.
(Cordero, 2013)

- **Materiales**

Están fabricados de un material especial para soportar la fricción. Ayudados por el sistema de engrase, que rellena con una fina capa de aceite a presión la holgura entre casquillo y muñequilla, consiguen reducir en gran medida el coeficiente de fricción. Están contruidos por platina de acero convenientemente curvada al radio necesitado, formando un semicírculo, recubierta interiormente, donde se realiza la fricción, de distintas capas de aleaciones como el estaño, cobre, plomo y aluminio. La platina de acero tiene unas pestañas de posicionado para que queden bien alojados y no se giren.

2.5.2.7 Volante motor

En los motores térmicos alternativos de cuatro tiempos las combustiones no se suceden uniformemente y existen más carreras que no producen trabajo que las que si lo producen. Por ello se crean facilidades del motor que se intentan subsanar con la colocación de un volante motor (figura 14), es la pieza encargada de almacenar energía cinética de las carreras de trabajo o motrices y cederla en las carreras no motrices. Para ello tiene que tener una masa importante.

Además, tiene la función de alojar en su perímetro exterior una corona colocada por interferencia que sirve para que engrane el piñón del motor de arranque. También suele llevar otra corona de dientes almenados para el sensor de revoluciones de motor, empleada en el encendido y la inyección. Sobre el volante motor se atornilla el conjunto del embrague en los automóviles. Lleva una zona mecanizada sobre la cual fricciona el disco de embrague.

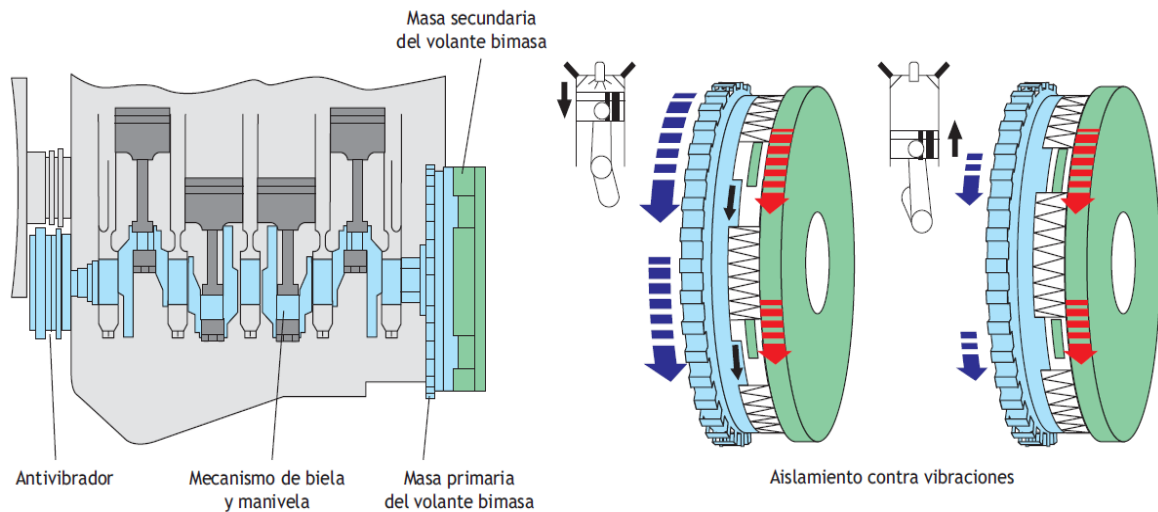


Figura 14. Volante del motor bimasa y amortiguador.
(Cordero, 2013)

2.6 Características del Combustible Diésel

El gasoil, también denominado gasóleo, es un combustible clasificable dentro del grupo de las naftas, que es un hidrocarburo que se obtiene de la destilación del petróleo, junto con los carburantes. Está a medio camino entre el queroseno y los aceites pesados. Su destilación por tanto se produce a temperaturas entre 160 °C y 390 °C. Las características que definen el gasoil son las siguientes: (Pérez Belló, 2011)

2.6.1 Poder calorífico

El poder calorífico es la energía que es capaz de desprender una cantidad de materia cuando se produce una reacción química de combustión. Esta medida nos sirve para poder comparar las cantidades necesarias de combustible y deducir la cantidad de materia que se produce tras una reacción química de la combustión.

2.6.2 Punto de inflamación

Es la temperatura a partir de la cual comienza a arder cuando se le aproxima una llama. En los gasóleos comerciales, dicho punto está entre los 55 °C y los 60 °C, para que no presente problemas durante su manipulación.

2.6.3 Punto de Auto Inflamación

Como su nombre indica, es la temperatura a partir de la cual arde espontáneamente, sin necesidad de aportación de llama. Está algo por encima de los 220 °C.

2.6.4 Índice de Cetano

Es un indicativo de la capacidad que tiene el gasóleo para inflamarse, en relación a su facilidad de combustión. Los gasóleos comerciales tienen un índice en torno a 50. Cuanto más elevado sea este índice, mejores cualidades tiene ese gasóleo para la combustión.

2.6.5 Densidad estable

Esta característica resulta especialmente importante en los nuevos sistemas de inyección por conducto común, en los que, al fraccionarse la inyección en varias fases, las aportaciones son mínimas, sobre todo en la fase de preinyección. La densidad del gasóleo comercializado oscila entre (0,83 y 0,86) g/cm medida a una temperatura de 15 °C. El empleado en automóviles tiene una densidad de 0,845 kg/litro, a 15 °C de temperatura.

2.6.6 Volatilidad

Tiene menor importancia que en el caso de la gasolina, dado que el combustible se quema a medida que es inyectado. Comienza a evaporarse a una temperatura que oscila entre los 200 °C y los 300°C.

2.6.7 Viscosidad

La viscosidad, que es la capacidad de fluir que tiene un líquido, cobra relevancia, ya que influye en la pulverización del chorro de gasóleo cuando es inyectado.

2.6.8 Punto de Congelación

Especialmente importante en climas fríos, ya que las parafinas presentes en la composición del gasóleo se pueden solidificar, bloqueando el circuito de alimentación.

En la actualidad, los gasóleos comerciales soportan temperaturas de hasta -30°C , siendo para ello aditivados adecuadamente.

2.6.9 Contenido en Azufre

Dada la toxicidad de este componente, su uso está limitado por la legislación, permitiéndose un máximo de 40 ppm (partes por millón). Actualmente se comercializa un combustible de bajo contenido en azufre, con 10 ppm, ya que, en los vehículos de última generación.

2.7 Filtro de aire del motor

El filtro de aire (figura 2.7.1) es un órgano adecuado para depurar el aire aspirado por el motor, de las partículas sólidas que entran en éste y actúan como abrasivo entre las camisas y los segmentos elásticos, provocando su desgaste prematuro. (MOTORGIGA, 2018).



Figura 15. Filtro de aire del motor.
(ebay, 2018)

El polvo del aire en el ambiente se encuentra en un promedio de 0,001 g de partículas por cada metro cúbico de aire; lógicamente esta valoración media aumenta considerablemente en lugares de tierra y alcanza el valor máximo de $0,5\text{ g/m}^3$ cuando la visibilidad se anula. Efectivamente, el polvo está compuesto por partículas de dimensiones muy variables (de 250 a 800 micras), que vuelven a depositarse en el suelo con velocidades diferentes: las más finas permanecen suspendidas en el aire, mientras que las más grandes caen con una velocidad de 0,3-1 m/min.

Para tener una idea de la cantidad de polvo que entra en los cilindros, basta pensar que un motor de 3.000 cm³ a 5.000 rpm aspira 500 litros de aire por minuto; por consiguiente, un vehículo de tal cilindrada a 5.000 rpm sobre una enorme cantidad de tierra, si no lleva filtro de aire, la cantidad que ingresa a los cilindros introduce en los cilindros 1-1,5 gr de polvo por minuto.

La necesidad de un filtrado eficiente se impone por el hecho de que el polvo está constituido por un 65-70% de silicio que, contrariamente a cuanto sucede con los compuestos orgánicos, no es quemado en la cámara de combustión, constituyendo de este modo un grave peligro para el motor (rayado de las camisas). Las partículas que dan lugar a los mayores desgastes, tienen una granulometría comprendida entre 4 y 30.

Los primeros filtros instalados en los motores se basaban principalmente en la acción de unas capas de fibras textiles o metálicas, o bien de laberintos separadores. Posteriormente se mejoró la acción filtrante, cubriendo las paredes de los filtros con una película de aceite sobre la que se adherían las impurezas; después de un determinado recorrido dichos filtros eran lavados con gasolina y bañados en aceite para volver a restaurar la película adhesiva de éste.

Los requisitos principales de un filtro de aire son: eficacia de filtrado, capacidad de acumulación y pérdida de carga.

La eficacia de filtrado se valora en porcentaje de peso retenido respecto al peso total del polvo que llega al filtro. Con los filtros de cartucho se alcanzan valores del 95 %, que hace tiempo se alcanzaban con los filtros de baño de aceite. Con los filtros centrífugos y de inercia la eficacia es de un 70%.

La capacidad de acumulación caracteriza la posibilidad de un filtro para funcionar durante largo tiempo, acumulando polvo hasta alcanzar el valor máximo admitido de pérdida de carga; en los filtros de cartucho se aproxima a 0,04 g/cm³ de superficie filtrante.

La pérdida de carga con un caudal nominal no debe superar valores del orden de 25 mm de agua, para no reducir excesivamente el rendimiento volumétrico del motor y con él la potencia producida; con el filtro nuevo la pérdida de carga es lógicamente inferior.

Los cartuchos filtrantes se introducen en unos recipientes adecuados, diseñados de manera que atenúen el ruido producido por la aspiración y separen por inercia las partículas más grandes.

2.8 Filtro de aceite del motor

El filtro de aceite es un órgano vital en el funcionamiento del motor. Su principal misión es retener todos los residuos metálicos y contaminantes presente en el aceite del motor dichos residuos se van acumulando en el sistema de lubricación por el normal funcionamiento del motor y que la combustión siempre genera contaminantes que en mayor o menor grado van a parar al aceite.



Figura 16. Filtro de aceite.
(catfiltercrossreference, 2108)

El filtro de aceite es un sistema de filtración increíble porque por un lado impide que estas impurezas pasen al circuito de lubricación dañando elementos del motor y por otro lado no restringe el flujo de aceite al motor, por lo que durante su funcionamiento el aceite seguirá fluyendo y protegiendo todos los componentes móviles frente al desgaste. Sin el filtro de aceite la vida del motor se reduciría drásticamente. (ConservatuCoche, 2018)

Las principales funciones del filtro de aceite serían las siguientes:

- Reducir la fricción de las partes móviles del motor al evitar el paso de impurezas abrasivas en el circuito de lubricación.
- Disipa el calor evitando excesos de temperatura.

- Garantizar el suministro óptimo del motor sin importar las altas temperaturas, alta densidad del aceite en frío, que pase combustible al aceite, los picos de presión entre otros.

2.8.1 Tipos de filtros:

a) Filtros de aceite en base a la forma de filtrar el aceite:

En la actualidad hay 3 tipos de sistemas de filtración en base a la forma de filtrar: (figura 17).

- 1. Sistema de filtración de aceite de tipo flujo parcial o by-pass:** Este sistema de filtración está bastante desfasado porque es de los menos eficientes, se trata de uno de los sistemas más antiguos, aquí solo una pequeña parte del aceite pasa por filtro un 15% aproximadamente el 85% restante pasa al motor sin filtrar. Se le llama by-pass porque de la bomba sale un desvío que lleva una pequeña parte del aceite al filtro y del filtro al motor. Muy pocos motores en la actualidad emplean este método.
- 2. Sistema de filtración de aceite de tipo flujo total:** Este tipo de sistema de filtración es el más utilizado por los motores en la actualidad, ya que es el sistema más eficiente para proteger el motor, ya que la totalidad del aceite es filtrado antes de pasar al motor. Garantiza un alto nivel de limpieza. Durante su funcionamiento el filtro cada vez se irá obstruyendo cada vez más, por lo que la presión del aceite disminuirá pudiendo llegar a niveles peligrosos, por esta razón casi todos los filtros de flujo total llevan una válvula de alivio o de seguridad, para que cuando el filtro esté saturado se abra una válvula y deje correr el aceite sin filtrar, porque es preferible que circule aceite sucio en el motor a que no circule aceite ya que puede sufrir daños graves dentro del motor.
- 3. Sistema de filtración de flujo combinado:** Este sistema debido al espacio que ocupa no lo suelen llevar los turismos, lo pueden llevar grandes motores diésel como podría ser un camión, autobús o cualquier motor grande y pesado. Es una combinación de los dos sistemas anteriores, ya que consta de dos filtros, tiene un filtro principal de flujo total y un filtro secundario de derivación (o by pass), además estos dos filtros funcionan de forma independiente. Este tipo de filtro combinado es el más efectivo para retener grandes cantidades de contaminantes.

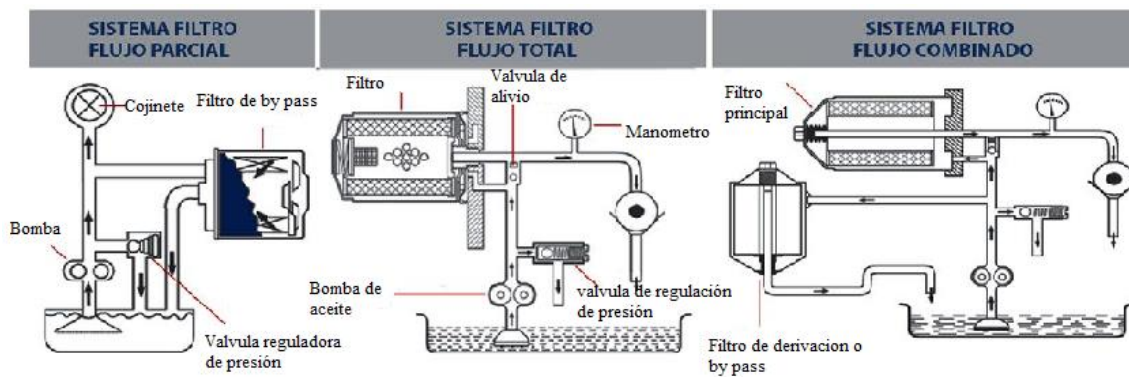


Figura 17. Sistema en base a la forma de filtrar el aceite.
(ConservatuCoche, 2018)

b) Filtros de aceite en base a si se puede separar o no el elemento filtrante:

- **Filtros blindados:** Es el tipo de filtro de aceite más extendido en los vehículos actuales, aquí el elemento filtrante no se puede separar de la carcasa por eso se los llama blindados, por lo que cuando cambiamos este tipo de filtros se cambia todo, de hecho, en la propia carcasa llevan una rosca para fijarlos directamente al motor. La carcasa suele estar hecha de metal o acero
- **Filtros de cartucho:** En este tipo de filtros son básicamente el elemento filtrante, se les llama de cartucho porque tiene forma cilíndrica y un orificio que recorre en vertical el filtro. Aquí la carcasa del filtro ya está fijada en el propio motor, por lo que lo que hay que hacer es abrir la tapa y poner dentro el filtro de cartucho. Algunas marcas actuales de vehículos montan en algunos de sus modelos este tipo de filtros, pero representan el 5% aproximadamente de la totalidad de filtros del mercado.

2.8.2 Componentes y características que debe tener un buen filtro de aceite

Los filtros de aceite actuales tienen bastante tecnología en su interior, no solo son elemento filtrante ya que disponen de muchos elementos y dispositivos de seguridad para el motor para que durante el proceso de filtrado siempre pase aceite al motor y el coche siempre esté lubricado. Los principales componentes y elementos del filtro de aceite son los siguientes:

- **Elemento filtrante:** Es la parte fundamental del filtro, ya que es por donde pasa el aceite del motor y las impurezas se quedan atrapados en él. Suele estar fabricado en celulosa y fibras sintéticas, y al igual que sucede con la mayoría de los filtros están

tratados con resinas fenólicas para soportar las altas temperaturas y tracciones a las que están sometidos.

- **Carcasa:** Es donde se aloja el elemento filtrante, suelen estar fabricadas en acero para soportar cualquier tipo de presión, temperatura y otras fuerzas de desgaste.
- **Tubo central:** Al tubo central va a parar el aceite limpio que ya ha sido filtrado a través del elemento filtrante y del tubo filtrante el lubricante pasa directamente al motor.
- **Juntas de sellado especial:** Garantizan la estanqueidad para que no se salga el aceite ni entren impurezas del exterior durante toda vida útil del filtro.
- **Válvula de seguridad (bypass):** En caso de que no hayamos cambiado el filtro cuando corresponde o porque el filtro se ha taponado prematuramente por el exceso de suciedad, los filtros de aceite cuentan con esta válvula para que en caso de que el filtro quede taponado sigue llegando aceite del motor para que no sean afectadas las partes dentro del motor por la alta temperatura causada por la fricción. Para que el aceite siga fluyendo hacia el motor esta válvula se abre siempre que detecta una presión determinada lo cual indicaría que el filtro está taponando, al abrirse deja pasar el aceite sin filtrar, porque es preferible que el motor tenga aceite sucio a que no tenga aceite.
- **Válvula anti drenaje (antirretorno):** Esta válvula evita que vuelva el aceite al cárter cuando el motor está apagado, manteniendo el aceite dentro del filtro y en una parte del circuito de lubricación del coche, de forma que garantiza un aumento de presión y lubricación inmediata cuando arrancamos el motor.

2.8.3 Agentes contaminantes que genera el lubricante motor y deben ser retenidos por el filtro de aceite

- Las partículas provenientes del desgaste del motor como los residuos metálicos, gomas, entre otros.
- Las partículas provenientes del exterior, como polvo, residuos orgánicos, entre otros.
- La carbonilla resultante de las combustiones parciales e incompletas.
- El agua es un contaminante letal para el circuito de lubricación, ya que descompone el aceite generando los famosos lodos del cárter. Esta agua proviene de la condensación.

- La combustión genera una serie de ácidos que van a parar al aceite del motor descomponiéndolo y dando lugar a residuos.

Sino realizamos los cambios de aceite cuando corresponde o si el motor está muy sucio por dentro se descomponen los aditivos que contiene el aceite generando muchas impurezas y sustancias gomosas.

2.9 Filtros de combustibles

Está constituido por un cartucho de papel o fieltro, con capacidad para retener partículas de hasta 0,015 mm. El filtro en sí puede integrarse en una cuba, metálica o de plástico, que forma parte de un conjunto soporte en el que se disponen las tuberías de entrada, salida y retorno, el sistema de calefactado del combustible y, en muchos casos, el propio dispositivo de purgado. También puede constituir un conjunto con carcasa exterior metálica, el cual se rosca en el conjunto soporte, al igual que la mayoría de los filtros de aceite del circuito de engrase del motor (figura 18).

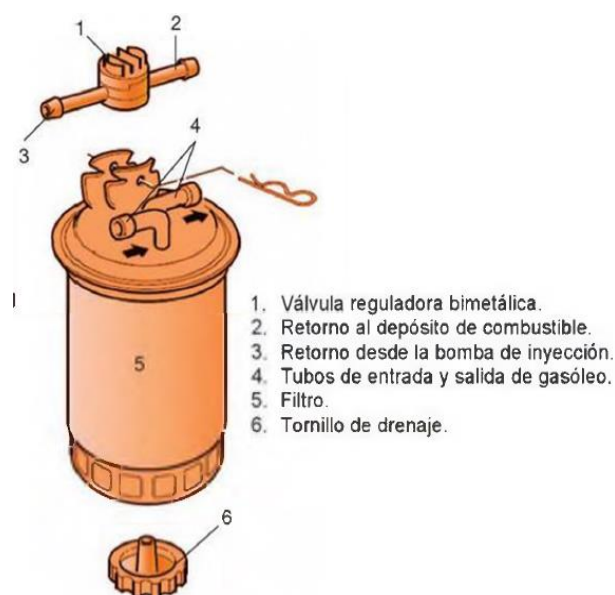


Figura 18. Filtro de combustible y sus partes.
 (Pérez, 2013)

Dispone además de un sistema de decantación de agua, por el que se puede extraer la misma sin necesidad de desmontar el filtro. Está constituido por un tornillo de vaciado, situado en la parte inferior del conjunto, a la que va a parar el agua, dada su mayor densidad respecto al gasóleo. Algunos modelos incorporan un testigo avisador de la presencia de agua en el filtro, cuyo funcionamiento está basado en la diferencia de resistencia eléctrica existente entre el agua y el combustible. Es importante efectuar un

mantenimiento periódico del filtro de combustible, efectuando las decantaciones y sustituciones del elemento filtrante, en los intervalos preconizados por el fabricante

2.9.1 Dispositivo de purgado

Su misión es eliminar las burbujas de aire que se forman durante las operaciones de mantenimiento, así como en caso de agotamiento del combustible en el depósito. En los sistemas mecánicos, dado que suelen carecer de bomba de alimentación, al ser succionado el combustible desde el depósito por la propia bomba inyectora, el dispositivo de purgado se dispone integrado en el circuito de baja presión que comunica el depósito con la bomba inyectora. Puede estar formado por una membrana (accionada por un pulsador) situada en la parte superior del soporte del filtro (figuras 19), o por una bomba de goma para cebado (figura 21), intercalada en serie en la tubería de baja presión que va desde el filtro a la bomba inyectora

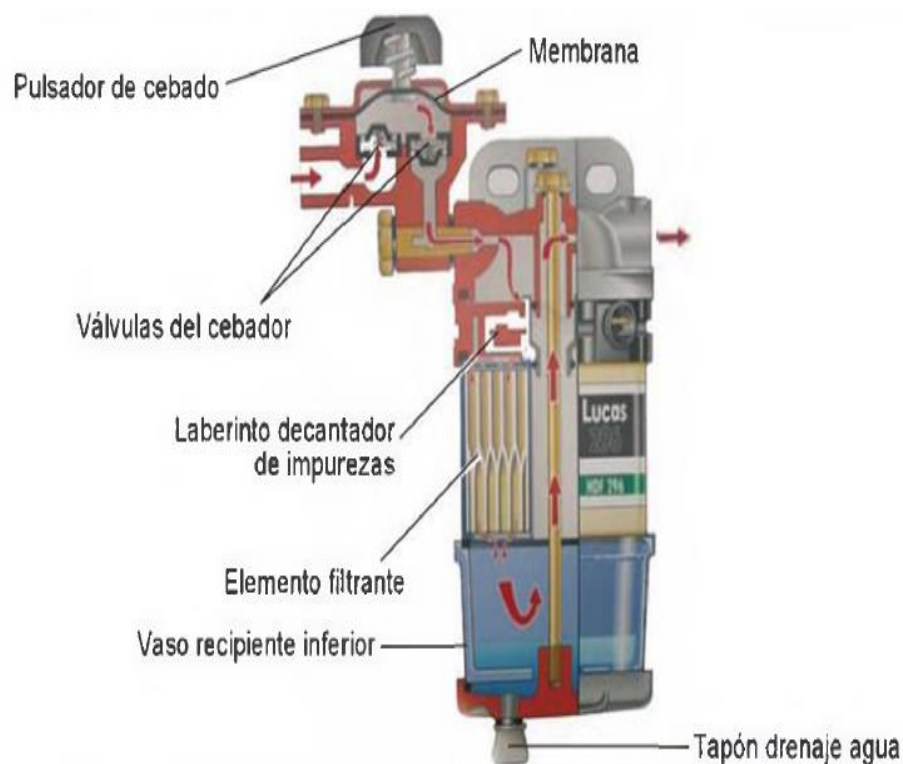


Figura 19. Disposición interna del filtro de combustible
(Pérez, 2013)



Figura 20. Pulsador para purgado.
(Pérez, 2013)



Figura 21. bomba de cebado manual de goma.
(Pérez, 2013)

Cuando se acciona, se somete a presión al combustible situado en el circuito de baja, lo cual provoca que el aire ascienda hacia las partes más altas del mismo. En las mismas se sitúan oportunamente tornillos de purgado (generalmente uno en el filtro y otro en la propia bomba inyectora) (figura 22), los cuales al abrirse expulsan el posible aire contenido en el circuito.



Figura 22. Purgador
(Pérez, 2013)

2.9.2 Proceso de purgado

Es uno de los procesos más importantes a controlar, tras cualquier intervención en el circuito. Consiste en eliminar las burbujas de aire que hubieran podido depositarse en cualquier canalización del circuito. El proceso presenta ciertas diferencias, en función del tipo de bomba, y para ello se lo debe realizar de la siguiente forma:

- En primer lugar, se extraerá el aire en la canalización de llegada de combustible al filtro, así como en este último. Para ello, se accionará repetidamente el cebador, y se abrirá el purgador situado en la parte superior del filtro. De carecer del mismo, se aflojará el racor de la canalización. Esta fase finaliza cuando deja de salir aire y únicamente sale combustible.
- Una vez purgado el filtro, se procederá a la extracción del aire contenido en la bomba inyectora, para lo cual se abrirá el purgador situado en la misma. Las bombas rotativas disponen de un orificio calibrado interno por el que se efectúa el purgado. En ocasiones, conviene aflojar las canalizaciones de alta presión, en el lado inyector, para que salga el aire contenido en las mismas. Cuando esto se lleva a cabo, ha de girarse el motor un par de vueltas a mano, para que el gasóleo llegue a todos los inyectores. Una vez se observe que sale solo combustible, se apretarán los racores al par prescrito.
- En las bombas lineales, el proceso es algo más complejo, ya que exige el purgado individual de las tuberías de alta presión. Además, ha de purgarse después del filtro, el propio bombín de alimentación. Si el motor sigue sin arrancar, habrá de

fraccionarse aún más el proceso, aflojando previamente los racores de salida hacia las tuberías de alta presión.

- En cualquier caso, también puede recurrirse al auxilio del motor de arranque, haciendo girar el motor mientras se mantienen abiertos los purgadores y las tuberías aflojadas.
- Para verificar la ausencia de fugas y tomas de aire, se intercalará un manómetro en los diferentes tramos del circuito. Con ayuda del dispositivo de cebado, se presurizará el circuito (a motor parado) y se observará que la presión no decaiga durante un tiempo prudencial.

2.10 Sistemas de inyección diésel

El sistema de inyección se encarga de suministrar al inyector el caudal necesario de combustible en cada carrera de trabajo, haciéndolo a gran presión y a una posición exacta del cigüeñal. El inyector asegura una fina pulverización del combustible en la cámara de combustión.

Por otra parte, la bomba de inyección debe cumplir las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Dosificación exacta del combustible.
- Distribución del mismo caudal de combustible para cada cilindro de motor por embolada.
- Rapidez de actuación tanto en el suministro como en el corte de combustible.
- Inyección en el instante preciso.

Existen principalmente dos tipos de sistemas de inyección diésel dependiendo de la disposición de los elementos de bombeo y la forma de realizar la distribución del combustible sobre los inyectores (figura 23)

A. Circuito de inyección con bomba lineal: Constituido por una bomba de gran tamaño y peso, pero de gran rendimiento mecánico.

- B. Circuito de inyección con bomba rotativa:** Implantado en motores diésel de marcha rápida. Su instalación de inyección es de poco peso y de reducidas dimensiones de montaje.

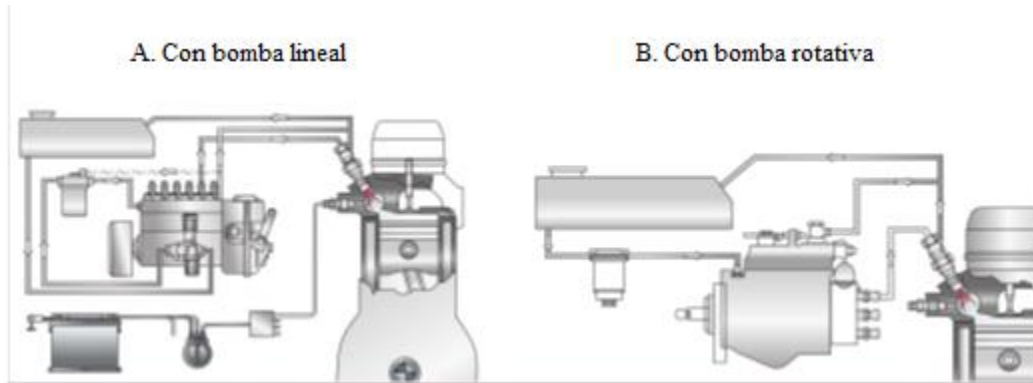


Figura 23. Esquema de circuito de alimentación con bomba lineal y rotativa.
(Sanchez , 2013)

- **En motores de inyección directa.** - El combustible se introduce directamente en el interior del cilindro (figura 24).

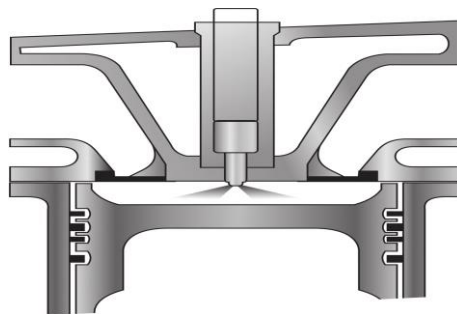


Figura 24. Esquema de inyección directa diésel.
(Sanchez , 2013)

- **En motores de inyección indirecta.** - El combustible se introduce en una cámara separada de elevada turbulencia comunicada con el cilindro a través de un paso de dimensiones reducidas (figura 25).

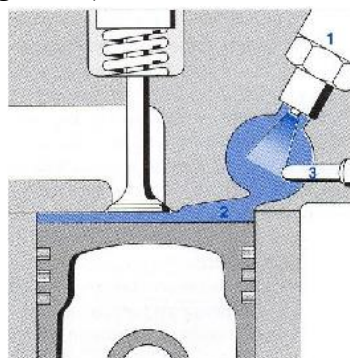


Figura 25. Esquema de inyección indirecta diésel.
(Sanchez , 2013)

2.11 Bomba de Inyección Rotativa

Este tipo de bombas se viene usando desde hace bastante tiempo en los motores Diésel, su constitución básica no ha cambiado, las únicas variaciones han venido dadas por la aplicación de la gestión electrónica en los motores Diésel.

En la siguiente figura se pueden ver las "partes comunes" de una bomba de inyección rotativa del tipo VE usada tanto con gestión electrónica (bomba electrónica) como sin gestión electrónica (bomba mecánica) (figura 26).

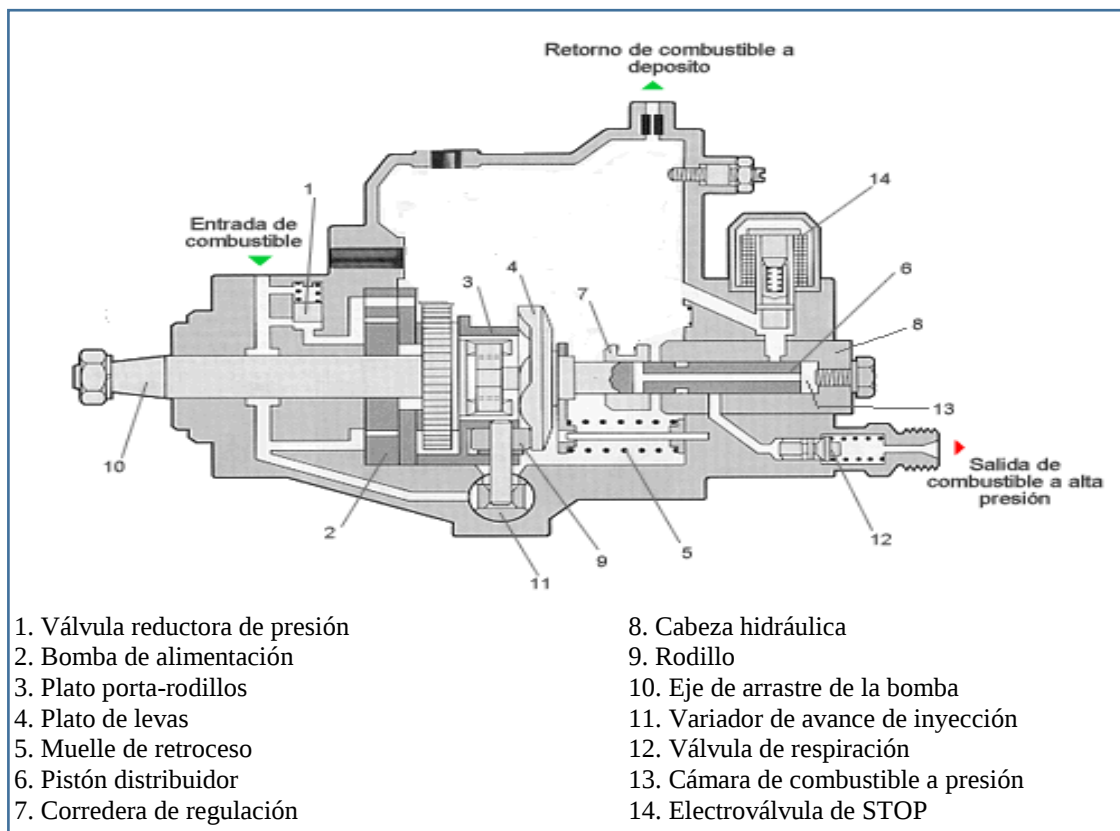


Figura 26. Bomba de Inyección Rotativa.

(Afinado a la Mecánica, 2014)

El pistón distribuidor (6) es solidario a un plato de levas (4) que dispone de tantas levas como cilindros alimentar tiene el motor. El plato de levas es movido en rotación por el eje de arrastre (10) y se mantiene en apoyo sobre el plato porta-rodillos (3) mediante unos muelles de retroceso (5). La mayor o menor presión de inyección viene determinada por la forma de la leva del disco de levas. Además de influir sobre la presión de inyección también lo hace sobre la duración de la misma.

Las bombas de inyección rotativas aparte de inyectar combustible en los cilindros también tienen la función de aspirar gas-oil del depósito de combustible. Para ello disponen en su interior, una bomba de alimentación (6) que aspira combustible del depósito (3) a través de un filtro (2).

Cuando el régimen del motor (RPM) aumenta: la presión en el interior de la bomba asciende hasta un punto en el que actúa la válvula reductora de presión (4), que abre y conduce una parte del combustible a la entrada de la bomba de alimentación (6). Con ello se consigue mantener una presión constante en el interior de la bomba. En la figura inferior se ve el circuito de combustible exterior a la bomba de inyección, así como el circuito interno de alimentación de la bomba (figura 27).

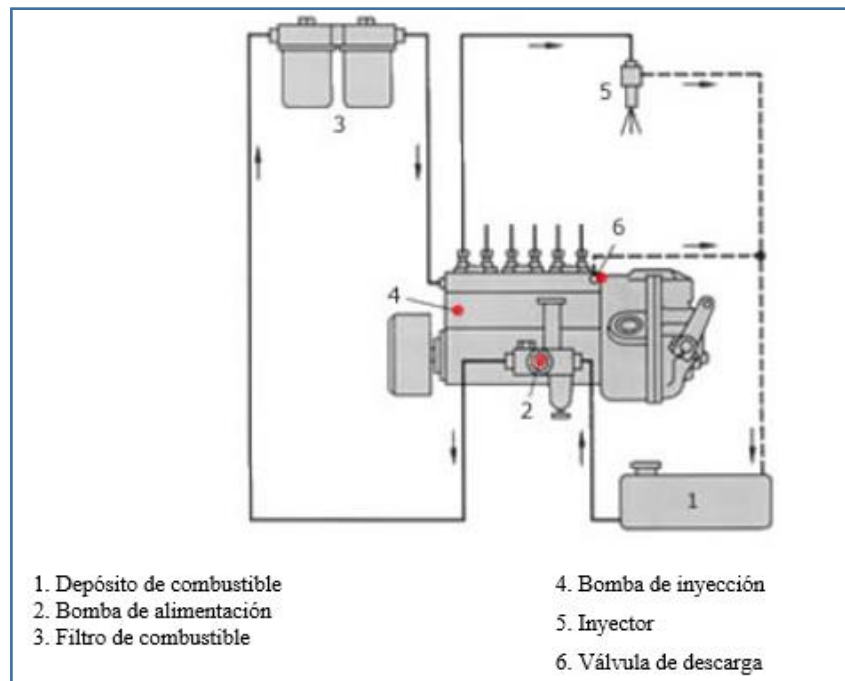


Figura 27. Circuito de Alimentación de Combustible.
(Afinado a la Mecánica, 2014)

En la parte más alta de la bomba de inyección hay una conexión de retorno (5) con una estrangulación acoplada al conducto de retorno para combustible. Su función es la de, en caso necesario, evacuar el aire del combustible y mandarlo de regreso al depósito.

2.12 Estructura del Conjunto de la Bomba Radial

La bomba está formada por una carcasa fabricada en aleación ligera, en la que se fijan y contiene a todos los elementos que la componen. A su vez, la carcasa dispone de unas

correderas para fijarlas al motor permitiendo ajustar el avance a la inyección. Cuando se utiliza una polea de accionamiento de tipo RAM, las ranuras son sustituidas por orificios, dado que la puesta a punto se efectúa variando la posición de la citada polea RAM, respecto al árbol de giro de la bomba. Para ello, este tipo de poleas disponen de correderas en su sistema de fijación.

El árbol interno de la bomba o árbol motriz es accionado por el mecanismo de distribución del motor, con una relación de desmultiplicación de 2:1, de tal forma que gira a la mitad de velocidad que el cigüeñal y a la misma que el árbol de levas.

En el extremo opuesto al lado accionamiento se disponen los racores de salida de alta presión, en los que a su vez se roscan las tuberías de alta presión que transportan el combustible hacia los inyectores.

2.13 Sistema de Alimentación de Combustible

Formado por la llamada bomba de transferencia que es una bomba de paletas que se encarga de succionar el combustible desde el depósito, cumpliendo por tanto la función de bomba de alimentación. Dicha bomba es accionada directamente por el árbol motriz. Una vez succionado y en el interior de la bomba, el combustible es enviado al elemento de bombeo en el que se incrementa su presión, y desde ahí hacia el inyector adecuado (según el orden de inyección), ya dosificado, y con el oportuno avance a la inyección, mediante las tuberías de alta presión (figura 28).

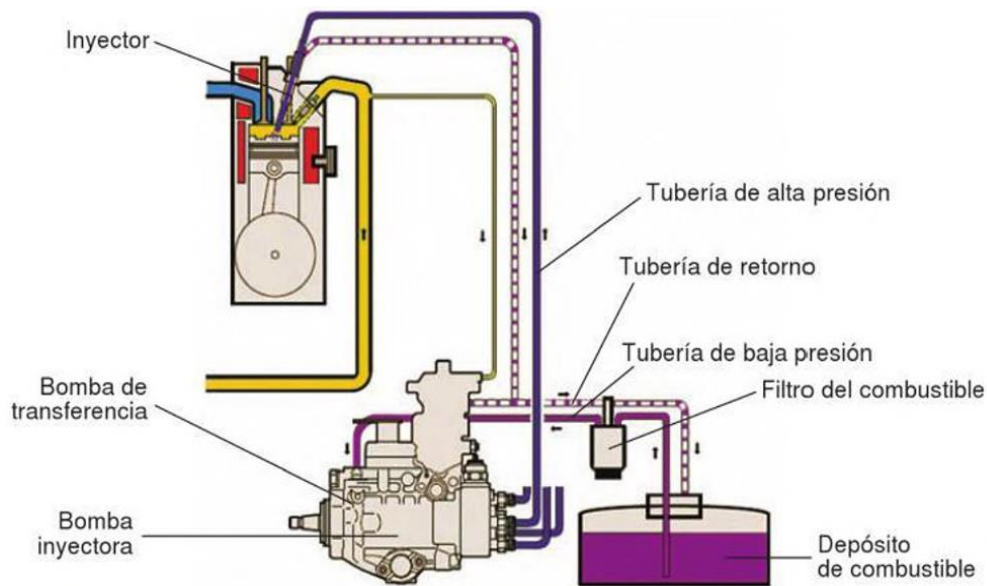


Figura 28. Sistema de Alimentación de Combustible
(Pérez, 2013)

A la presión alcanzada por el combustible a la salida de esta bomba, se le denomina presión de transferencia, y está controlada por una válvula de descarga (válvula de presión de transferencia) ya que cuanto mayor sea el régimen de giro de la bomba, mayor será el caudal, y por tanto la presión. La presión máxima está en torno a los 5 bares, dependiendo del modelo y aplicación, así como del tarado de la citada válvula de presión de transferencia.

2.14 Elemento de Bombeo

Formado por un émbolo, concéntrico con el eje de giro de la bomba, que se desplaza axialmente por el interior del cabezal hidráulico o cabeza distribuidora guiado por un cilindro ubicado en el interior del mismo, en el que se producen las variaciones de volumen, necesarias para el funcionamiento del elemento de bombeo. Además de su desplazamiento axial, dicho émbolo realiza también un movimiento giratorio, puesto que es solidario al árbol de giro de la bomba (figura 29).

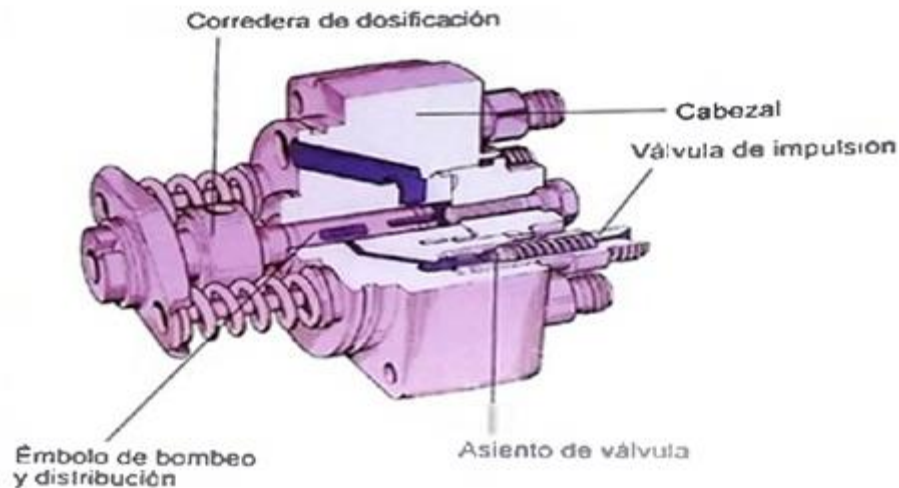


Figura 29. Elementos de Bombeo.
(Pérez 2013)

2.15 Accionamiento del Émbolo

Solidario al émbolo, se dispone el llamado disco de levas cual dispone de tantas protuberancias o salientes como cilindros alimenta la bomba de tal forma que, para un motor de cuatro cilindros, dispone de cuatro elementos desfasados entre sí 90° , accionado por el árbol de accionamiento de la bomba mediante un disco de cruceta, que lo arrastra hacia el encaje de sus protuberancias en las hendiduras del citado disco.

A su vez el disco de levas está en contacto con la llamada placa (lamina de anillo de rodillo). De esta forma, cuando el conjunto émbolo - disco de levas gira debido a la rotación del propio árbol motriz de la bomba (figura 30).

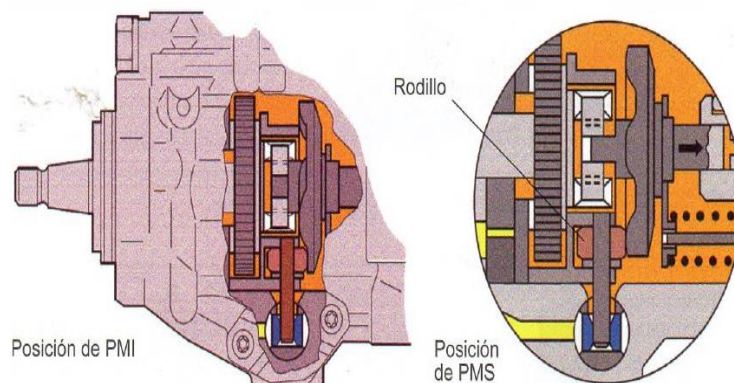


Figura 30. Accionamiento del Émbolo
(Pérez 2013)

2.16 Descripción de la cabeza distribuidora.

El cabezal hidráulico o cabeza distribuidora, dispone de unas lumbreras, ya citadas durante la descripción del émbolo. La llamada lumbrera de alimentación se comunica alternativamente, en función de la posición del émbolo, con las ranuras de alimentación. Por tanto, cuando coinciden, se efectúa el llenado del elemento de bombeo o fase de alimentación. Por otra parte, también se disponen las llamadas lumbreras de distribución, las cuales se comunican, también dependiendo de la posición del émbolo, con la ranura de distribución situadas en éste (figura 31).

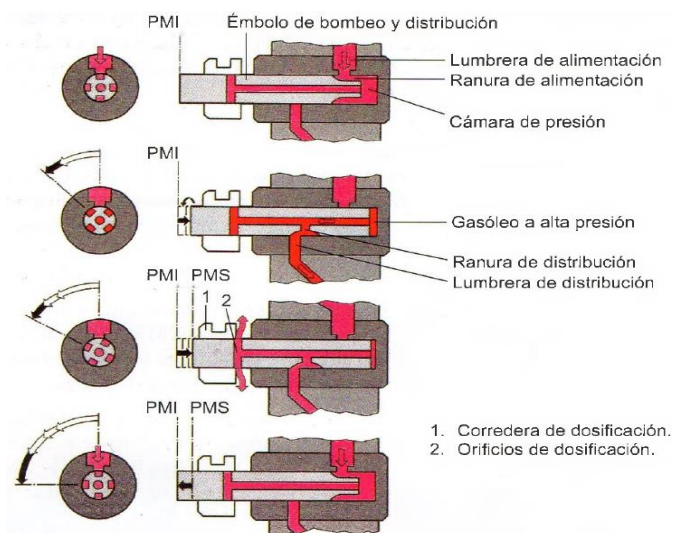


Figura 31. Descripción del Émbolo de Bombeo y Distribución
(Pérez 2013)

Por la disposición de las levas respecto a las ranuras del émbolo, la fase de alimentación sólo se lleva a cabo durante el movimiento de recuperación, es decir, cuando los muelles impulsan al émbolo desde el PMS hacia el PMI. De igual forma, la coincidencia de la ranura de distribución con alguna de las lumbreras de distribución, sólo se lleva a cabo durante el movimiento de impulsión, es decir, cuando las levas impulsan al émbolo desde el PMI hacia el PMS.

Es importante destacar, que en ningún caso coinciden simultáneamente ambos tipos de lumbreras con sus respectivas ranuras, es decir, cuando la lumbrera de alimentación coincide con cualquiera de las ranuras de alimentación, ninguna lumbrera de distribución coincide con la ranura de distribución. De otro modo, dada su intercomunicación mediante el conducto interior del émbolo, no se podría generar presión. (figura 32)

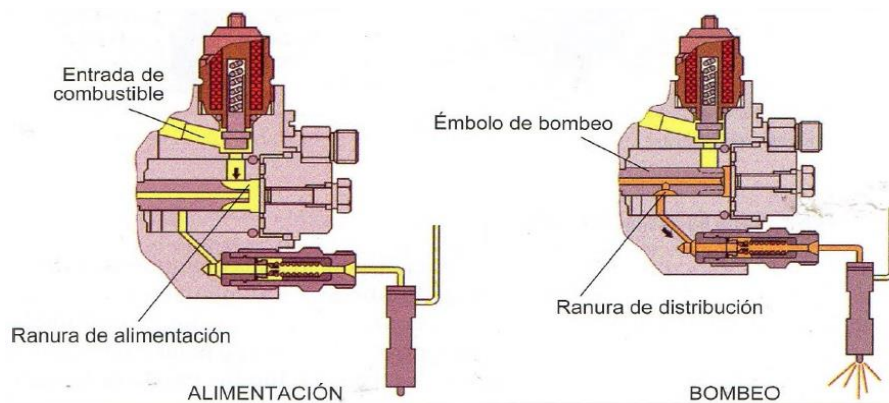


Figura 32. Alimentación y Distribución del Elemento de Bombeo (Pérez 2013)

2.17 Válvulas de Impulsión.

A la salida de cada lumbrera de distribución, se dispone una válvula unidireccional (una por cada lumbrera), denominadas válvulas de impulsión. Su misión consiste en evitar los retornos de combustible desde el inyector a la bomba inyectora cuando cesa la inyección, además de descargar de presión la canalización que une ambos componentes. La válvula de impulsión dispone de un émbolo cuya apertura es contrarrestada por un muelle, que se desplaza impulsado por el combustible a presión (figura 33).

Además, dicho émbolo tiene la particularidad de poseer un ranurado longitudinal en su extremo, por el que circula el combustible, así como un anillo anular, de tal forma que el cierre de la canalización se produce, antes de que el émbolo haga tope en su asiento, debido a que el anillo anular lo tapona. Dado que aún le queda recorrido útil, el émbolo efectúa una succión en la tubería, debido a la variación de volumen que se produce durante dicho recorrido. Esa succión acelera el cierre del inyector, evitando su goteo, además de descargar de presión la tubería.

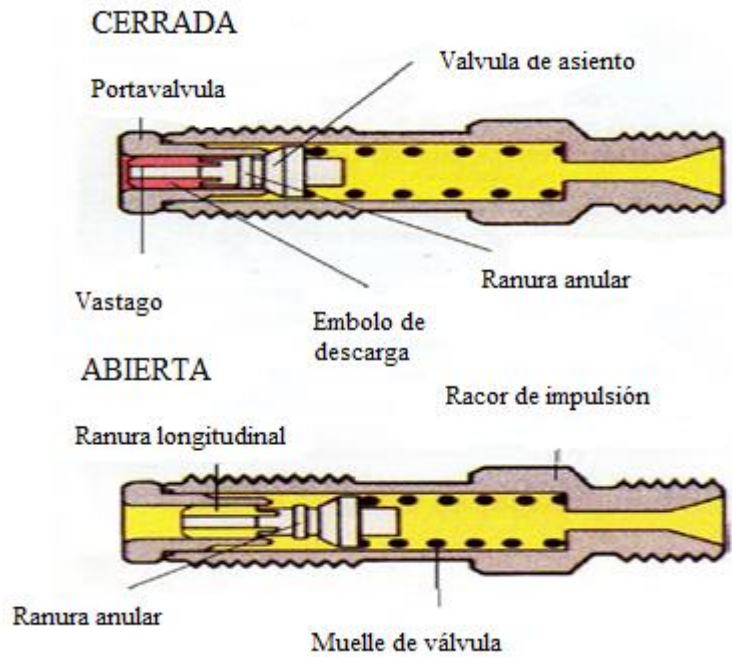


Figura 33. Disposición de las Válvulas de Impulsión.
(Pérez 2013)

2.18 Dispositivo de Dosificación.

Está integrado en el elemento de bombeo. Tal y como se ha citado durante la descripción del elemento de bombeo, el émbolo dispone de unos orificios próximos a su lado accionamiento (parte más próxima al disco de levas), denominados orificios de dosificación, cuya apertura se efectúa de forma variable durante el recorrido del émbolo, con la llamada corredera de dosificación.

Por la disposición del émbolo, al estar comunicadas mediante el conducto interior la cámara de presión con los orificios de dosificación, cuando se produce la apertura de éstos, al ser destapados por la corredera, se comunica la citada cámara de presión con el interior de la bomba. (figura 34)

Cuando la corredera deja de obturar los orificios, se produce la apertura de éstos últimos. Así, en función de la posición de la corredera, la apertura se efectuará antes o después. Si la corredera de regulación está situada en la parte más próxima al lado accionamiento, la apertura se llevará a cabo antes, que en el caso de que se encuentre en la posición más alejada del disco de levas.

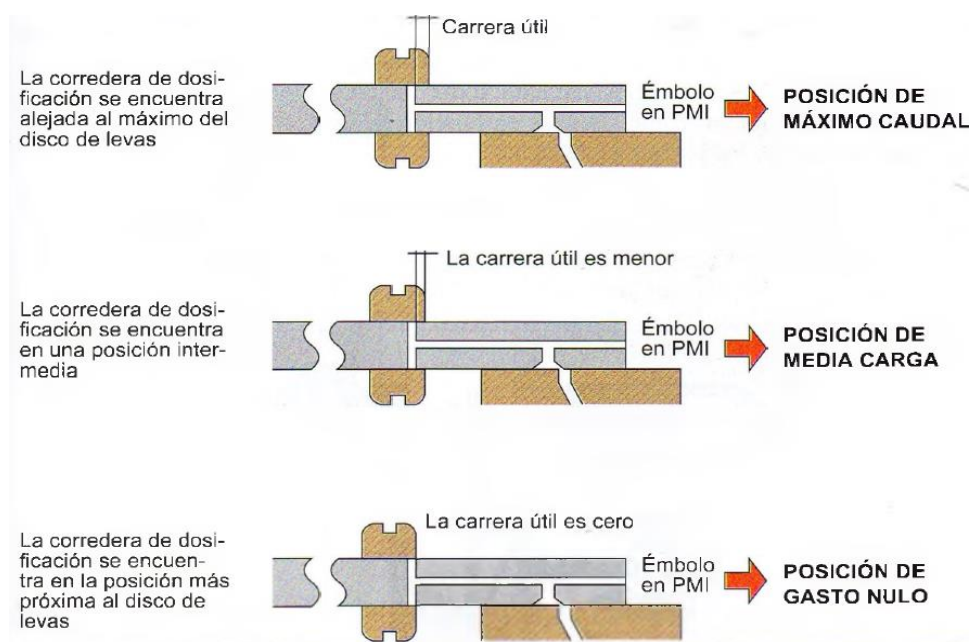


Figura 34. Fases de Dosificación de Combustible.
(Pérez 2013)

2.19 Dispositivo de Regulación de Velocidad.

Es un mecanismo que se encarga de que no haya una excesiva distorsión entre el régimen de giro del motor (y por tanto de la cantidad de aire que alimenta al motor) y la cantidad de combustible aportado. Está formado básicamente, por un conjunto centrífugo de contrapesos, que se desplazan radialmente en función de la velocidad de giro de la bomba (y por tanto del motor), por efecto de la fuerza centrífuga.

Dichos contrapesos generan una fuerza que contrarresta a la de un muelle, que a su vez se opone al accionamiento del acelerador. Básicamente, todos los reguladores tienen un funcionamiento similar, variando sus características en función de la disposición de las palancas y elementos de reenvío (figura 35).

Cuando se acciona el acelerador, a la vez que se acciona la palanca, se vence la acción de un muelle. El sistema de contrapesos centrífugos se opone a la acción del muelle, produciéndose, en la práctica, un equilibrio de fuerzas entre ambos elementos, que determinan la posición de la palanca del acelerador, y por tanto de la correa de dosificación

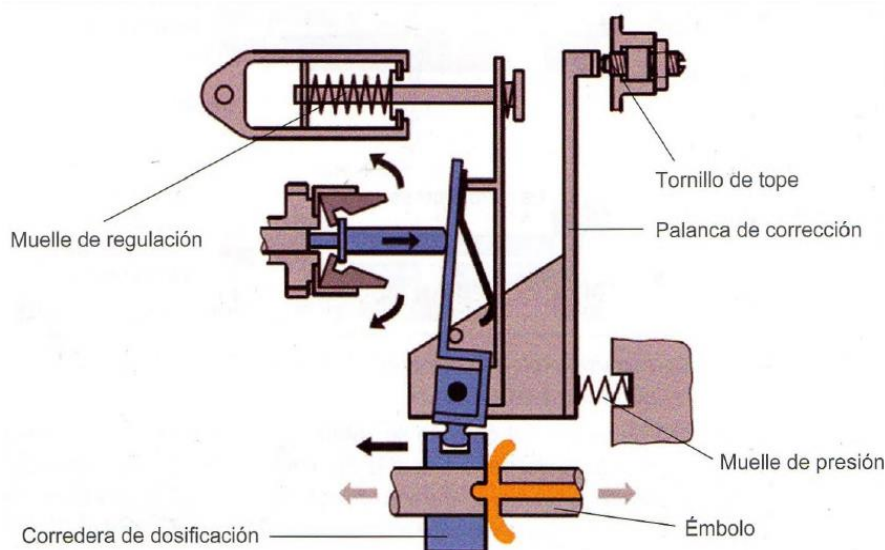


Figura 35. Dispositivo Regulador de Velocidad.
(Pérez 2013)

2.20 Dispositivo Variador de Avance.

Se encarga de determinar el avance a la inyección, adecuándolo al régimen de giro del motor. Al igual que se ha observado en los motores Otto, la velocidad de combustión depende del régimen y la cantidad de combustible aportado, siendo por tanto indispensable adaptar el avance a la inyección, aumentándolo a medida que el régimen lo hace.

Para efectuar la variación de avance, se actúa sobre la posición angular de la placa de rodillos, dado que ésta puede girar, respecto al cuerpo de la bomba, cierto número de grados. Así, cuando la placa gira en sentido contrario al de giro, se aumenta el avance a la inyección, puesto que el contacto entre las levas y los rodillos se lleva a cabo antes. Por el contrario, si gira en el mismo sentido que la bomba, el avance disminuye, al entrar en contacto las levas con los rodillos después.

Para accionar la placa de rodillos se dispone un conjunto formado por un émbolo solidario a la misma, sobre el cual incide directamente la presión de transferencia. A su vez, dicho émbolo actúa sobre la placa de rodillos mediante una rótula, articulando así su movimiento. (figura 36).

Para contrarrestar la presión de transferencia que incide sobre el émbolo, se monta un muelle, de tal forma que, del equilibrio de fuerzas resultante de su tarado, así como del

valor de la presión de transferencia, se obtiene la posición concreta de la placa de rodillos, y por tanto el avance a la inyección. Para ello, el muelle se ha de disponer, de tal forma que se oponga al desplazamiento de la placa porta rodillos en sentido contrario al de giro del árbol motriz. Es decir, que, en ausencia de presión de transferencia, el avance sea mínimo.

Figura 36. Dispositivo Variador de Avance.
(Pérez 2013)

2.21 Como Generan Presión las Bombas de Inyección Rotativas.

La alta presión se genera por medio de un dispositivo de bombeo que además dosifica y distribuye el combustible a los cilindros.

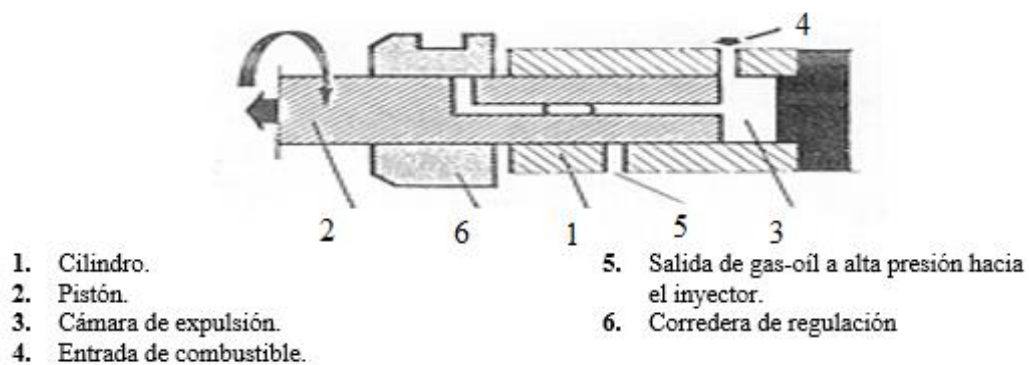


Figura 37. Dispositivo de Bombeo de Alta Presión.
(Afinado a la Mecánica, 2014)

En la figura se ve el dispositivo de bombeo de alta presión, el pistón retrocede hacia el PMI llenándose la cámara de expulsión de combustible

El dispositivo de bombeo de alta presión está formado por:

2.21.1 Cilindro o cabezal hidráulico (1)

Por su interior se desplaza el pistón. Tiene una serie de orificios uno es de entrada de combustible (4) y los otros (5) para la salida a presión del combustible hacia los inyectores. Habrá tantos orificios de salida como cilindros tenga el motor.

2.21.2 Un pistón móvil (2)

Tiene dos movimientos uno rotativo y otro axial alternativo. El movimiento rotativo se lo proporciona el árbol de la bomba que es arrastrado a su vez por la correa de distribución del motor. Este movimiento sirve al pistón para la distribución del combustible a los cilindros a través de los inyectores.

El movimiento axial alternativo es debido a una serie de levas que se aplican sobre el pistón. Tantas levas como cilindros tengan el motor. Una vez que pasa la leva el pistón retrocede debido a la fuerza de los muelles. El pistón tiene unas canalizaciones interiores que le sirven para distribuir el combustible y junto con la corredera de regulación también para dosificarlo.

2.21.3 La corredera de regulación (6)

Sirve para dosificar la cantidad de combustible a inyectar en los cilindros. Su movimiento es controlado principalmente por el pedal del acelerador. Dependiendo de la posición que ocupa la corredera de regulación, se libera antes o después la canalización interna del pistón.

2.22 Funcionamiento del dispositivo

Cuando el pistón se desplaza hacia el PMI, se llena la cámara de expulsión de gas-oil, procedente del interior de la bomba de inyección. Cuando el pistón inicia el movimiento axial hacia el PMS, lo primero que hace es cerrar la lumbrera de alimentación, y empieza a comprimir el combustible que está en la cámara de expulsión, aumentando la presión hasta que el pistón en su movimiento rotativo encuentre una lumbrera de salida.

Dirigiendo el combustible a alta presión hacia uno de los inyectores, antes tendrá que haber vencido la fuerza del muelle que empuja la válvula de respiración. El pistón sigue mandando combustible al inyector, por lo que aumenta notablemente la presión en el

inyector, hasta que esta presión sea tan fuerte que venza la resistencia del muelle del inyector.

Se produce la inyección en el cilindro y esta durara hasta que el pistón en su carrera hacia el PMS no vea liberado el orificio de fin de inyección por parte de la corredera de regulación (figura 38).

Cuando llega el fin de inyección hay una caída brusca de presión en la cámara de expulsión, lo que provoca el cierre de la válvula de respiración empujada por un muelle. El cierre de esta válvula realiza una respiración de un determinado volumen dentro de la canalización que alimenta al inyector, lo que da lugar a una expansión rápida del combustible provocando en consecuencia el cierre brusco del inyector para que no gotee.

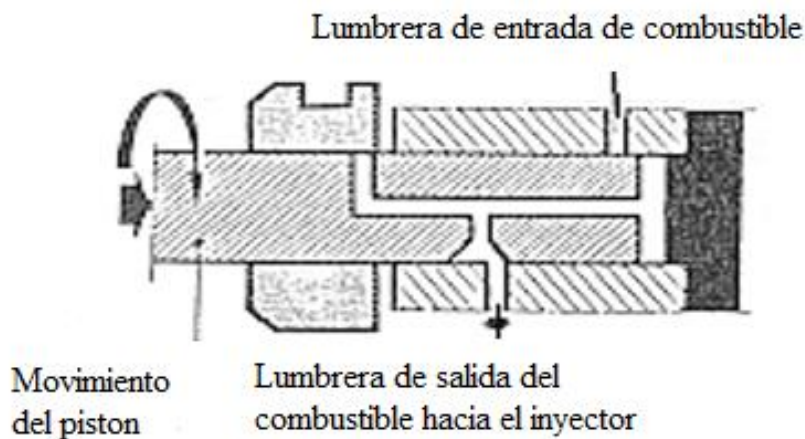


Figura 38. Comienzo de la Inyección de Combustible.
(Afinado a la Mecánica, 2014)

El pistón se desplaza hacia el PMS comprimiendo el gas-oil de la cámara de expulsión y lo distribuye a uno de los inyectores (figura 39).

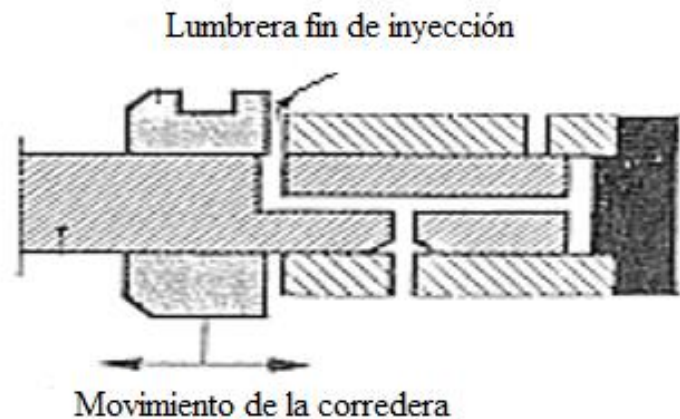


Figura 39. Final de la Inyección de Combustible.
(Afinado a la Mecánica, 2014)

En la figura se produce el final de la inyección, debido a que la corredera de regulación libera la canalización interna del pistón a través de la lumbrera de fin de inyección. La corredera de regulación cuanto más a la derecha este posicionada, mayor será el caudal de inyección.

2.23 Tipos de Bombas Radial VP 29

2.23.1 Bomba Mecánica

Bomba de inyección rotativa con corrector de sobrealimentación para motores turboalimentados sin gestión electrónica. En la parte alta de la bomba se ve el corrector de sobrealimentación para turbo nº 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Los nº 8, 9, 10 forman parte del regulador mecánico de velocidad que actúa por la acción de la fuerza centrífuga en combinación con las palancas de mando (11 y 12) de la bomba, sobre la corredera de regulación (18) para controlar el caudal a inyectar en los cilindros, a cualquier régimen de carga del motor y en función de la velocidad de giro. El resto de los componentes son los comunes a este tipo de bombas (figura 40).

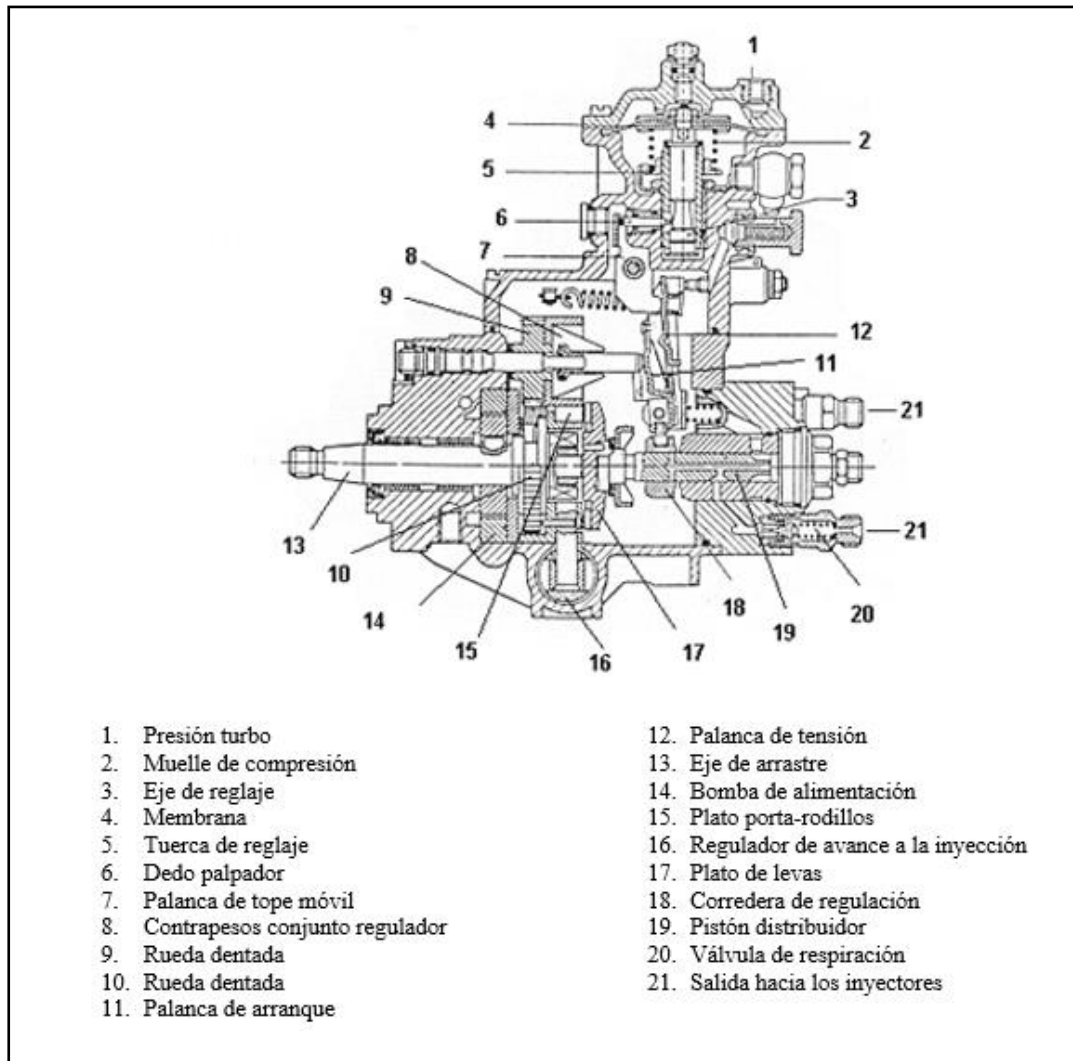
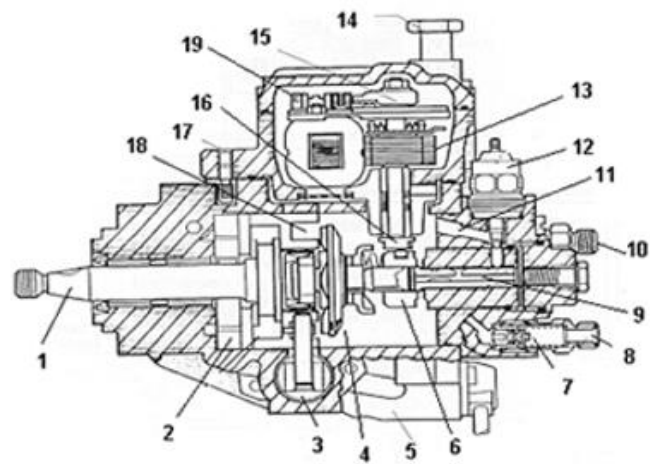


Figura 40. Despiece de la bomba Mecánica Radial
 (Afinado a la Mecánica, 2014)

2.23.2 Bomba Electrónica

Bomba de inyección rotativa para motores Diésel con gestión electrónica (figura 40 y figura 41).



- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Eje de arrastre | 12. Electroválvula de STOP |
| 2. Bomba de alimentación | 13. Servomotor |
| 3. Regulador de avance a la inyección | 14. Retorno de gas-oil al depósito de combustible |
| 4. Plato de levas | 15. Sensor de posición |
| 5. Válvula magnética | 16. Perno de excéntrica |
| 6. Corredera de regulación | 17. Entrada de combustible |
| 7. Válvula de respiración | 18. Plato porta-rodillos |
| 8. Salida hacia los inyectores | 19. Sensor de temperatura de combustible |
| 9. Pistón distribuidor | |
| 10. Salida hacia los inyectores | |
| 11. Entrada de combustible al pistón | |

Figura 41. Despiece de la bomba Electrónica Radial Tipo VP 29
(Afinado a la Mecánica, 2014)

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MOTOR PERKINS SERIE 1006 MODELO YD DE SEIS CILINDROS PARA APLICACIONES AGRÍCOLAS E INDUSTRIALES

3.1 Introducción

El manual de taller se ha producido con la intención de facilitar el servicio y la revisión de los motores Perkins de la serie 1006 modelo YD de seis cilindros, para facilitar el mantenimiento preventivo y correctivo del mismo, considerando que este tipo de motores lleva un periodo de mantenimiento muy diferente a los motores que están montados en vehículos de carga pesada, pues en estos motores básicamente se realizan los diferentes ciclos de mantenimiento por horas de trabajo y no por kilometraje como regularmente se lo realiza en un motor que está montado sobre un vehículo. (Perkins, 2000)

Esta diferencia sustancial hace que el mantenimiento de este tipo de motores tenga una connotación especial a la hora de mantenerlo en óptimas condiciones de trabajo además se lo debe realizar con una puntualidad muy estricta ya que de ello dependerá la vida útil del mismo.

3.2 Identificación del motor

La serie 1006 consta de una gama de motores de cuatro y seis cilindros. Cada gama tiene tres tipos básicos de motores: atmosféricos, compensados, turboalimentados. Dentro de cada gama hay variaciones de modelos diferentes. La identificación de los diversos modelos se realiza mediante un sistema de números y letras, por ejemplo, este motor específico se lo identifica de la siguiente manera:

Tabla 3.2.1 Código de Identificación del motor.

Identificación del motor: YD37746*U849050M	
YD	Número de código de modelo
37746	Número de lista de fabricación
U	Fabricado en Reino Unido
849050	Número de serie del motor
M	Año de Fabricación (1998)

(Perkins, 2000)

En este modelo la placa de identificación se encuentra se encuentra en el lado izquierdo del mismo, tal como se muestra en la figura



Figura 42. Placa de identificación del motor.
(Peso, 2018)

3.3 Características técnicas del motor Perkin 1006

En la siguiente (tabla 3.3.1) se describirá todos los datos técnicos del motor perkin 1006, nos ayudara a entender que tipo de sistema de inyección trabaja este motor, adicional a esto también nos da información de sobre la potencia que entrega el motor, la relación de compresión que tiene el motor.

Tabla 3.3.1 Características técnicas del motor

Modelo de motor	1006T – Turbo Alimentado
Tipo	Turbo Alimentado
Número de cilindros	Seis (6) en Línea
Diámetro nominal de los cilindros	100,00 mm (3,937 in)
Carrera del pistón	127,00 mm (5,00 in)
Ciclo	Diésel de cuatro (4) tiempos
Relación de compresión	16:1
Cilindrada total	Seis (6) Litros (365 in ³)
Sistema de inyección de combustible	Inyección directa
Sentido de rotación (visto de frente)	Sentido horario
Orden de encendido	1-5-3-6-2-4
Presión de combustible (a máxima rotación y temperatura)	207 KN/m ² (30 lbf/in ²) (2.1 Kg/cm ²)
Potencia (velocidad de trabajo)	122,77 Cv a 1800 rpm
Torque (velocidad media)	628,88 Nm a 1800 rpm
Peso	420 Kg

(Perkins, 2000)

3.4 Características del aceite utilizado en el motor

En este caso se debe destacar que se utilizó un aceite de la marca Caterpillar, esto debido a que pertenecen al mismo casa fabricante y tienen sus equivalencias. Y se uso el aceite CAT DEO 15w-40 que posee las siguientes características:

- Aceite de motor de rendimiento óptimo para motores diésel Caterpillar para aplicaciones de movimiento de tierras, comerciales, marinas y de camiones de transporte por carretera.

- Este aceite combina una base de alta calidad con un sistema equilibrado de aditivos que contiene detergentes, dispersantes e inhibidores de uso múltiple, es decir una formulación precisa de un aceite superior para los motores diésel. El mismo asegura un control excelente del espesamiento del aceite causado por la acumulación de hollín y la oxidación a altas temperaturas, y proporciona una resistencia extraordinaria a los depósitos de barniz, depósitos de carbón y corrosión. Las características multigrado del aceite Cat DEO proporcionan capacidades de arranque en frío de hasta -25°C (-13°F) y una capacidad de bombeo de aceite a temperaturas de hasta -30°C (-22°F). Sus características multigrado también producen un menor consumo de aceite que los aceites monogrados. Mezcla su viscosidad estable que mantienen el espesor de la película de aceite en aplicaciones rigurosas a altas temperaturas y de servicio ampliado. Además, se recomienda para programas de drenaje de aceite optimizados porque tiene un control de desgaste excelente demostrado y una resistencia superior a la oxidación en pruebas controladas en la obra.
- **Compatibilidad de combustibles:** El aceite proporciona un rendimiento y una protección CI-4 para motores que funcionen con estas concentraciones de azufre en el combustible o menores (tabla 3.4.1)

Tabla 3.4.1 Compatibilidad del aceite con los combustibles de acuerdo al contenido de azufre.

Método de inyección de combustible	% de azufre en el combustible
Inyección directa	1,06%
Combustión preliminar	0,53%

(Cat, 2004)

3.5 Características del líquido refrigerante utilizado en el motor

Al igual que el aceite del motor en este caso se utilizó un aceite de la marca Caterpillar, esto debido a que pertenecen al mismo casa fabricante y tienen sus equivalencias. Y se usó el refrigerante ELC (Extended Life Coolant) CAT EC-1 Premix 50/50 que posee las siguientes características (tabla 3.5.1):

- El Cat ELC Premezclado contiene 50% de ELC y 50% de agua totalmente purificada. Se utiliza para llenado inicial y para llenado parcial de compensación. Esta fórmula asegura que la calidad del agua no comprometerá el rendimiento del refrigerante del motor y su vida útil.

- posee la propiedad de no producir la conocida escamilla por el agua dura o sobre la proporción de mezcla correcta de agua y concentrado. El Cat ELC ofrece protección contra el congelamiento hasta una temperatura de -37°C .
- Con el concentrado Cat ELC Concentrate se puede suministrar protección contra el congelamiento a temperaturas todavía más bajas. Se debe añadir el Prolongador Cat ELC Extender después de 3.000 horas o 500.000 kilómetros de operación, y el sistema se debe drenar y enjuagar con agua limpia después de 6.000 horas o 1.000.000 de kilómetros.
- No se necesita ningún agente limpiador, la operación segura con el refrigerante Cat ELC se puede prolongar más allá de las 6.000 horas.

Tabla 3.5.1 Características del líquido refrigerante CAT EC-1 Premix 50/50

Características del refrigerante ELC CAT EC-1 Premix 50/50	
Color	Rojo fresa
Gravedad específica	1,110
Alcalinidad de reserva	5,5
Contenido de ceniza,	5,0
Protección contra la ebullición, tapa de presión de 1 bar. 50% (Cat ELC premezclado)	129°C
Protección contra el congelamiento 50% (Cat ELC premezclado)	-37°C
Nitritos	550 ppm
Molibdatos	950 ppm
Silicato	% 0
Fosfato	% 0
Aminos	% 0
Boratos	% 0
Nitratos	% 0

(Cat, 2004)

3.6 Equivalencias de los filtros de aire utilizado en el motor

Hay que tomar en cuenta que este tipo de motores lleva dos filtros de aire el código de partes del filtro de aire uno de mayor diámetro llamado filtro primario es 26510353 en la

misma marca Perkins, en el caso que no existiera la misma marca y debido a que Perkins en la actualidad pertenece a la familia Caterpillar se puede utilizar filtros Cat con sus respectivas equivalencias y para ello nos basamos en una tabla existente de homologación utilizando el programa catfiltercrossreference de filtros de aire para este tipo de motores que a continuación se detalla de la siguiente manera (tabla 3.6.1):

Tabla 3.6.1 Tabla de referencia de homologación de filtros de aire primario

OEM	Piezas OEM
AGCO	4271467M1
BALDWIN FLTR	RS3734Z
BIG A	94761
CARQUEST	88761
CASE	392120A1
CASE	82034629
CASE	8602985
CAT LIFT TRUCKS	1304678
CAT LIFT TRUCKS	A000019509
CHAMP	LAF8149
DAEWOO / DOOSAN	LTP781039
DAEWOO / DOOSAN	P781039
DAF	1144786
DONALDSON	P777844
DONALDSON	P778214

OEM	Piezas OEM
DONALDSON	P782815
DONALDSON	P812042

(Catfiltercrossreference, 2018)

El código de segundo filtro de menor diámetro llamado filtro secundario es 26510354, y de igual forma en caso de no existir se puede ver la homologación en el programa y obtener sus equivalencias en otras marcas, dejando como prioridad el de la marca Cat, las equivalencias correspondientes se detallan a continuación (tabla 3.6.2)

Tabla 3.6.2 Tabla de referencia de homologación de filtros de aire secundario

OEM	Piezas OEM
AGCO	4271468M1
BALDWIN FLTR	RS3885Z
BIG A	94766
CARQUEST	88766
CASE	392121A1
CASE	82034623
CASE	8602986
CASE	X3150515
CAT LIFT TRUCKS	1304679
CAT LIFT TRUCKS	A000019504
CHAMP	LAF5932
DAEWOO / DOOSAN	LTP777639
DAEWOO / DOOSAN	P777639
DONALDSON	FRG100297
DONALDSON	P717639

OEM	Piezas OEM
DONALDSON	P782816
FLEETGUARD	AF25491
FRAM	CA8596SY
HASTINGS	AF2353
JCB	32912902
JOHN DEERE	AT203470
JOHN DEERE	F052646
JOHN DEERE	RE508969

(Catfiltercrossreference, 2018)

3.7 Equivalencias de los filtros de combustible utilizado en el motor

De igual forma que los filtros de aire tambien hay que tomar en cuenta que este tipo de motores lleva dos filtros de combustibles el código de partes del primer filtro llamado tambien separador de agua es (impurezas) 26560145 en la misma marca Perkins, en el caso de no existir la misma marca y debido a la consideración anterior que la marca Perkins en la actualidad pertenece a la familia Caterpillar se puede utilizar filtros Cat con sus respectivas equivalencias y para ello nos basamos de igual manera en la tabla existente de homologación utilizando el programa catfiltercrossreference de filtros de aire para este tipo de motores que a continuación se detalla de la siguiente manera (tabla 3.7.1)

Tabla 3.7.1 Tabla de referencia de homologación de filtros de combustible con separador de agua.

OEM	Piezas OEM
AGCO	3780299M1
AGCO	836662561
AGCO	V836662561
AGCO	V836862563
BALDWIN FLTR	BF7681

OEM	Piezas OEM
BALDWIN FLTR	BF7681DZ
BIG A	95535
BIG A	95547
BIG A	95632
BOBCAT	6671649
CARQUEST	86535
CARQUEST	86547
CARQUEST	86632
CARQUEST	86637
CASE	162000080845
CASE	P2950591
CASE	P2950591P
CAT LIFT TRUCKS	1006374
CAT LIFT TRUCKS	1383100
CAT LIFT TRUCKS	1634465
CAT LIFT TRUCKS	A000026778
DAEWOO / DOOSAN	LTP550399
DAEWOO / DOOSAN	LTP550434
DAEWOO / DOOSAN	P550399
DAEWOO / DOOSAN	P550434
DAEWOO / DOOSAN	P551429
DONALDSON	P550399
DONALDSON	P550434
FLEETGUARD	FS19514
FLEETGUARD	FS19526

OEM	Piezas OEM
FLEETGUARD	FS19530

(Catfiltercrossreference, 2018)

El código de segundo filtro es 26560143, y de igual forma en caso de no existir se puede ver la homologación en el programa y obtener sus equivalencias en otras marcas, dejando como prioridad el de la marca Cat, las equivalencias correspondientes se detallan a continuación (tabla 3.7.2)

Tabla 3.7.2 Tabla de referencia de homologación de filtros de combustible.

OEM	Piezas OEM
BALDWIN FLTR	BF7674B
BALDWIN FLTR	BF7674DZ
BALDWIN FLTR	BF7674Z
BIG A	95532
BIG A	95534
BIG A	95537
BIG A	95546
CARQUEST	86532
CARQUEST	86534
CARQUEST	86537
CARQUEST	86546
CARQUEST	86668
CAT LIFT TRUCKS	1005593
CAT LIFT TRUCKS	1383098
CAT LIFT TRUCKS	1596102
CAT LIFT TRUCKS	A000014212

OEM	Piezas OEM
CHAMP	L8684F
DAEWOO / DOOSAN	LTP550401
DAEWOO / DOOSAN	P550397
DAEWOO / DOOSAN	P550401
DAEWOO / DOOSAN	P550506
DAEWOO / DOOSAN	P550759
DAEWOO / DOOSAN	P550771
DAEWOO / DOOSAN	P551421
DONALDSON	P550397
DONALDSON	P550401
DONALDSON	P550506
DONALDSON	P550759
DONALDSON	P550771
FLEETGUARD	FS19515

(Catfiltercrossreference, 2018)

3.8 Equivalencias de los filtros de aceite utilizado en el motor

Este tipo de motores lleva dos filtros de aceite de las mismas características por tal razón el código es el mismo para ambos, el número de partes es 2654403 en la misma marca Perkins, en el caso que no existiera la misma marca y debido a que Perkins en la actualidad pertenece a la familia Caterpillar se puede utilizar filtros Cat que en este caso el código es CAT LIFT TRUCKS 7W2327, como se muestra en la tabla 3.8.1 en donde se muestran las equivalencias basamos en la homologación utilizando el programa catfiltercrossreference.

Tabla 3.8.1 Tabla de referencia de homologación de filtros de aceite.

OEM	Piezas OEM
AC-DELCO DIV	PF939
AGCO	1447048M2
ATLET	CK910535
BALDWIN FLTR	BT216Z
BARRETT	CK910535
BOBCAT	6511766
CARQUEST	85806MP
CASE	3118119R1
CAT LIFT TRUCKS	2I3898
CAT LIFT TRUCKS	7W2327
CHAMP	PH4403
CLARK	1804094
CLARK	1810884
CLARK	3339643
CLARK	910535
CLARK	LN2654403
CLARK	ME6511766
CROWN	364100026
DAEWOO / DOOSAN	7W2327
DAEWOO / DOOSAN	D160552A
DAEWOO / DOOSAN	LTP554403
DAEWOO / DOOSAN	P554403
DONALDSON	P779152
FENWICK	3540106

OEM	Piezas OEM
FIAT	1930970
FIAT	62703506
FIAT	70002503
FIAT	83963907
FLEETGUARD	LF701ER

(Catfiltercrossreference, 2018)

CAPÍTULO IV

Desarrollo Del Manual De Mantenimiento Preventivo del Motor Perkins Serie 1006 Modelo YD de Seis Cilindros Para Aplicaciones Agrícolas e Industriales

4.1 Medidas y recomendaciones de seguridad a seguir durante el mantenimiento preventivo del motor

Las siguientes medidas de seguridad son importantes:

- Utilice estos motores solamente para el tipo de aplicación para el cual se han diseñado.
- No cambie la especificación del motor.
- No fume cuando llene el depósito de combustible.
- Limpie cualquier derrame de combustible. Si algún material se ha ensuciado de combustible, póngalo en un lugar seguro.
- No llene el depósito de combustible con el motor en marcha (a menos que sea absolutamente necesario).
- No limpie, añada aceite ni ajuste el motor cuando está en marcha (a menos que esté capacitado para ello; aun así, debe extremar los cuidados para evitar lesiones personales).
- No realice ningún tipo de ajuste si no sabe cómo hacerlo.
- Asegúrese de que el motor no se ponga en marcha donde pueda dar lugar a una concentración de emisiones tóxicas.
- Mantenga a una distancia segura a otras personas durante el funcionamiento del motor o del equipo auxiliar.
- Mantenga alejado de piezas en funcionamiento prendas de vestir sueltas o el cabello largo.
- Manténgase alejado de los componentes en movimiento cuando el motor está en marcha, considere que algunos de los componentes en movimiento no son visibles cuando el motor está en marcha.
- No ponga en marcha el motor si se ha retirado alguna de las defensas de seguridad.
- No retire la tapa de llenado ni ningún componente del sistema de refrigeración mientras el motor esté caliente y el refrigerante bajo presión, ya que podría salirse refrigerante caliente peligroso.

- No permita que se produzcan chispas o llamas cerca de las baterías (especialmente durante el proceso de recarga de las mismas), ya que los gases que se desprenden del electrolito son extremadamente inflamables. El líquido de la batería es peligroso para la piel y, sobre todo, para los ojos.
- Desconecte los terminales de batería antes de realizar cualquier reparación en el sistema eléctrico.
- Debe haber una persona solamente al mando del motor.
- Asegúrese de que el motor se controle solamente desde el panel de control desde la posición cómoda y apropiada para el operario.
- Si la piel entra en contacto con combustible a alta presión busque asistencia médica inmediatamente.
- El gasoil y el aceite (especialmente el aceite usado) pueden producir daños en la piel en algunas personas. Utilice guantes protectores o una solución protectora especial para la piel.
- No lleve prendas de vestir que se hayan ensuciado de aceite. No se guarde en los bolsillos materiales que se hayan ensuciado de aceite.
- Deseche el aceite y refrigerante usado de acuerdo con la normativa local para evitar la contaminación.
- Asegúrese de que la palanca de mando de la transmisión no esté en una posición de transmisión antes de poner en marcha el motor.
- Ponga el mayor cuidado posible a la hora de realizar reparaciones de emergencia en condiciones adversas.
- El material combustible de algunos de los componentes del motor (p. ej., cierto tipo de retenes) puede ser extremadamente peligroso si se quema. No permita nunca que este material quemado entre en contacto con la piel o los ojos.
- Utilice siempre una jaula de seguridad para proteger al operario cuando haya que probar a presión un componente sumergido en agua.
- No permita que la piel entre en contacto con aire comprimido. Si el aire comprimido penetrara en la piel, busque inmediatamente asistencia médica.
- Los turbos alimentadores funcionan a alta velocidad y a altas temperaturas. Mantenga los dedos, las herramientas y los residuos apartados de las lumbreras de admisión y escape del turbo alimentador y evite el contacto con superficies calientes.

- Monte solamente piezas Perkins auténticas (actualmente el grupo pertenece a la misma familia Caterpillar).

4.2 Extracción y agregado del aceite del motor

Para extraer el aceite que se encuentra en el interior del motor, se localiza el tapón del cárter del motor que en este motor se encuentra en la parte posterior inferior izquierda, (ubicados de frente al motor) bajo el motor de arranque, y con una llave 5/8 pulgada se procede a realizar el desajuste del tapón del cárter (figura 43).



Figura 43. Ubicación desajuste del tapón de aceite.
(Peso, 2018)

Debido a la ubicación del motor con respecto a la altura desde el piso no se puede colocar un recipiente común para recolectar el aceite usado, por esta razón se utiliza doble funda de uso industrial que soporta hasta un quintal de peso y se lo coloca con toda la precaución del caso para no producir desperdicios de aceite en el ambiente, de ser así se debe realizar la limpieza de forma inmediata para evitar posibles accidentes en el lugar de trabajo y además se debe evitar cualquier forma de contaminación ambiental, (figura 44) es importante recordar que se debe sacar la tapa de llenado de aceite que se encuentra en la parte superior del cabezote para que caiga el aceite por efecto de la presión atmosférica.



Figura 44. Recolección del aceite usado.
(Peso, 2018)

Nota: En caso de que el cambio de aceite se lo estuviera realizando fuera de las horas o tiempo de trabajo adecuado se recomienda agregar un galón de aceite al motor y esperar que baje por el drenaje hasta que se visualice un color de aceite diferente y se pueda apreciar aceite nuevo. En este caso en particular una vez que se recolectó el aceite usado en la funda de uso industrial, se debe sellar la misma de tal forma que se evite derrames y ubicarlo en otro recipiente para poder transportarlo hasta un lugar adecuado donde se puedan almacenar los desechos contaminantes y después darles el tratamiento adecuado.

Luego que verificamos que ha salido todo el aceite se procede a ubicar el tapón del aceite en su lugar y a realizar el respectivo apriete del mismo con la llave 5/8 pulgada, considerar que es un apriete normal y debe ser excesivo (figura 45).



Figura 45. Ubicación del tapón del cárter.
(Peso, 2018)

Nota: Se debe considerar que en muchos casos el tapón del cárter puede presentar daños en el roscado (hilos) del mismo, si este fuera en caso se debe cambiar el elemento,

y no se recomienda aplicar ningún materia extra o adherente (en muchos de los casos teflón) para lograr el apriete o sellado de la fuga de aceite.

Luego se procede a llenar el aceite recomendado por fabricante (en este caso Cat Deo SAE 15W-40), teniendo en cuenta las precauciones del caso para minimizar al máximo los desperdicios de aceite sobre y el contorno del motor, (figura 46) para lo cual se debe utilizar un embudo libre de residuos o agentes contaminantes, este motor lleva 19 litros de aceite, y se debe estar verificando el nivel del mismo por medio de la bayoneta para estar seguros y poder certificar la medida indica, una vez alcanzado el objetivo se debe colocar la tapa del cabezote para suministrar aceite (figura 47).

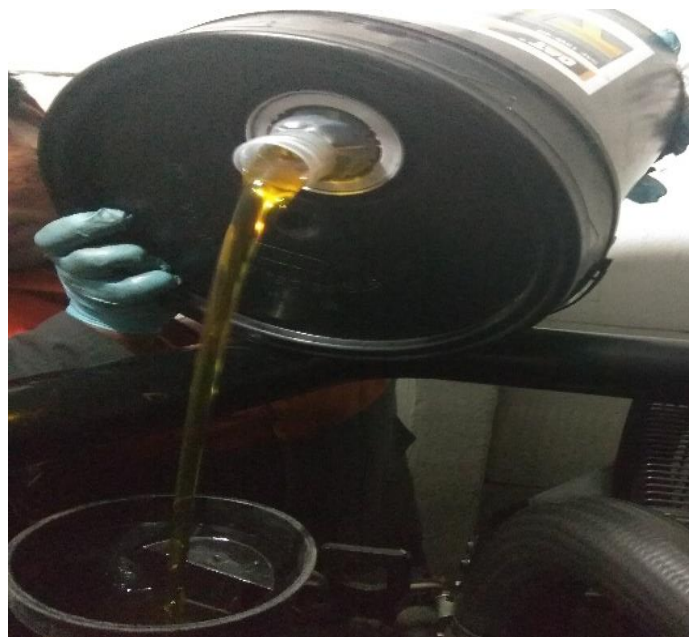


Figura 46. Ubicación del aceite.
(Peso, 2018)



Figura 47. Verificación de la medida del aceite.
(Peso, 2018)

4.3 Extracción y agregado del líquido refrigerante del motor

Para extraer el líquido refrigerante que se encuentra en el interior del radiador, se localiza el tapón del cárter del mismo que en este motor se encuentra en la parte delantera inferior central, (ubicados de frente al motor), y con una llave 11/16 pulgada se procede a realizar el desajuste del tapón del radiador (figura 48).



Figura 48. Ubicación desajuste del tapón del radiador.
(Peso, 2018)

De igual forma que en la situación de aceite del motor debido a la ubicación del motor con respecto a la altura desde el piso no se puede colocar un recipiente común para recolectar el refrigerante usado, por esta razón se utiliza doble funda de uso industrial que soporta hasta un quintal de peso y se lo coloca con toda la precaución del caso para no producir desperdicios de refrigerante en el ambiente, de ser así se debe realizar la limpieza de forma inmediata para evitar posibles accidentes en el lugar de trabajo, a diferencia del aceite el líquido refrigerante es bio-degradable por lo que no producirá ningún tipo de contaminación ambiental, no debemos olvidar aflojar la tapa superior del radiador, esto nos ayudará a que fluya el líquido por efecto de la presión atmosférica (figura 49).

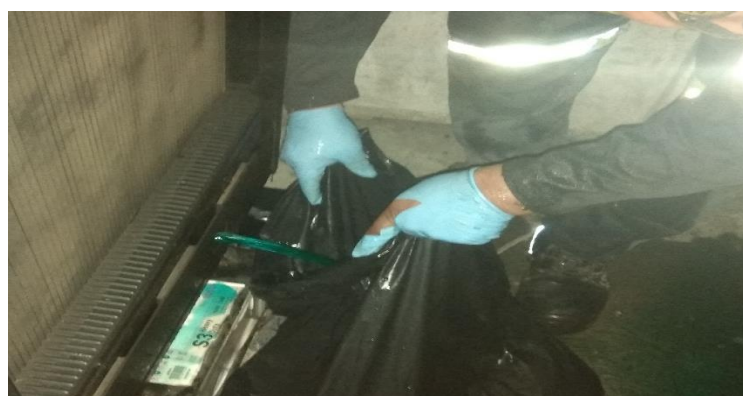


Figura 49. Recolección del refrigerante usado.
(Peso, 2018)

Nota: Si se cambia un refrigerante de diferente marca al que tiene el motor al

momento de realizar el cambio se debe drenar el líquido remanente que se queda en el interior del bloque de cilindros por lo que se debe aflojar el tapón que se encuentra parte posterior inferior izquierda, (ubicados de frente al motor) sobre el motor de arranque, y con una llave 9/16 pulgada se procede a realizar el desajuste del tapón del bloque de cilindros (figura 50).



Figura 50. Ubicación desajuste del tapón de drenaje del refrigerante del bloque.
(Peso, 2018)

Una vez que se ha drenado también el líquido refrigerante remanente del bloque del motor se procede a ubicar el tapón del mismo y se debe considerar que en muchos casos el tapón del bloque puede presentar daños en el roscado (hilos) del mismo, si este fuera en caso se debe cambiar el elemento, y no se recomienda aplicar ningún materia extra o adherente (en muchos de los casos teflón) para lograr el apriete o sellado de la fuga de refrigerante.

Luego se procede a ingresar el líquido refrigerante recomendado por fabricante (ELC (Extended Life Coolant) CAT EC-1 Premix 50/50), teniendo en cuenta las precauciones del caso para minimizar al máximo los desperdicios del mismo sobre y el contorno del motor, (figura 51) para lo cual se debe utilizar un embudo libre de residuos o agentes contaminantes, este motor lleva 48 Litros de refrigerante, y se debe estar verificando el nivel del mismo en la parte superior del radiador.



Figura 51. Ubicación del líquido refrigerante.
(Peso, 2018)

4.4 Extracción y reemplazo del filtro de combustible del motor

Para el procedimiento de extracción y reemplazo del filtro de combustible se utilizan unas fundas industriales de 40 X 25 cm, se las ubica de tal manera que el filtro del combustible quede dentro de ella (figura 52) y luego se procede a realizar desajuste del mismo, con esta técnica se minimiza el derrame de combustible en el motor y en su entorno, se empieza sacar el segundo filtro es decir el que no tiene con trampa de agua.



Figura 52. Extracción del filtro de combustible.
(Peso, 2018)

Luego que se ha extraído el filtro de combustible se procede a verificar si existe alguna anomalía en parte de sujeción del mismo, tales como impurezas o algún elemento extraño que pudiera provocar problemas al funcionamiento normal de los filtros, en este caso no se encontró ninguna novedad que sea de tomar algún correctivo mayor a más de la limpieza normal que se debe realizar al momento de realizar la acción de cambio de filtro (figura 53)



Figura 53. Toma de combustible desde el filtro.
(Peso, 2018)

Para la extracción y reemplazo del siguiente filtro de combustible también se utiliza el mismo tipo de fundas que se utilizan para la extracción del filtro anterior (figura 54) y luego se procede a realizar desajuste del mismo, de igual forma considerando el cuidado

del caso para no provocar derrames de combustible en el motor ni en su entorno, si fuera el caso se debe realizar la limpieza inmediata del lugar para evitar algún tipo de accidente o efectos de contaminación.



Figura 54. Extracción del filtro con trampa de agua.
(Peso, 2018)

Luego que se ha extraído el filtro de combustible se procede a verificar si existe alguna anomalía en parte de sujeción del mismo, tales como impurezas o algún elemento extraño que pudiera provocar problemas al funcionamiento normal de los filtros, en este caso se encontró la novedad que se encontraba formado sales (forma de espuma) (figura 55) en la toma de combustible, es una formación normal en este caso debido a que este filtro almacena gran cantidad de impurezas del combustible, (puede ser el conocido limpiador de carburadores o el limpiador de contactos electrónicos) debido a esto se procedió a realizar la limpieza con un líquido penetrante y disolvente, tomado en cuenta que el mismo no es dañino para el motor o componente alguno y se tomó la precaución de no agregarlo en ningún elemento de caucho que pudiera sufrir al daño producto de esta aplicación.



Figura 55. Formación de sales en la toma de combustible.
(Peso, 2018)

También se debe limpiar la trampa de agua o la parte del racor, ya es allí donde se acumulan todas las impurezas del combustible (figura 56) y si lo dejamos de la misma forma que salió lo más seguro es que la suciedad allí presente ingrese al sistema la bomba de combustible y luego a los inyectores, pudiendo ser esto causa de defectos y anomalías en el funcionamiento adecuado del motor, la limpieza se la puede realizar con el mismo elemento que se limpió la toma de combustible en el filtro, es decir con el mismo líquido penetrante y disolvente (figura 57).



Figura 56. Trampa de agua con impurezas de combustible.
(Peso, 2018)



Figura 57. Limpieza de la trampa de agua.
(Peso, 2018)

Una vez que nos aseguramos de la limpieza de los elementos procedemos al montaje de los filtros (figura 59) en sentido inverso de la salida, es decir que el filtro que tiene la trampa de agua, se debe recordar que al momento de armar el filtro con la trampa de agua de debe dejar salida de la trampa abierta para luego realizar el purgado del sistema y el mismo se cerrara hasta que el proceso de purgado se realice con éxito, es importante recordar que al momento de montar los filtros se debe tener en cuenta que los filtros tienen una posición de entrada por medio de unas guías que nos facilitan el trabajo (figura 58).



Figura 58. Guías de entrada de los filtros de combustible.
(Peso, 2018)



Figura 59. Filtros de combustible cambiados.
(Peso, 2018)

4.5 Extracción y reemplazo del filtro de aceite del motor

De la misma forma que procedió en el cambio de los filtros de combustible también se usa para el reemplazo de los filtros de aceite las fundas industriales de 40 X 25 cm, se las ubica de tal manera que el filtro del aceite quede dentro de ella (figura 60) y luego se precede a realizar desajuste del mismo, con el cuidado apropiado para minimizar el derrame de aceite en el motor y en su entorno, y se empieza sacar los filtros de aceite, en este caso no es relevancia el orden como si lo es en los filtros de combustible (figura 62).



Figura 60. Ubicación de los filtros de aceite en la funda.
(Peso, 2018)



Figura 61. Extracción de los filtros de aceite.
(Peso, 2018)

En este caso los filtros de combustibles no se pudo conseguir en la marca original Perkins por esta razón se utilizó el programa catfiltercrossreference en donde nos dio una equivalencia con los filtros Cat con un código CAT LIFT TRUCKS 7W2327 (figura 62) tal como se dio a conocer el capítulo tres en la descripción de los filtros de aceite y la tabla 3.8.1 donde se hace referencia de homologación de filtros de aceite, recordando que en la actualidad Perkins pertenece a la familia Caterpillar y por esta razón nos posibilita usar el filtro con el código descrito. Es importante destacar que los filtros usados se deben recolectar de tal forma que no se desperdicie aceite y se los sella en la funda industrial apropiada para este trabajo (figura 63).



Figura 62. Filtros de aceite Cat homologados.
(Peso, 2018)



Figura 63. Extracción de los filtros de aceite.
(Peso, 2018)

Antes de ubicar los filtros en el lugar indicado (figura 66) se debe recordar lubricar todo el contorno del del retenedor de los mismos, (figura 64) esto se lo hace con una pequeña cantidad de aceite limpio, seguido de esto se precede a colocar el filtro en su lugar con las precauciones de caso, por ejemplo se debe lograr que el roscado del filtro entre con la facilidad y la suavidad del caso sin forzar el apriete ya que esto puede resultar en un daño del roscado del elemento de aspiración de aceite y por ende se va a provocar un apriete inadecuado y se puede provocar fugas de aceite (figura 65).



Figura 64. Lubricación del retenedor del filtro de aceite.
(Peso, 2018)



Figura 65. Ubicación de los filtros de aceite.
(Peso, 2018)



Figura 66. Filtros de aceite cambiados.
(Peso, 2018)

4.6 Extracción y reemplazo del filtro de aire del motor

En el procedimiento de extracción y reemplazo del filtro de aire se debe tomar en cuenta que antes de abrir el depurador de aire (figura 67) se debe realizar la limpieza del entorno y de esta forma se evita posibles filtraciones de partículas contaminantes que pudieran ingresar de forma irregular al interior del mismo.



Figura 67. Depurador del filtro de aire.
(Peso, 2018)

Luego se procede a retirar el filtro de mayor diámetro o conocido como filtro primario (figura 68), para luego retirar el filtro de menor diámetro o secundario (figura 69), se verifica el estado interno del depurador de aire (figura 70) y si no hay ninguna anomalía se procede a realizar una limpieza en la parte interior del mismo hasta este libre de impurezas como el polvo principalmente o cualquier otra sustancia extraña.



Figura 68. Extracción del filtro de aire primario.
(Peso, 2018)



Figura 69. Extracción del filtro de aire secundario.
(Peso, 2018)



Figura 70. Interior del depurador de aire.
(Peso, 2018)

Una vez realizada la limpieza del depurador se procede a la ubicación de los filtros en sentido inverso de la salida es decir que primero se ubica el filtro secundario o el de menor diámetro (figura 71) y luego el filtro primario o de mayor diámetro (figura 72) y por último se procede a colocar la tapa del depurador con las respectivas seguridades del caso.

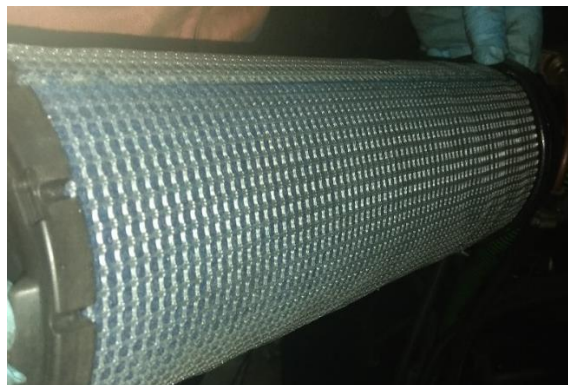


Figura 71. Filtro de aire secundario.
(Peso, 2018)



Figura 72. Filtro de aire primario
(Peso, 2018)

4.7 Revisión y mantenimiento de la batería del motor.

Para la revisión y mantenimiento de la batería se debe realizar la verificación se comprueba la tensión que debe estar en 12 V aproximadamente destacando que la batería en cuestión esté conectada a un mantenedor de carga, que no exista presencia de sulfatos en los bornes, que los niveles del líquido sean los adecuados y el estado físico general de la misma, puesto que si presenta una situación con un aspecto de sobre dimensión anormal (conocido como hinchazón de la batería) se debe cambiar la batería en forma inmediata.

En este caso específico se encontró residuos de sulfatos en los bornes (figura 73) y se procedió a la limpieza con agua normal a lavar los residuos de sustancias externas y dañinas (figura 74).



Figura 73. Presencia de sulfato en la carcasa de la batería.
(Peso, 2018)



Figura 74. Presencia de sulfato en los bornes de la batería.
(Peso, 2018)

Luego se verifico los niveles de líquido en cada vaso de la batería y se constató que los mismos estaban por debajo de lo mínimo o lo recomendado (figura 75), debido a esto se procedió a llenar los vasos hasta los niveles normales o permitidos con agua destilada que es lo recomendable en la situación que se encontraba la batería, luego de esto se ubicó la batería en su posición habitual (figura 76).



Figura 75. Revisión de electrolito en la celda de la batería.
(Peso, 2018)



Figura 76. Colocación de agua destilada en la celda de la batería.
(Peso, 2018)

4.8 Consideraciones adicionales en el programa de mantenimiento.

Los programas siguientes consideraciones deben realizarse según el intervalo que ocurra primero (horas o meses) de acuerdo a lo especificado en la tabla 4.8.1, tomando en cuenta la siguiente nomenclatura: (Perkins, 2000)

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| A. Primera revisión a las 20/40 horas | E. Cada 2.000 horas |
| B. Cada día o cada 8 horas | (1) Operario del motor. |
| C. Cada 200 horas o cada 6 meses | (2) Persona debidamente capacitada en |
| D. Cada 400 horas o cada 12 meses | el tema. |

Tabla 4.8.1 Guía de mantenimiento a realizarse en el motor.

A	B	C	D	E	OPERACIÓN
•	•				Comprobar la cantidad de refrigerante
			•		Comprobar la cantidad de refrigerante ¹
•		•			Comprobar la tensión y el estado de la correa de accionamiento
			•		Limpia la bomba de decantación y el colocador de la bomba de alimentación de combustible
		•			Comprobar si hay agua en el prefiltro ¹ o antes si el combustible no reúne normas apropiadas.
			•		Comprobar el funcionamiento de la bomba de inyección Stanadyne ²
				•	Revisión de los inyectores ²
•					Comprobar el régimen de ralentí ²
			•		Comprobar el funcionamiento del regulador de la bomba de inyección Stanadyne ²
	•				Comprobar la cantidad de aceite
•		•			Cambiar el aceite del motor
•		•			Cambiar el líquido refrigerante del motor
•		•			Cambiar filtros de aceite
•		•			Cambiar filtros de combustible
				•	Limpia los sistemas de ventilación del motor
•				•	Comprobar y ajustar si es necesario la holgura de las válvulas
				•	Revisar el alternador y el motor de arranque

(Perkins, 2000)

4.8.1 Comprobación de bandas (correas) de accionamiento

Sustituya la correa si está dañada o desgastada. Si se montan dos correas, deben sustituirse juntas. Para asegurar el máximo de vida de la correa, se recomienda utilizar un indicador de tensor de correas para comprobar la tensión de la misma. Coloque el indicador (1) en el centro del tramo libre más largo y compruebe la tensión, esta debe ser 355 N o (36 kgf). Si la tensión es de 220 N (22 kgf) o menos, ajústela hasta llegar a lo indicado (figura 77).

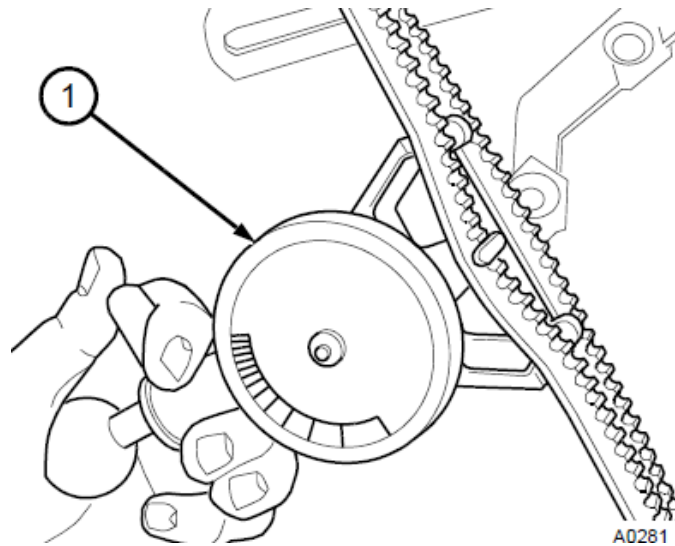


Figura 77. Forma de medir la tensión en la banda
(Perkins, 2000)

Si no se dispone de indicador, presione sobre la correa con el pulgar en el centro del tramo libre más largo y compruebe la deflexión. Con una presión moderada del pulgar de 45 N (4,5 kgf), la deflexión correcta de la correa será de 10 mm. (figura 78).

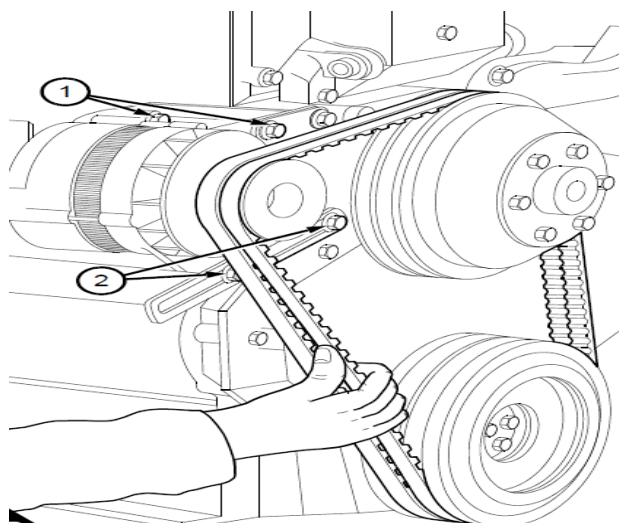


Figura 78. Tensión en la banda con el pulgar
(Perkins, 2000)

Nota: Si se montan dos correas, compruebe/ajuste la tensión de la correa más tensa.

➤ **Ajuste de la tensión de la correa**

1. Afloje las sujeciones de pivote (1) del alternador y las sujeciones del eslabón de ajuste (2) (figura 79).
2. Cambie la posición del alternador para conseguir la tensión correcta. Apriete las sujeciones de pivote del alternador y las del eslabón de ajuste.
3. Compruebe de nuevo la tensión de la correa para asegurarse de que siga siendo correcta. Si se monta una correa nueva, debe comprobarse de nuevo la tensión de la correa al cabo de las primeras 20 horas de funcionamiento.

4.8.2 Limpieza del colador de la bomba de alimentación

1. Suelte la sujeción (2) y retire la tapa y la junta (3) de la parte superior de la bomba de alimentación (4). Retire el colador (1). En algunos motores turboalimentados, habrá que desmontar la pequeña pantalla térmica montada encima de la bomba (figura 79).
2. Lave con cuidado el cuerpo de la bomba para eliminar todos los sedimentos.
3. Limpie el colador, la junta y la tapa.
4. Anne la bomba de alimentación. Utilice una buena junta y asegúrese de que el cuerpo y la tapa de la bomba se armen correctamente, ya que, si se produjeran fugas aquí, entraría aire en el sistema de alimentación de combustible. Monte la pantalla térmica, si la hay.
5. Elimine el aire del sistema de combustible a través del tapón de purga del filtro

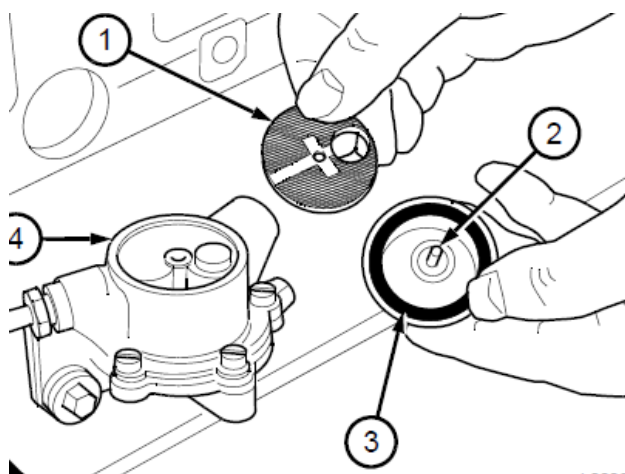


Figura 79. Limpieza de la bomba de alimentación
(Perkins, 2000)

4.8.3 Comprobación de la holgura de válvulas

Ésta se comprueba entre la parte superior del vástago de válvula y el balancín, con el motor caliente o frío. la holgura correcta para las válvulas de admisión es 0,20 mm y 0,45 mm para las válvulas de escape (figura 80), la posición de las válvulas se muestra en la (figura 81) la secuencia de las válvulas del cilindro nº 1 se muestra en la tabla 4.8.2.

Nota: el cilindro número 1 se encuentra en la parte delantera del motor.

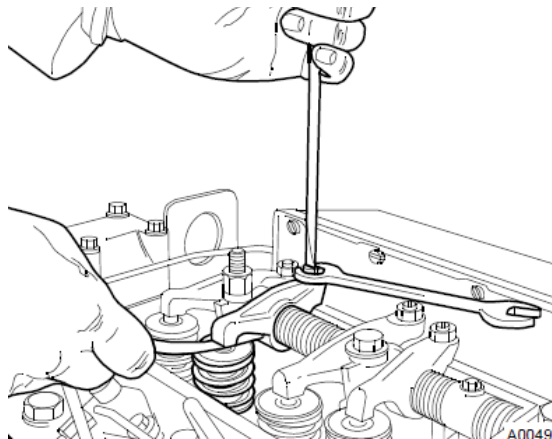


Figura 80. Calibración de válvulas
(Perkins, 2000)

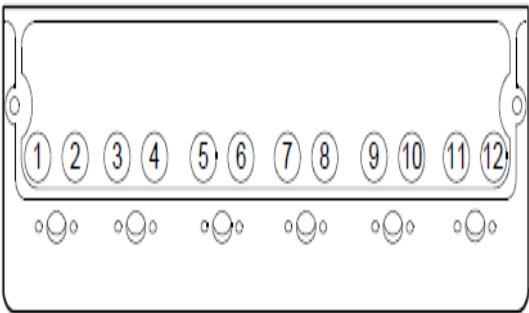


Figura 81. Posición de las válvulas
(Perkins, 2000)

Tabla 4.8.2 Orden y secuencia de válvulas y cilindros

Número de cilindro y válvula	1		2		3		4		5		6	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Válvula: A: Admisión E: Escape	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E

(Perkins, 2000)

4.8.4 Calibración de válvulas en el motor de seis cilindros

Para calibrar las válvulas se debe seguir las siguientes recomendaciones:

Nota: El juego de válvulas se mide entre la parte superior del vástago de válvula y el balancín (A). Con el motor frío o caliente, los juegos correctos son 0,20 mm (0.008 in) para las válvulas de admisión, y 0,45 mm (0.018 in) para las válvulas de escape. La posición de las válvulas se muestra en (B).

La secuencia de las válvulas desde el cilindro número 1 se muestra en el cuadro siguiente. El cilindro número 1 está en la parte delantera del motor.

Los tornillos de ajuste de los motores más antiguos llevan una ranura para destornillador, y los más nuevos llevan un vaso hembra para tornillo Torx. Ambos tipos son intercambiables.

1. Gire el cigüeñal en el sentido normal de rotación hasta que la válvula de admisión (B11) del cilindro número 6 se empiece a abrir, y la válvula de escape (B12) del mismo cilindro no se haya cerrado completamente. Compruebe el juego de las válvulas (B1 y B2) del cilindro número 1 y ajústelas si es necesario.
2. Ajuste las válvulas (B3 y B4) del cilindro número 2 tal como se ha indicado anteriormente para el cilindro número 6. A continuación, compruebe / ajuste el juego de las válvulas (B9 y B10) del cilindro número 5.
3. Ajuste las válvulas (B7 y B8) del cilindro número 4. A continuación, compruebe / ajuste el juego de las válvulas (B5 y B6) del cilindro número 3.
4. Ajuste las válvulas (B1 y B2) del cilindro número 1. A continuación, compruebe / ajuste el juego de las válvulas (B11 y B12) del cilindro número 6.
5. Ajuste las válvulas (B9 y B10) del cilindro número 5. A continuación, compruebe / ajuste el juego de las válvulas (B3 y B4) del cilindro número 2.
6. Ajuste las válvulas (B5 y B6) del cilindro número 3. A continuación, compruebe / ajuste el juego de las válvulas (B7 y B8) del cilindro número 4.

4.8.5 Posibles problemas, posibles causas y posibles comprobaciones a realizar en el motor.

Para poder dar un mantenimiento adecuado en motor Perkins serie de seis cilindros se dispone del siguiente listado enumerado en la (tabla 4.8.3)

Tabla 4.8.3 problema y solución del motor

Problema	Causas Posibles	
	Comprobaciones por el usuario	Comprobaciones por el taller
El motor de arranque hace girar el motor en forma lenta	1, 2, 3, 4	
El motor no arranca	5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17	34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44
El motor tiene dificultades para arrancar	5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17	34, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44
No hay potencia suficiente	8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21	34, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 61, 63, 64
Fallo de encendido	8, 9, 10, 12, 13, 15, 20, 22	34, 36, 37, 38, 40, 41, 43
Consumo elevado de combustible	11, 13, 15, 17, 18, 19, 21, 22	34, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 61, 63
Presencia de humo negro	11, 13, 15, 17, 19, 21, 22	34, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 61, 63
Presencia de humo azulado blanco	4, 15, 21, 23	36, 37, 38, 39, 42, 44, 45, 52, 58, 62
Baja presión de aceite	4, 24, 25, 26	46, 47, 48, 50, 51, 59
Detonación del motor	9, 13, 15, 17, 20, 22, 23	36, 37, 40, 42, 44, 46, 52, 53, 60
Funcionamiento inestable del motor	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 23	34, 38, 40, 41, 44, 52, 60
Vibraciones en el motor	13, 18, 20, 27, 28	34, 38, 39, 40, 41, 44, 52, 54
Excesiva presión de aceite	4, 25	49
Elevada temperatura del motor	11, 13, 15, 19, 27, 29, 30, 32	34, 36, 37, 39, 52, 55, 56, 57, 64
Ruido excesivo del motor	31, 33	39, 42, 44, 45, 52
Compresión deficiente	11, 22	37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 53, 60
El motor arranca y se detiene	10, 11, 12	

(Perkins, 2000)

4.8.6 Lista de causas posibles en los fallos en el motor Perkins serie 1006 de seis cilindros

1. Carga baja de la batería.
2. Conexiones eléctricas en mal estado.
3. Avería en el motor de arranque.
4. Grado incorrecto de aceite.
5. El motor de arranque hace girar el motor demasiado lento.
6. Depósito de combustible vacío.
7. Avería en el mando de detención.
8. Atascamiento de una de las tuberías de combustible.
9. Avería en la bomba de alimentación de combustible.
10. Elemento del filtro de combustible sucio.

11. Atascamiento en el filtro o en el sistema de admisión de aire.
12. Aire en el sistema de combustible.
13. Avería de alguno de los inyectores, o inyectores incorrectos.
14. Utilización incorrecta del sistema de arranque en frío.
15. Avería en el sistema de arranque en frío.
16. Atascamiento en el tubo de ventilación del depósito de combustible.
17. Tipo o grado incorrecto de combustible.
18. Movimiento limitado del mando de régimen del motor.
19. Atascamiento del tubo de escape.
20. Temperatura del motor demasiado alta.
21. Temperatura del motor demasiado baja.
22. Holgura de válvulas incorrecta.
23. Demasiado aceite, aceite de especificación errónea, presencia de aceite en el filtro de aire.
24. No hay aceite suficiente en el cárter.
25. Manómetro defectuoso.
26. Elemento del filtro de aceite sucio.
27. Ventilador dañado.
28. Defecto soporte del motor o de la caja del volante.
29. Demasiado aceite en el cárter.
30. Atascamiento en los conductos de aire o de agua del radiador.
31. Atascamiento de la tubería del respiradero.
32. No hay refrigerante suficiente en el sistema.
33. Entradas de aire en la tubería de vacío o avería del aspirador.
34. Avería en la bomba de inyección de combustible.
35. Mando de la bomba de inyección roto.
36. Puesta a punto de la inyección incorrecta.
37. Reglaje de los árboles de levas incorrecto.
38. Compresión deficiente.
39. Fugas por la junta de la culata.
40. Las válvulas no están libres.
41. Tuberías de alta presión inadecuadas.
42. Cilindros desgastados.
43. Fugas entre las válvulas y los asientos de válvula.
44. Los segmentos de pistón no están libres, o bien están desgastados o rotos.
45. Vástagos y/o guías de válvula desgastados.
46. Cojinetes de bancada desgastados o dañados.
47. Bomba de aceite desgastada.
48. La válvula de descarga no cierra.
49. La válvula de descarga no se abre.
50. Muelle de la válvula de descarga roto.

51. Defecto del tubo de aspiración de la bomba de aceite.
52. Pistón dañado.
53. Altura de pistón incorrecta.
54. Alineación incorrecta de la caja del volante o del volante.
55. Avería del termostato o tipo de termostato incorrecto.
56. Atascamiento en los conductos de refrigerante.
57. Avería en la bomba de agua.
58. Retén de vástago de válvula dañado (si lo hay).
59. Atascamiento en el colador del cárter.
60. Muelle de válvula roto.
61. Impulsor del turbo alimentador dañado o sucio.
62. Fugas por el retén de aceite del turboalimentador.
63. Fugas del sistema de admisión (motores turboalimentados).
64. Funcionamiento incorrecto de la válvula de descarga del turboalimentador (si la hay).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se logró elaborar el manual de mantenimiento preventivo y correctivo para el motor Perkins serie 1006 modelo YD de seis cilindros para aplicaciones agrícolas y estacionarios de fácil entendimiento y aplicación.
- Se determinó cuáles son los trabajos de mantenimientos preventivos de mayor relevancia, comunes y específicos que se deben realizar en el motor Perkins serie 1006, tomando en cuenta el periodo de horas de trabajo o por tiempo transcurrido.
- Se demostró el proceso a seguir para en los diferentes tipos de mantenimientos que se deben realizar en el motor estacionario Perkins serie 1006 de forma sencilla y adecuada para lograr un perfecto funcionamiento del motor antes descrito.
- El trabajo logrado mejorará el proceso de mantenimiento del motor generador de la institución siendo este de mucha relevancia ya que de esta forma se logrará minimizar los posibles daños y por ende se reducirá los costos del mantenimiento correctivo en motor en mención.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar los mantenimientos señalados por el fabricante para extender la vida útil del motor Perkins serie 1006 modelo YD perteneciente a la institución.
- Se recomienda tener en cuenta el programa de equivalencias de los filtros de combustibles, aceites y de aire en el caso que se encuentren en el mercado en la misma marca Perkins sobre todo la marca Cat debido a que pertenecen al mismo grupo empresarial.
- Se recomienda seguir los pasos descritos en el presente manual para el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo del motor Perkins serie 1006 modelo YD.
- Se recomienda la aplicación del presente manual con la inversión del caso para mejorar el proceso de mantenimiento y así lograr reducir costos que se pueden generar en el motor, así como prolongar la vida útil del motor.

BIBLIOGRAFÍA

- De las Heras León, E. (2014). *Mantenimiento de primer nivel de transporte de carretera*. España: Elearning S.L.
- Aficionado a la Mecánica. (2014). *Aficionado a la Mcánica*.
- Albornoz Salazar, J. L. (2016). *Manual de mantenimineto*. Obtenido de Manual de mantenimiento: <https://www.monografias.com/trabajos89/manual-de-mantenimiento/manual-de-mantenimiento.shtml>
- Alonso Perez, M. (2014). *Sistema auxiliares del motor*. Madrid: paraninfo.
- Cat. (2004). <http://www.venequipcuracao.com/assets/documents/PESJ0059.pdf>. Obtenido de <http://www.venequipcuracao.com/assets/documents/PESJ0059.pdf>: <http://www.venequipcuracao.com/assets/documents/PESJ0059.pdf>
- Catfiltercrossreference. (2018). Obtenido de Catfiltercrossreference: <http://www.catfiltercrossreference.com/search>
- catfiltercrossreference. (2108). *catfiltercrossreference*. Obtenido de <http://www.catfiltercrossreference.com/search>
- ConservatuCoche. (2018). Obtenido de ConservatuCoche: <https://www.conservatucoche.com/es/motor/filtro-aceite-que-es-y-como-funciona-20.html>
- Consuegra Pacheco, S. (2007). Módulo Motores Diésel. En C. P. Salomón, *Módulo Motores Diésel* (pág. 5). Barranquilla: Instituto Tecnológico de Soledad Atlántico.
- Cordero, S. (2013). Motores. En S. Cordero, *Motores* (págs. 26 -39). Madrid: Macmillan.
- DeConceptos.com. (2018). *DeConceptos.com*. Obtenido de DeConceptos.com: <https://deconceptos.com/general/manual>
- ebay. (2018). Obtenido de ebay: <https://www.ebay.es/itm/Perkins-PowerPart-Air-Filter-Element-26510353-FG-Wilson-901-054-OEM-Genuine-NEW-/201812323651>
- Garcia del RÍo, A. (2017). *Mantenimiento de sistema auxiliares del motor de ciclo diesel*. España: Elearning S.L.
- Gil Sierra, J. (2014). *Mantenimiento, preparacion y manejo de tractores*. España: Paraninfo.
- González Calleja , D. (2015). *Mantenimiento de sistema auxiliares del motor de ciclo diesel*. España: Ediciones Paraninfo.
- Gonzalez Calleja, D. (2018). *Motores*. España: Paraninfo.
- Google Maps. (26 de Noviembre de 2018). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com/maps/place/UIDE+Facultad+Ingenier%C3%ADa+Automotriz/@-2.1566644,-79.9134052,18.3z/data=!4m5!3m4!1s0x902d6d8416465387:0xaaf52874b0092005!8m2!3d-2.1565593!4d-79.9127453>
- IMPULSA. (2018). *IMPULSA*. Obtenido de IMPULSA: <https://www.impulsapopular.com/gerencia/que-es-un-manual-de-procesos/>
- MANUAL TÉCNICO. (AGOSTO de 2018). *MANUAL TÉCNICO*. Obtenido de MANUAL TÉCNICO: http://manualtecnico.blogspot.com/2011/08/concepto_21.html
- MOTORGIGA. (2018). Obtenido de MOTORGIGA: <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/filtro-de-aire-definicion-significado/gmx-niv15-con194160.htm>
- Pardiñas Alvite, J. (2012). *Sistema auxiliares del motor*. Madrid: Editex.

- Pérez Belló, M. Ä. (2011). Siatemas Auxiliareas del Motor. En P. B. Ángel, *Sistemas auxilizares del Motor* (págs. 216 - 218). Madrid: Paraninfo.
- Pérez, M. (2013). *Sisttemas Auxiliares del Motor*. Madrid: Paraninfo.
- Perkins. (julio de 2000). Manual de taller, TPD 1350S, edición 3. Peterbourough, Reino Unido: Perkins Engines Company Limited.
- Peso, L. (3 de Noviembre de 2018). Guayaquil, guayas, Ecuador.
- Sanchez , E. (2013). Sistemas Auxiliares del Motor. En E. Sanchez. Madrid: Macmillan.
- Sánchez, E. (2011). Sistemas auxiliares del motor. En E. Sánchez. Madrid: Macmillan.
- Santos Parreño, I. (2013). *Mantenimiento de sistema auxiliares del motor de ciclo diésel*. Malaga: INNOVACION Y CUALIFICACION S,L.
- Sanz Acebes, S. (2017). *Motores*. Madrid: Editex.
- Tiposde.ONLIE. (2018). *Tiposde.ONLIE*. Obtenido de Tiposde.ONLIE:
<https://tiposde.online/tipos-de-manuales/>
- vanguardia.com.mx. (2018). *vanguardia.com.mx*. Obtenido de vanguardia.com.mx:
<https://vanguardia.com.mx/articulo/el-motor-diesel-festeja-125-anos-en-medio-de-la-polemica>