

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**



CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**REHABILITACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR
A DIESEL 4 TIEMPOS.
(ARRANCADOR DE HELICÓPTERO PORTÁTIL)**

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**MANOSALVAS ITAS BYRON HERNANDO
MULLO GUILCAMAYGUA BYRON PATRICIO**

LATACUNGA - ECUADOR

AÑO 2011

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Romero Néstor (Director)

Ing. Cruz Mauricio (Codirector)

CERTIFICAN:

El proyecto de grado denominado REABILITACION Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR A DIESEL 4 TIEMPOS. (ARRANCADOR DE HELICÓPTERO PORTÁTIL) Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los señores: **Manosalvas Itás Byron Hernando y Mullo Guilcamaygua Byron Patricio**; bajo nuestra dirección.

Latacunga, noviembre del 2011

Ing. Romero Néstor
DIRECTOR

Ing. Cruz Mauricio
CODIRECTOR

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DECLARACION DE RESPONSABILIDAD**

NOSOTROS:

MANOSALVAS BYRON

MULLO BYRON

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado, REABILITACION Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR A DIESEL 4 TIEMPOS. (ARRANCADOR DE HELICÓPTERO PORTÁTIL) ha sido desarrollado con base a una investigación, respetando de derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, noviembre del 2011

Manosalvas Byron

Mullo Byron

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

AUTORIZACIÓN

NOSOTROS:

MANOSALVAS BYRON

MULLO BYRON

Autorizamos a la Escuela Politécnica Del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual de la institución del proyecto de grado titulado, REABILITACION Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR A DIESEL 4 TIEMPOS MARCA GUINNAULT. (ARRANCADOR DE HELICÓPTERO PORTÁTIL) cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad y autorización.

Latacunga, noviembre del 2011.

Manosalvas Byron

Mullo Byron

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
CERTIFICADO.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPITULO 1.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. GENERALIDADES.....	1
1.3. ESPECIFICACIONES GENERALES.....	3
CAPITULO 2.....	
FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR MONOCILINDRICO	4
2.1. GENERALIDADES.....	4
2.2. CICLO DE FUNCIONAMIENTO.....	4
2.2.1. Admisión.....	4
2.2.2. Compresión.....	6
2.2.3. Potencia.....	10
2.2.4. Escape.....	12
2.3. SISTEMAS DE FUNCIONAMIENTO.....	13
2.3.1. SISTEMADE ALIMENTACION.....	13
a. Funcionamiento.....	13

b.	Tanque de combustible.....	15
c.	Bomba de inyección.....	20
d.	Cañerías de alta presión.....	24
e.	Inyector.....	27
2.3.2.	SISTEMA DE ADMISION.....	31
a.	Funcionamiento.....	31
b.	Filtro de aire.....	32
2.3.3.	SISTEMA DE ESCAPE	33
a.	Funcionamiento.....	33
b.	Silenciador.....	35
2.3.4.	SISTEMA DE LUBRICACION	37
a.	Funcionamiento.....	37
b.	Bomba de aceite	40
c.	Tipo de aceite.....	42
d.	Filtro de aceite	45
2.3.5.	SISTEMA DE REFRIGERACION.....	47
a.	Funcionamiento.....	47
b.	Turbina.....	50
c.	Aletas disipadoras de calor.....	51
2.3.6.	SISTEMA ELECTRICO.....	52
a.	Funcionamiento.....	52
b.	Motor de arranque.....	52
c.	Luces de advertencia de peligro.....	61
d.	Batería.....	64

CAPITULO 3.....	70
INSPECCIÓN Y DESMONTAJE DEL MOTOR.....	70
3.1. GENERALIDADES.....	70
3.2. HERRAMIENTAS DE TRABAJO.....	71
3.3. INSPECCION Y DESMONTAJE DEL MOTOR.....	72
3.3.1.INSPECCIÓN Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE ALIMENTACION	73
a. Inspección de la presión de compresión.....	73
b. Chequeo de la calibración de válvulas.....	75
c. Depósito de combustible.....	79
d. Llave de paso de combustible.....	81
e. Cañería de alta presión.....	82
f. Bomba de inyección.....	84
g. Inyector.....	86
3.3.2.INSPECCION Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE ADMISION.....	87
a. Filtro de aire.....	87
3.3.3.INSPECCION Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE ESCAPE.....	89
a. Tubo De Escape Y Silenciador.....	89
3.3.4.INSPECCION Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE LUBRICACION.....	90
a. Filtro de aceite.....	90
b. Bomba de aceite.....	92
3.3.5.INSPECCION Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE REFRIGERACION.....	93
a. Conductos De Refrigeración Aletas Y Turbina.....	93

3.3.6.INSPECCION Y DESMONTAJE DEL SISTEMA	95
ELECTRICO.....	
a. Interruptor de encendido	95
b. Horómetro.....	96
c. Instrumentos de advertencia de peligro.....	98
d. Circuito de arranque.....	99
e. Batería.....	101
CAPITULO 4.....	103
REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DE LOS SISTEMAS.	103
4.1 GENERALIDADES.....	103
4.2 HERRAMIENTAS DE TRABAJO.....	103
4.3 REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE	104
ALIMENTACIÓN.....	
4.3.1 Tanque de combustible.....	105
4.3.2 Bomba de inyección.....	109
4.3.3 Cañerías de alta presión.....	110
4.3.4 Inyector.....	111
4.4 REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE	113
ADMISIÓN.....	
4.4.1 Filtro de aire.....	113
4.4.2 Conducto de admisión.....	114
4.4.3 Calibración de válvula de admisión.....	116
4.5 REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE	117
ESCAPE.....	
4.5.1 Tubo de escape.....	117
4.5.2 Silenciador.....	118

	4.5.3 Conducto de escape.....	119
	4.5.4 Calibración de válvula de escape.....	120
4.6	REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN.....	122
	4.6.1 Filtro de aceite.....	122
4.7	REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	123
	4.7.1 Turbina.....	124
	4.7.2 Conductos de refrigeración.....	125
	4.7.3 Aletas disipadoras de calor.....	125
4.8	REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	126
	4.8.1 Luces de advertencia.....	126
	4.8.2 Horómetro.....	127
	4.8.3 Swich de encendido.....	128
	4.8.4 Batería.....	129
	4.8.5 Circuito de arranque.....	131
	a. Calculo para cables de arranque.....	132
	4.8.6 Arranque manual.....	134
4.9	CONSTRUCCIÓN DE UN CHASIS PARA EL MOTOR.....	135
	4.9.1 Generalidades.....	135
	4.9.2 Proceso de construcción.....	135
	4.9.3 Herramientas utilizadas.....	137

CAPITULO 5.....	
PRUEBAS	
5.1. GENERALIDADES.....	140
5.2. COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	140
5.3. COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	141
5.4. COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN... ..	142
5.5. COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	142
CAPITULO 6.....	
MANTENIMIENTO DEL MOTOR.	
6.1. GENERALIDADES.....	144
6.2. NORMAS ESPECÍFICAS DE MANTENIMIENTO.....	144
6.3. CUADROS DE MANTENIMIENTO.....	
	144
CAPITULO 7.....	144
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	145
7.1. Conclusiones.....	148
7.3. Bibliografía	149
7.2. Recomendaciones.....	150

TABLAS

1.1.	Herramientas.....	75
1.2.	Presión de compresión estándar.....	77
1.3.	Presión de compresión del motor luego de la prueba.....	78
1.4.	Valor de calibración de válvulas.....	79
4.1.	Herramientas de trabajo para el reacondicionamiento.....	137
4.2.	Selección de conductores eléctricos.....	130
4.3.	Conductores de acuerdo al amperaje y longitud.....	154
4.4.	Dimensiones del motor.....	148
4.5.	Materiales para construcción del chasis.....	149
4.6.	Herramientas utilizadas para construcción del chasis.....	150

FIGURAS

FIGURA 1.1	MOTOR YANMAR L60AE.....	
Figura 2.1	Tiempo de admisión.....	9
Figura 2.2	Tiempo de compresión.....	9
Figura 2.3	Inyección directa.....	10
Figura 2.4	Entrega de combustible.....	12
Figura 2.5	Tiempo de potencia.....	13
Figura 2.6	Tiempo de escape.....	15
Figura 2.7	Flujo de combustible.....	16
Figura 2.8	Tanque de combustible.....	17
Figura 2.9	Tapa de tanque de combustible.....	17

Figura 2.10 Filtro plástico primario.....	18
Figura 2.11 Filtro de papel secundario.....	19
Figura 2.12 Llave de paso de combustible.....	23
Figura 2.13 Bomba de inyección unitaria.....	27
Figura 2.14 Cañería de alta presión.....	28
Figura 2.15 Partes del inyector.....	29
Figura 2.16 Proceso de inyección del motor.....	30
Figura 2.17 Atomización del inyector.....	30
Figura 2.18 Tobera.....	31
Figura 2.19 Sistema de admisión.....	33
Figura 2.20 Filtro de aire.....	35
Figura 2.21 Flujo de gases de escape.....	37
Figura 2.22 Silenciador.....	39
Figura 2.23 Partes metálicas vistas en microscopio.....	40
Figura 2.24 Funcionamiento del sistema de lubricación.....	42
Figura 2.25 Troncoidal.....	43
Figura 2.26 Aceite según la temperatura.....	45
Figura 2.27 Esquema del trabajo aditivo anti desgaste.....	47
Figura 2.28 Filtro de aceite del motor Yanmar.....	50
Figura 2.29 Flujo de aire.....	51
Figura 2.30 Turbina.....	51
Figura 2.31 Aletas disipadoras de calor.....	52
Figura 2.32 Grupos principales del motor de arranque.....	53
Figura 2.33 Motor eléctrico.....	54
Figura 2.34 Rotor.....	54
Figura 2.35 Bendix.....	62
Figura 2.36 Partes del Bendix.....	63
Figura 2.37 Esquema del relé.....	63

Figura 2.38 Piñón de ataque.....	
Figura 2.39 Partes del piñón de ataque.....	
Figura 2.40 Rueda libre.....	
Figura 2.41 Primera etapa.....	
Figura 2.42 Segunda etapa.....	
Figura 2.43 Tercera etapa.....	
Figura 2.44 Luz de advertencia de falta de presión de aceite.....	64
Figura 2.45 Luz de advertencia de temperatura alta del motor.....	65
Figura 2.46 Batería de acumuladores.....	65
Figura 2.47 Recipiente de batería.....	66
Figura 2.48 Aspecto de una placa positiva.....	67
Figura 2.49 Aspecto de una placa negativa.....	68
Figura 2.50 Aspecto de un puente de unión.....	69
Figura 2.51 Electrolito.....	74
Figura 3.1 Toma de compresión.....	76
Figura 3.2 Maniobra de válvulas.....	78
Figura 3.3 Calibración de válvulas.....	82
Figura 3.4 Tanque de combustible obsoleto.....	84
Figura 3.5 Llave de paso de combustible.....	87
Figura 3.6 Cañería de alta presión de combustible.....	89
Figura 3.7 Bomba de alta presión de combustible.....	91
Figura 3.8 Bomba para probar inyectores.....	92
Figura 3.9 Filtro de aire.....	93
Figura 3.10 Conducto de escape y silenciador.....	94
Figura 3.11 Filtro de aceite.....	95
Figura 3.12 Presión de la bomba de aceite.....	96
Figura 3.13 Aletas, conductos de refrigeración y turbina.....	97
Figura 3.14 Interruptor de encendido.....	98

Figura 3.15 Horómetro.....	100
Figura 3.16 Instrumentos de presión y temperatura de aceite.....	101
Figura 3.17 Circuito de arranque.....	105
Figura 4.1 Tanque de combustible en malas condiciones.....	106
Figura 4.2 Tanque de combustible operable.....	107
Figura 4.3 Limpieza del filtro de combustible plástico.....	108
Figura 4.4 Filtro de combustible en malas condiciones y su remplazo.	108
Figura 4.5 Llave de paso del tanque de combustible.....	110
Figura 4.6 Manguera en mal estado y operable.....	111
Figura 4.7 Alojamiento de la bomba de inyección.....	117
Figura 4.9 Cambio de filtro de aire.....	119
Figura 4.10 Conductos de ingreso de aire.....	121
Figura 4.11 Calibración de la válvula de admisión.....	123
Figura 4.12 Tubo de escape.....	124
Figura 4.13 Silenciador.....	125
Figura 4.14 Conducto de escape de gases.....	125
Figura 4.15 Calibración de la válvula de escape y descompresor.....	125
Figura 4.16 Filtro de aceite.....	125
Figura 4.17 Turbina.....	127
Figura 4.18 Conductos de refrigeración por aire.....	127
Figura 4.19 Aletas disipadoras de calor.....	128
Figura 4.20 Circuito del horómetro.....	129
Figura 4.21 Swich de encendido.....	130
Figura 4.22 Arranque manual retráctil.....	131
Figura 4.23 Motor Yanmar totalmente rehabilitado.....	132

RESUMEN

El presente trabajo es realizado con el propósito de rehabilitar y poner apunto un motor a diesel monocilíndrico marca YANMAR el mismo que forma parte del Arrancador de Helicóptero portátil marca GUINNAULT, este motor es monocilíndrico a diesel, refrigerado por aire, de 6 Hp. Este motor crea movimiento mecánico y con la ayuda del generador Guinnault producen energía eléctrica, la misma que es aprovechada para arrancar los motores de los helicópteros que posee el Ejército Ecuatoriano. Este motor por falta de mantenimiento y de personal preparado en este tema, dejo de operar hace cinco años atrás, por lo cual no se lo rehabilitó deteriorándose cada día más.

Como futuros Tecnólogos en mecánica automotriz nuestro trabajo fue el de rehabilitarlo y ponerlo a punto, para ello comenzamos realizando una inspección, a la vez el desmontaje de todas sus piezas, luego el montaje y reacondicionamiento de sus partes mecánicas, comprobamos su funcionamiento, construimos un chasis e instalamos instrumentos de control para hacerlo funcionar y con todo esto probar que este motor si funciona y puede ser incorporado a él arrancador portátil Guinnault.

Comenzamos con la prioridad principal que es su compresión, la misma que se encontró en excelente estado, luego seguimos desmontado sus sistemas, siendo el más afectado el sistema de alimentación de combustible pues sus filtros fueron atrofiados y todo su sistema colapso por taponamientos, también un daño mayor fue el agarrotamiento de la palanca de descompresión la misma que presiona la válvula de escape dejando al motor sin compresión por lo que este dejo de encenderse normalmente.

En fin se dio un mantenimiento total al motor y lo pusimos a punto para que siga realizando su trabajo en la Brigada de Aviación del Ejército.

SUMMARY

The present work is carried out with the purpose of to rehabilitate and to put I aim a motor to diesel of one cylinder YANMAR it marks the same one that is part of the Starter of portable Helicopter GUINNAULT, this motor it marks it is of one cylinder to diesel, refrigerated by air, of 6 Hp. This motor believes mechanical movement and with the help of the generating GUINNAULT they produce electric power, the same one that is taken advantage of the motors of the helicopters that it possesses to start up the I Exercise Ecuadorian. This motor for maintenance lack and of prepared personnel in this topic, accent of operating five years ago behind, reason why didn't become rehabilitated it deteriorating more every day. As future Technologists in self-driven mechanics our work was the one of to rehabilitate it and to put it to point, for we begin it carrying out an inspection, at the same time the disassembly of all its pieces, then the assembly and to restore on its mechanical behaves, we check its operation, we build a chassis and we install control instruments to make it work and with all this to prove that this motor if it works and it can be incorporate to the portable starter GUINNAULT.

We begin with the main priority that is then their compression, the same one that was in excellent state, we continue disassembled their systems, being the but affected the system of feeding of fuel because their filters were atrophied and all their system collapse to saturate, a bigger damage was also the stiffening of the decompression lever the same one that presses the escape valve leaving to the motor without compression for that that this accent of usually lighting.

In short we gave a total maintenance to the motor and we put it to point so that it continues carrying out their work in the Brigade of Aviation of the Army.

CAPÍTULO 1

MOTOR MONOCILINDRICO YANMAR

1.1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo ha sido realizado para rehabilitar y poner a punto el motor a diesel de 4 tiempos “YANMAR”, este a su vez es parte del el arrancador de helicóptero portátil Guinnault el mismo que genera corriente continua que sirve para que el Helicóptero arranque.

Realizando este trabajo lograremos introducirnos y profundizar nuestros conocimientos sobre este tipo de motores, conocimientos que luego servirán para rehabilitar más motores similares, instruir personal de mecánicos y entender que la mecánica automotriz es un factor indispensable también en el equipo aéreo del Ejército.

Por todos los motivos anteriores es muy importante la rehabilitación del arrancador de helicóptero portátil y más que eso, en las operaciones militares que la 15 BAE., realiza en la zona norte del Ecuador, la agilidad con que se realice este trabajo es un factor decisivo en bien de nuestro Ejército y de nuestro País en sí.

1.2 GENERALIDADES

El Motor, es una máquina que convierte energía en movimiento o trabajo mecánico. La energía se suministra en forma de combustible químico, como gasolina, vapor de agua o electricidad, y el trabajo mecánico que proporciona, suele ser el movimiento rotatorio de un árbol o eje. Los motores se clasifican según el tipo de energía que utilizan, como motores de aire

comprimido, de gasolina a diesel; según el tipo de movimiento de sus piezas principales, como ¹alternativos o rotatorios; según dónde tiene lugar la transformación de energía química a calor se llaman de combustión interna o externa; según el método utilizado para enfriar el motor se clasifican en; refrigerados por agua o por aire; según la posición de sus cilindros, alineados o en V; según el número de cilindros, mono cilíndrico y poli cilíndrico según las fases por las que pasa el pistón para completar un ciclo, como de dos tiempos o de cuatro, y según el tipo de ciclo, como tipo Otto (el de los motores de gasolina) o diesel.

El sistema de bombeo de combustible de un motor de combustión interna consta de un depósito, una bomba de combustible y un dispositivo que vaporiza o atomiza el combustible líquido. En los motores de un solo cilindro el combustible vaporizado se conduce al cilindro a través de un tubo llamado colector de admisión. También estos motores cuentan con un colector de escape o de expulsión, que transporta los gases producidos en la combustión.

El cilindro toma el combustible y expulsa los gases a través de válvulas de cabezal o válvulas deslizantes. Un muelle mantiene cerradas las válvulas hasta que se abren en el momento adecuado, al actuar las levas de un árbol de levas rotatorio movido por el cigüeñal. Dado que la combustión produce calor, todos los motores deben disponer de algún tipo de sistema de refrigeración. Algunos motores estacionarios de automóviles, de aviones y los motores fuera de borda que se refrigeran con aire o agua.

¹ Manual de Técnico Yanmar; 1988.

1.3 ESPECIFICACIONES GENERALES

Tabla 1.1 Especificaciones generales del motor

Motor	L60AE
Tipo de motor	Un cilindro vertical de 4 tiempos diesel refrigerado por aire.
Sistema de refrigeración	Refrigeración a fuerza de aire.
Sistema de combustión	Inyección directa
Sistema de lubricación	A fuerza de aceite SAE 30 desde una bomba mecánica.
Sistema de arranque	Con cuerda retráctil y motor eléctrico
Sistema de admisión	Simple sin turbo
Sistema de escape	Simple silenciador
No. De cilindros	1
Carrera X Diámetros (mm).	75 X 62
Relación de compresión	19.5 : 1
Potencia en Hp/rpm	6 a 3800
Peso (lb)	86
Bomba de inyección	T01ipo Bosch PFE-M
Capacidad del tanque de combustible (Ltrs.)	3.5
Capacidad de aceite. (Ltrs)	1.1



Figura 1.1 Motor Yanmar L60 AE.

CAPÍTULO 2

FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR MONOCILINDRICO.

2.1 GENERALIDADES.

Para que funcione un motor son necesarias partes mecánicas que asociadas entre sí forman un sistema, el mismo que da origen a ciclos de funcionamiento y estos juntos hacen que la energía química se transforme en trabajo.

2.2 CICLOS DE FUNCIONAMIENTO.

2.2.1 ADMISIÓN

El tiempo de admisión de diesel empieza con la válvula de admisión abierta. El pistón se mueve hacia abajo del cilindro debido a la rotación del cigüeñal. (La energía requerida para mover el pistón del punto muerto superior al punto muerto inferior viene ya sea del volante o desde un cigüeñal de equilibrio que posee este motor en lugar de otro cilindro).²

Durante su movimiento hacia abajo, el pistón crea una región de baja presión en el área arriba del pistón (cuando el volumen en el cilindro aumenta, la presión disminuye).

²Hermógenes Gil Martínez, Manual del Motor Diesel, España 1999.

Debido a que la presión atmosférica es mayor que la presión en el cilindro, el aire se precipita en el cilindro para llenar el espacio dejado por el movimiento hacia abajo del pistón.

Durante el tiempo de admisión del motor Diesel, el único material que se jala dentro del cilindro es aire. No existe placa de mariposas, así que el cilindro se llena completamente con aire a la presión del múltiple de admisión.

Es muy importante el flujo de aire sin restricción para el desempeño del motor Diesel. Para mantener la alta compresión necesaria para producir temperaturas de combustión aceptables, el motor Diesel requiere una cantidad enorme de aire.³

Cualquier restricción del flujo de aire puede ser perjudicial para el desempeño del motor. Cuando el pistón alcanza el punto muerto inferior, invierte su dirección.

Entonces se cierra la válvula de admisión, sellando el cilindro lleno de aire y empieza el tiempo de compresión.

³Hermógenes Gil Martínez, Manual del Motor Diesel, España 1999.

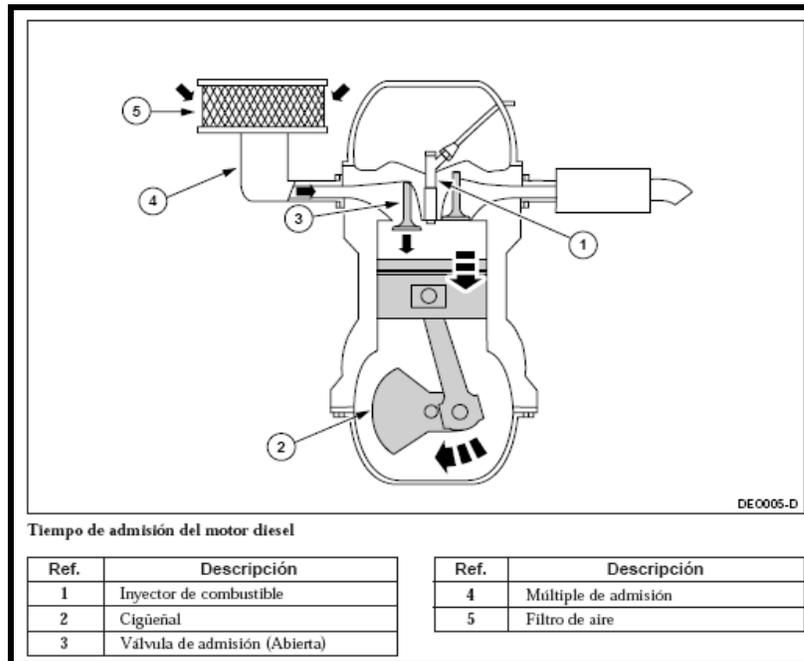


Figura 2.1 Tiempo de admisión.

2.2.2 COMPRESION.

El segundo tiempo en el ciclo de cuatro tiempos es el tiempo de compresión. Cuando el pistón pasa el punto muerto inferior (su punto más bajo de movimiento) y empieza a subir nuevamente, empieza el tiempo de compresión, la válvula de admisión se cierra y la válvula de escape permanece cerrada.

El aire en el motor se comprime ahora a un volumen muy pequeño en la parte superior del cilindro. La compresión del aire es muy importante para desarrollar temperaturas lo suficientemente altas para encender la mezcla de aire/combustible y finalmente desarrollar potencia. Justo antes de que el pistón alcance el punto muerto superior del tiempo de compresión, el inyector

de combustible libera un rocío fino de combustible en la cámara de combustión.

La temperatura en el cilindro enciende el aire/combustible de manera que estará ya en progreso el quemado cuando empieza el tiempo de potencia. La idea es hacer que el punto de presión máxima en el cilindro se produzca en un punto ligeramente después de que el pistón alcance el punto muerto superior, de manera que el pistón pueda empujarse hacia abajo con la mayor fuerza.

En los cilindros de un motor Diesel las temperaturas de compresión son muy altas. Esto es necesario para producir temperaturas de alta compresión para el encendido del combustible. Las temperaturas de compresión del cilindro en un motor Diesel pueden alcanzar más de 556°C (1000°F). Una de las áreas principales de diferencia entre los motores Diesel y de gasolina es el diseño de la cámara de combustión. La función de la cámara de combustión no es sólo el área donde se quema combustible y aire.⁴

⁴Franck J. T. Manual técnico Automotriz Cuarta edición. México 1996.

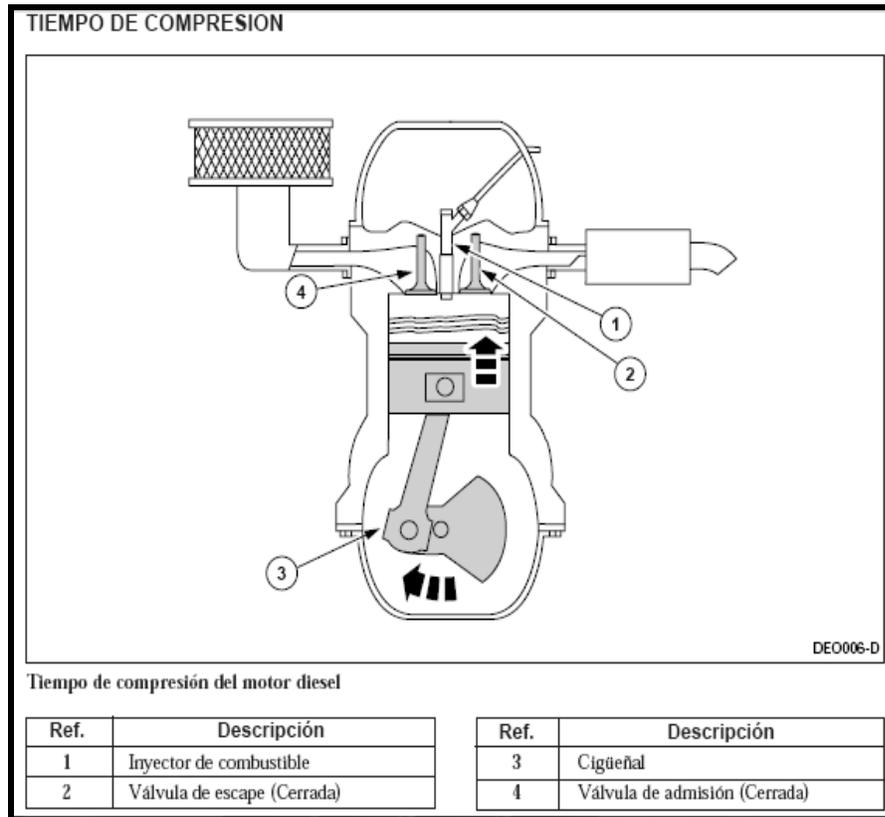


Figura 2.2. Tiempo de compresión.

La combustión en un motor Diesel se ve afectada de gran manera por la turbulencia de aire creada por la forma de la cámara de combustión. El rocío de combustible hacia la cámara de combustión desde el inyector de combustible está diseñado para aprovechar la turbulencia de aire dentro de la cámara de combustión, de manera que ocurra un quemado completo dentro del lapso de tiempo adecuado.

El motor Yanmar trabaja con inyección directa, es uno en el que el inyector de combustible está colocado de manera que rocía una carga de combustible directamente en la cámara de combustión. La Cámara de combustión de inyección directa también puede llamarse cámara abierta porque no existen

restricciones u obstáculos para que el combustible pase dentro de la cámara de combustión.

La creación de turbulencia dentro de la cámara de combustión de inyección directa se logra principalmente a través del diseño de la cabeza de pistón.

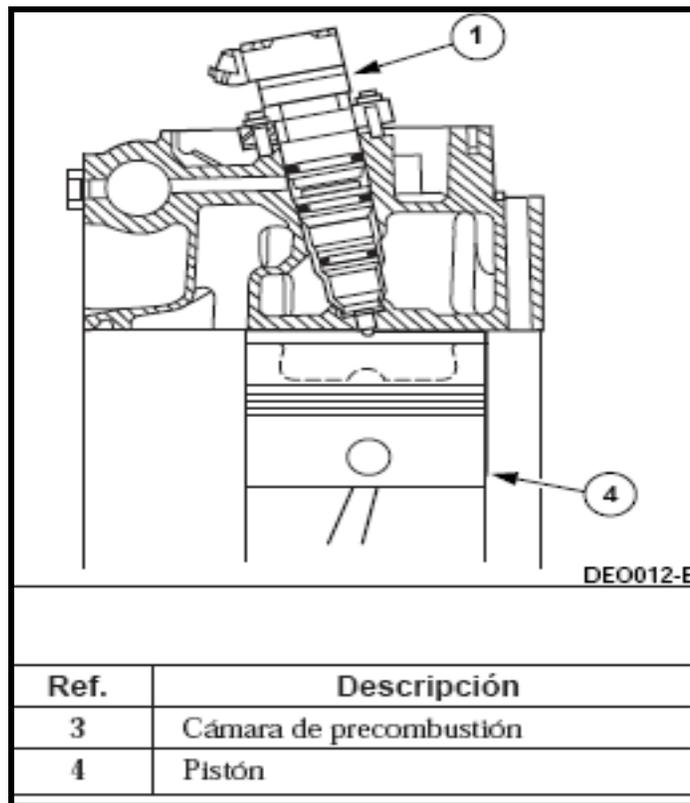


Figura 2.3 Inyección directa

El inyector de combustible rocía combustible hacia la cámara de combustión o cámara de precombustión bajo una presión muy alta, atomizando el combustible de manera que se rocíe de manera uniforme. El rocío de la boquilla de combustible se produce en una irrupción corta. Esta irrupción de combustible forma un núcleo rico en combustible rodeado por zonas de aire caliente. Esta irrupción de combustible forma un núcleo rico en combustible

rodeado por zonas de aire caliente.

Las propiedades de combustión del motor Diesel dependen en gran manera de cómo se mezclan el combustible y el aire. En un motor de gasolina el aire y combustible se mezclan antes de entrar a la cámara de combustión. Sin embargo, en el motor Diesel el aire y el combustible se mezclan directamente en la cámara. La rapidez con la que aumenta la presión del cilindro durante la combustión es directamente proporcional a la forma en que se mezclan el combustible y el aire.

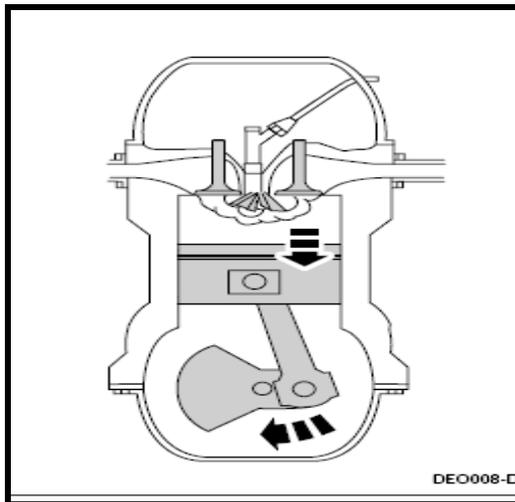


Figura 2.4 Entrega de combustible.

2.2.3 TIEMPO DE POTENCIA O EXPLOSIÓN.

El tiempo de potencia o de explosión del motor Diesel es muy parecido a la del motor de gasolina. Cuando la mezcla de combustible/aire se enciende durante el final del tiempo de compresión, empieza a quemarse.

Esto no es una explosión, sino un proceso de combustión lenta. Cuando la mezcla de combustible/aire se quema, ocasiona un aumento rápido de la presión en el cilindro.

Este aumento de presión empuja hacia abajo la parte superior del pistón. Esta irrupción de potencia se transfiere al cigüeñal y se mide en caballos de fuerza y torsión.

El motor Diesel obtiene su aumento de potencia de un aumento del combustible. El motor tiene un flujo constante de aire. Debido a que la admisión de aire no es restringida, los cilindros reciben la misma cantidad de aire de manera consistente. Por lo tanto, para aumentar la salida de potencia del motor, debe inyectarse más combustible a los cilindros.

El proceso de combustión interna produce calor y el calor es una forma de energía. Mucho de este calor puede desperdiciarse y disiparse a través de los sistemas de enfriamiento y escape. La capacidad de un motor para usar efectivamente esta energía de calor se conoce como eficiencia térmica.⁵

Debido a que el proceso de combustión del motor Diesel requiere calor para el encendido, su eficiencia térmica es mayor que la de un motor de gasolina.

En un motor Diesel se desperdicia y se disipa menos energía de calor a través de los sistemas de enfriamiento y de escape, y se recicla más para usarse en el proceso de combustión

⁵Franck J. T. Manual técnico Automotriz Cuarta edición. México 1996.

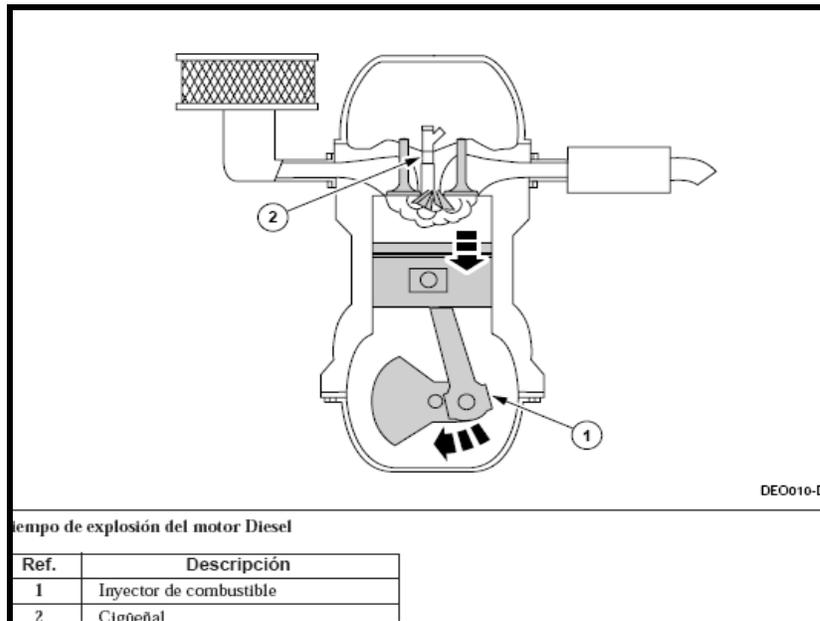


Figura 2.5 Tiempo de potencia.

2.2.4 ESCAPE.

El tiempo de escape es igual en los motores de gasolina y en los motores Diesel. La válvula de escape se abre cuando la rotación del cigüeñal empuja el pistón hacia arriba en el cilindro. Esto hace que los gases quemados salgan hacia afuera a través del puerto de escape.

Cuando el pistón se acerca al punto muerto superior, la válvula de admisión se abre nuevamente y el ciclo se vuelve a repetir.

La válvula de escape se cierra poco tiempo después de que el pistón inicia su movimiento hacia abajo.

El tiempo de escape no produce trabajo, pero gasta una cantidad de energía para empujar los gases de escape fuera del cilindro.

El motor Diesel es esencialmente una máquina de respiración.

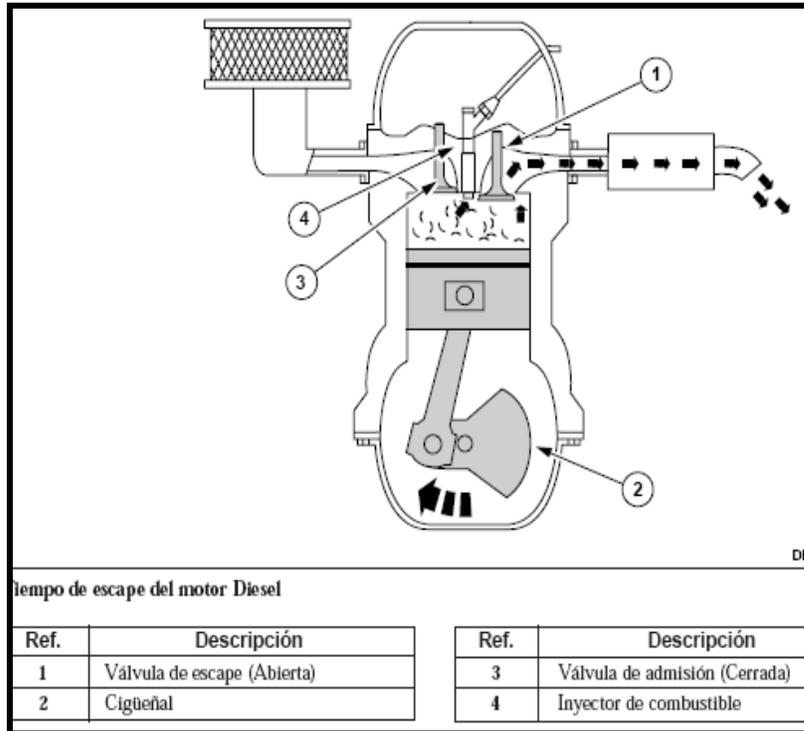


Figura 2.6 Tiempo de escape.

2.3 SISTEMAS DE FUNCIONAMIENTO.

2.3.1 SISTEMA DE ALIMENTACION.

a. FUNCIONAMIENTO.

El combustible produce energía en un motor diesel cuando se atomiza y se mezcla con aire en la cámara de combustión. La presión causada por la subida del pistón en el cilindro produce un aumento rápido de temperatura. Cuando se inyecta el combustible, la mezcla de aire / combustible se inflama y la

energía se desprende para empujar los pistones hacia abajo y hacer girar el cigüeñal.

Un combustible perfecto se quemaría por completo, sin dejar residuos ni emitir humo. Sin embargo, no existe un combustible perfecto. En el diesel es muy importante el punto de inflamación, que es la temperatura a la que se inflaman los vapores de combustible cuando se exponen a las llamas. Lo determina el tipo de combustible y la proporción de combustible / aire. Es importante saber que la temperatura mínima de inflamación de la mayoría de los combustibles diesel es aproximadamente 38°C (100°F) y si se calienta a más de 52°C (125°F) afectará negativamente la potencia del motor.

El sistema de alimentación de combustible está constituido por un depósito de combustible (1) de características similares a los empleados para gasolina, este almacena diesel en la cantidad de 3.5 litros. El tanque posee en su interior un filtro de malla plástica (2), que elimina las partículas gruesas de suciedad, también tiene un filtro de cartón (3) que elimina las partículas finas de impurezas de combustible.

Luego de limpiarse en parte el combustible necesitamos de una llave de paso de combustible (4). Esta llave permite y cierra el paso de combustible desde el tanque hasta la bomba de inyección.⁶

⁶Manual de Técnico Yanmar; 1988.

Mediante una manguera (5), permite que fluya a gravedad el combustible desde el tanque hacia la bomba de inyección, (6) que se encarga de generar la alta presión. Luego mediante una cañería de alta presión (7) que como su nombre lo indica es la encargada de conducir la alta presión de combustible hacia el inyector (8). Este último se encarga de pulverizar el combustible en la cámara de combustión, como lo indicamos en el siguiente gráfico.

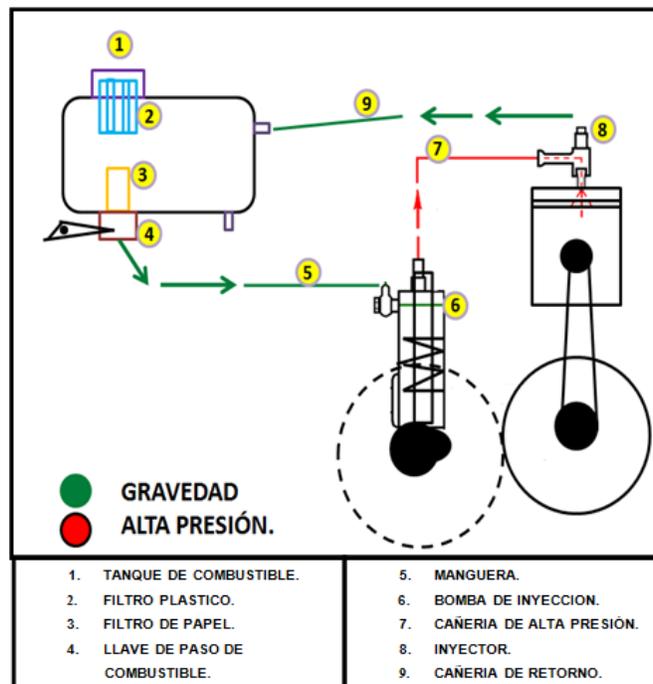


Figura 2.7 Flujo de combustible.

b. TANQUE DE COMBUSTIBLE.

El depósito de combustible o tanque de combustible es un contenedor seguro para líquidos inflamables, que suele formar parte del sistema del motor, y en el cual se almacena el combustible.

Los depósitos de combustible varían considerablemente de tamaño y complejidad, desde un diminuto depósito de butano para un mechero, hasta el depósito externo de combustible criogénico multicámara de un transbordador espacial. Normalmente un depósito de combustible cuenta con las siguientes características:

- Almacenamiento seguro de combustible.
- El relleno debe ser sin riesgos (ej. chispas).
- Almacenamiento sin pérdidas por escape o evaporación.

Las características que tiene el tanque de combustible del motor Yanmar, eso tiene una capacidad de almacenamiento de combustible de 3.5 litros y a su vez consta de las siguientes partes:

1. Tanque de combustible propiamente dicho.
2. Tapa de llenado de combustible.
3. Filtro primario plástico.
4. Filtro secundario de cartón.
5. Llave de paso de combustible.

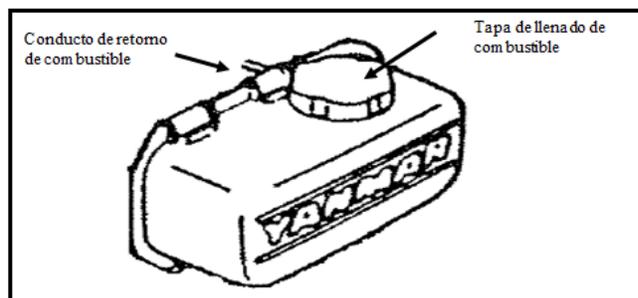


Figura 2.8 Tanque de combustible.

Tapa de combustible.-Está constituida de material plástico, con un empaque de caucho presiona el filtro primario inmovilizándolo completamente, forma parte del tanque de combustible y evita fugas del mismo.

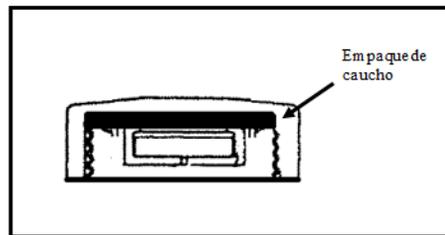


Figura 2.9 Tapa del tanque de combustible.

Filtro primario plástico este como su nombre lo indica se encuentra fabricado de plástico formando una red que se encarga de atrapar las limallas, impureza o cualquier partícula gruesa del combustible que ingresa, a la vez se encuentra presionado por la tapa de combustible inmovilizándolo completamente y este para evitar un llenado extremo de diesel en el tanque, trae grabado una línea roja que nos indica el límite máximo de combustible.

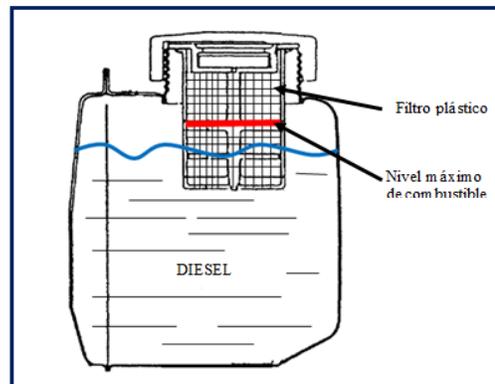


Figura 2.10 Filtro plástico primario.

Filtro de cartón. El sistema de filtración del diesel está diseñado para permitir la entrada del combustible necesario para una combustión completa, mientras bloquea las impurezas que contiene el gasoil. Ahora, tenemos que entender que las partículas de basura más dañinas son tan pequeñas que se necesita juntar 4 o 5 solo para poder verlas.⁷

El propósito del filtro es muy simple. Proteger el motor, para eso tiene que bloquear todo el combustible con suciedad posible, aunque esta sea tan pequeña que no es visible al ojo humano. Queremos eliminar el máximo posible de contaminantes mientras dejamos pasar bastante diesel para una combustión eficiente.

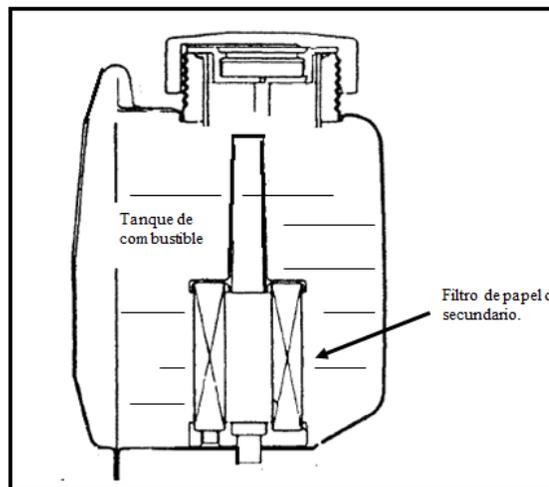


Figura 2.11 Filtro de papel o secundario.

⁷www.Mecanicavirtual.org.

Llave de paso de combustible, esta llave está diseñada para dejar pasar o cerrar el paso de combustible, desde el tanque hacia la bomba de inyección, cabe mencionar que este motor está diseñado para trabajar por simple gravedad, esto quiere decir que no necesitamos de una bomba mecánica o eléctrica que succione el combustible desde el tanque y lo conduzca hacia la bomba de inyección.

Por lo anterior escrito es muy importante la llave de paso pues nos brinda una mejor seguridad en el momento que el motor está en estado de reposo.

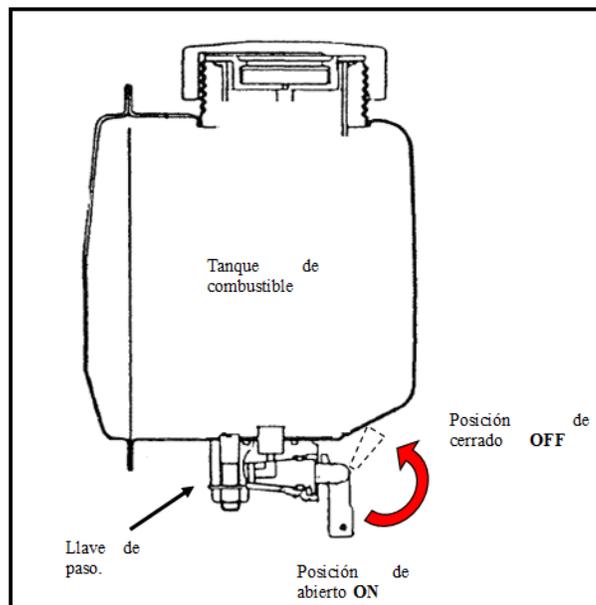


Figura 2.12 Llave de paso de combustible.

c. BOMBA DE INYECCION.

La bomba de inyección de un solo pistón tiene una carcasa de fundición y en su exterior un árbol de levas que gira apoyado en dos cojinetes, el cual se mueve accionado por medio de engranajes desde el cigüeñal.

Esta leva es una sola pues este motor es mono cilíndrico a través de la leva empuja y desplaza el vástago de un pistón que se mueve con movimiento alternativo en el interior de un cilindro fijo en la carcasa.

Dicho pistón lleva tallado un rebaje para sujetar una arandela en la que apoya un muelle que lo mantiene en continuo contacto con la leva y la cruz que se aloja en los rebajes del cilindro, gracias al cual cuando este cilindro gira el pistón también lo hace.

El giro se consigue accionando el mando del acelerador, la cual conecta con un pequeño engranaje solidario con el cilindro de manera que al desplazarse una cremallera movida desde el acelerador, esta hace girar el cilindro, girando este con el pistón.

El pistón que lleva una incisión vertical y una escotadura en forma de bisel, se desliza en el interior de un cilindro que rodeado del combustible que a la presión de la gravedad llega procedente del circuito de alimentación, en su parte superior,

lleva dos orificios por los que se llena de combustible.

La salida del inyector lleva una válvula anti retorno que impide que el combustible, una vez que haya salido pueda volver a él.

El funcionamiento de la bomba de inyección es como sigue:

Cuando el pistón está en la parte más baja de su recorrido, el combustible que llega micro filtrado y a cierta presión pasa por los orificios y llena el interior de los cilindros, cuando sube empujando a través de su pistón por una leva, una vez que cierra los orificios de entrada de combustible al cilindro, empuja al gasoil que sale hacia el inyector, para lo que se abre la válvula anti retorno colocada a la salida, venciendo la fuerza del muelle que la empuja, hasta que la leva pasa por su cresta, a continuación el pistón baja empujando por el muelle , el pistón deja de enviar gasoil , la válvula anti retorno se cierra , la presión en la tubería que lleva el combustible al inyector cesa y la inyección se detiene súbitamente.

Como el pistón siempre recorre la misma carrera, es precisamente para adaptar el volumen de combustible inyectado a las necesidades de funcionamiento del motor, para lo que se hace pivotar en el interior de su correspondiente cilindro, lo que hace que su escotadura coincida antes y después con uno de los orificios de llenado del cilindro, con lo que el pistón deja de enviar el combustible al inyector y para ello se usa la cremallera, el engranaje del cilindro giratorio y la cruz del vástago.

Hay una posición del pistón en la que la ranura vertical coincide con uno de los orificios de llenado del cilindro, por lo que al desplazarse no inyecta nada de combustible, y el motor se para. Lo que se aprovecha para detener el motor.

Para inyectar más combustible se gira el pistón de manera que sea necesario un mayor desplazamiento para que su escotadura coincida con el correspondiente orificio de llenado del cilindro.

El pivotamiento del pistón lo hace la cremallera, la cual se mueve desde el acelerador el cual desplaza y hace gira al piñón de la carcasa que como se dijo está conectada a la cruz del vástago.

En este tipo de bomba existe un regulador que efectúa el control de la velocidad del motor, el cual actúa por fuerza centrífuga.

Este regulador usa la acción de dos masas centrifugas que giran solidarias con el árbol de levas de la bomba de inyección, separándose más o menos de él, al comprimir sendos muelles.

Estas masas al desplazarse accionan el sistema de mando de la cremallera, de forma que cuando la velocidad del motor tiende a aumentar, la cremallera se desplaza automáticamente reduciendo la cantidad de combustible inyectada, o bien si al motor se le ofrece más resistencia al giro, las masas centrifugas se acercan al árbol de levas y la cremallera se desplaza

aumentando el volumen de combustible que se inyecta a los cilindros.

Basándose en que la depresión que aparece en los conductos de admisión aumenta a medida que lo hace el régimen de giro del motor, una válvula de membrana unida por un vástago a la varilla de mando de la cremallera permite modificar la cantidad de combustible inyectado en los cilindros, de forma análoga a la descrita.

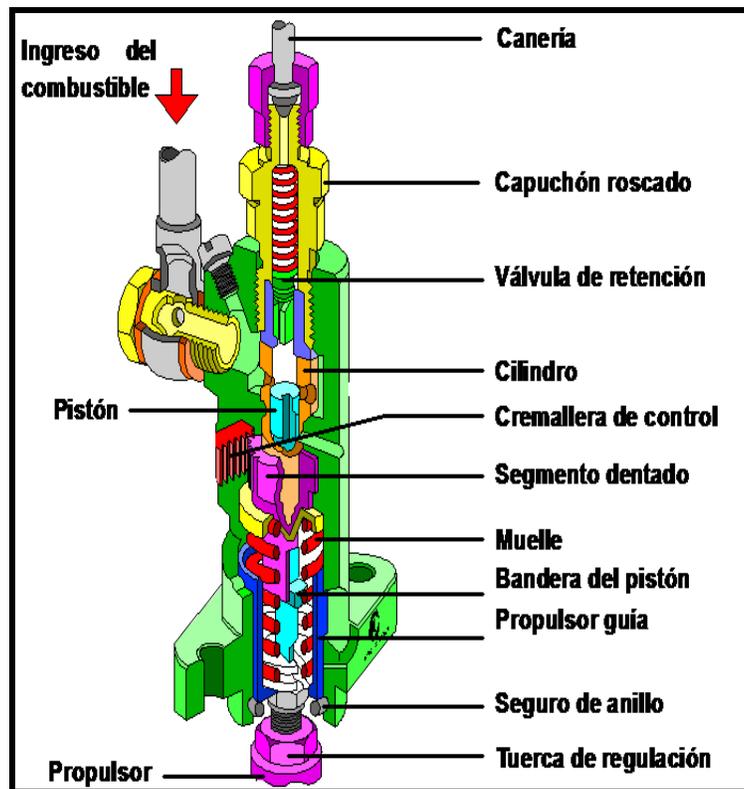


Figura 2.13 Bomba de inyección unitaria

d. CAÑERIAS DE ALTA PRESION.

Se utiliza tubería de alta presión en la inyección de combustible para conectar la bomba a los inyectores.

La cañería es de pared gruesa sin costura y con dimensiones precisas del diámetro interior para asegurar una entrega igual de combustible al cilindro del motor

La tubería de inyección tiene una resistencia a la tensión de aproximadamente 55,000 lb (24,948kg) para que la cañería no se expanda durante la inyección.

Los diámetros internos son de tamaño exacto y están libres de cualquier irregularidad, para asegurar así la inyección. Esto requiere que las dimensiones exteriores también sean precisas y libres de irregularidades.

Los dobleces de la tubería de inyección se forman con un doblador de tubos mecánico que evita el aplanado y el torcido. Las dimensiones internas no se deben alterar en los dobleces.⁸

Los dobleces de la tubería deben tener un radio de por lo menos 1 pulg. (25.4cm) o más para asegurar que se mantengan las características de flujo.

El tamaño más común de la tubería de inyección es de ¼ de

⁸MUSSO / KORANDO. Motores a Diesel.

pulg. De diámetro exterior. La tubería se tiene disponible en varios diámetros exteriores para ajustar sea a los requerimientos del sistema de inyección individual.

Se utilizan varios tipos de conexiones para tubería de inyección para unirla a la bomba y a los inyectores, esto incluye el tipo de asiento ensanchado, el de avellanado y el de abrazadera. Es esencial una absoluta limpieza para asegurar que las conexiones estén libres de fugas después del ensamble.

También es importante que las superficies a sellar no estén melladas o dañadas en ninguna parte durante el manejo.

Las líneas y conexiones abiertas se deben tapar para evitar la entrada de suciedad o humedad durante el servicio.

Cuando ensamble la línea de inyección tipo abrazadera, la tubería se debe mantener en su sitio contra la parte inferior del alma de la conexión mientras que la tuerca de la conexión se aprieta.

De otro modo, el extremo de la abrazadera puede apretarse sobre el extremo del tubo.

Se debe utilizar un nuevo sello con el conector de tipo avellanado para evitar una fuga.

El motor Yanmar utiliza un sistema de inyección de combustible

utilizando una serie de soportes y aisladores de la línea de inyección.

Estos están diseñados para reducir la vibración de la línea de inyección y evitar una ruptura.

Las líneas de inyección se deben manejar con cuidado para que no se doblen o se distorsionen al quitarlas o instalarlas.

Las líneas de inyección que están en buenas condiciones no se necesitan doblar o distorsionar para facilitar la entrada de las tuercas de conexión.

Las tuercas de conexión deben empezar a colocarse fácilmente a mano si las líneas se han colocado adecuadamente.

Se debe proceder con cuidado para que las cuerdas de las conexiones no se entrelacen durante la instalación. Se deben reemplazar las conexiones dañadas y esto, por supuesto, significa reemplazar todo el ensamble de la línea de inyección.

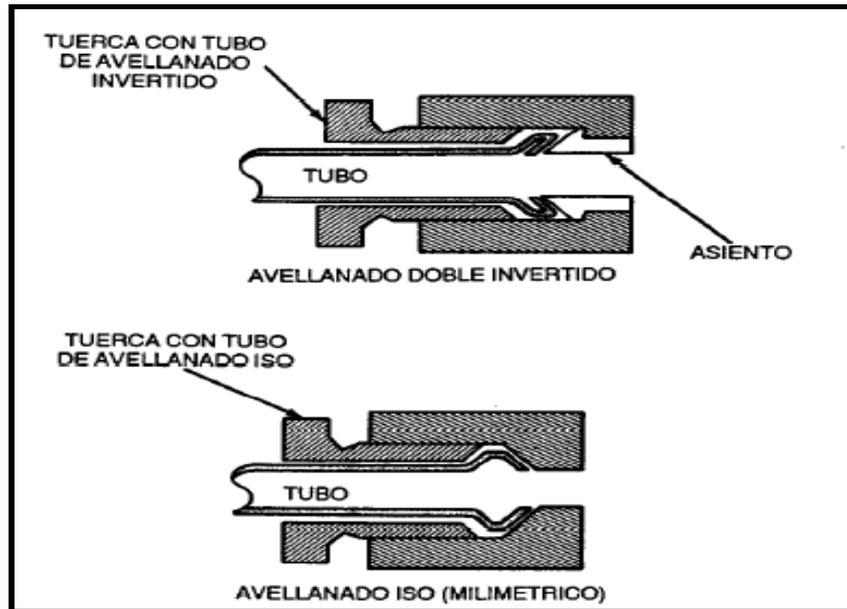


Figura 2.14 Cañería de alta presión.

e. EL INYECTOR

El inyector es la parte terminal del sistema de inyección de un motor Diesel, son denominados también toberas y están constituidos por un racor dotado de un conducto muy delgado en el centro el cual recibe el combustible a presión a través de un tubo proveniente de la bomba de inyección, lo pulveriza y homogeniza en el conducto de aspiración y lo envía a la cámara de combustión.

Un inyector funciona con el combustible a presión dentro de ellos o por impulsión del combustible mecánica desde el árbol de levas del motor.

El inyector es montado en la culata de cilindros por medio de una brida la cual es fijada con dos tornillos en sus agujeros.

De aguja que asienta contra la parte inferior de la tobera, impide el paso por los orificios de la tobera cuando hay combustible a presión los conductos y galería del inyector, se levanta la aguja de su asiento y se atomiza el combustible en las cámaras de combustión.

El extremo inferior o tobera del inyector sobresale en la cámara de combustión y en el momento preciso inyecta combustible atomizado en ella.

El inyector funciona 150 veces por minuto aproximadamente en marcha mínima (ralentí) y puede trabajar hasta 1500 veces por minuto a velocidad máxima.

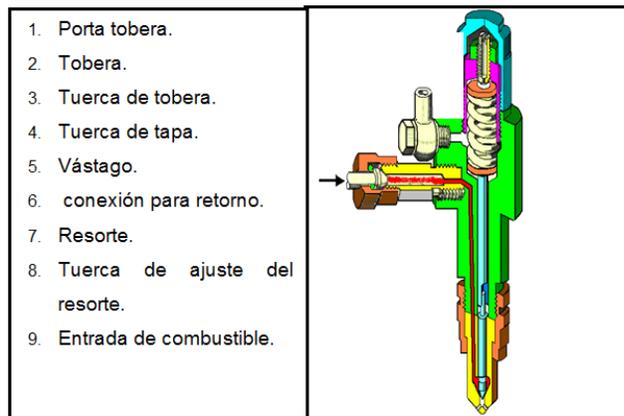


Figura 2.15 Partes del inyector.

Por medio del vástago se transfiere la fuerza del resorte, la presión de atomización se ajusta mediante la tuerca de ajuste del resorte que actúa también como asiento para el mismo.

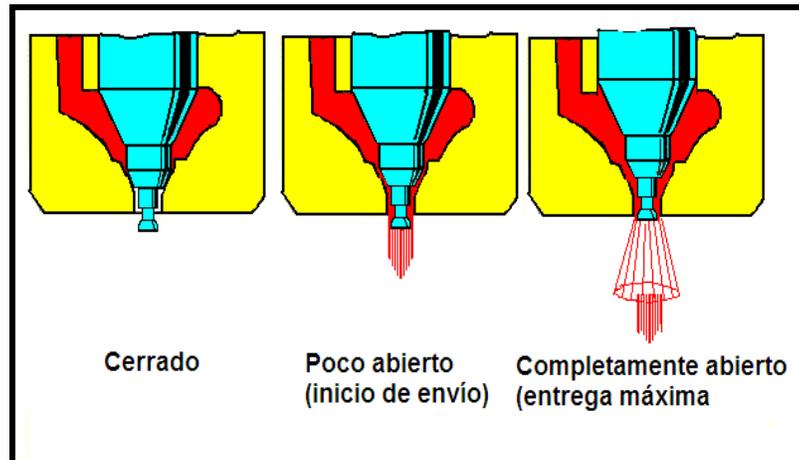


Figura 2.16 Proceso de inyección del inyector.

Una pequeña cantidad de combustible escapa hacia arriba el cual sirve de lubricante entre la aguja y la tobera y también lubrica las otras piezas del inyector antes de salir por la conexión para el tubo de retorno en la parte superior y retornar al tanque.

Patrón de atomización.-Es la forma de descarga en los orificios de la tobera del inyector, este patrón se determina por características, como el número, tamaño, longitud y ángulo de los orificios y también por la presión del combustible dentro del inyector.⁹

⁹MUSSO / KORANDO. Motores a Diesel.

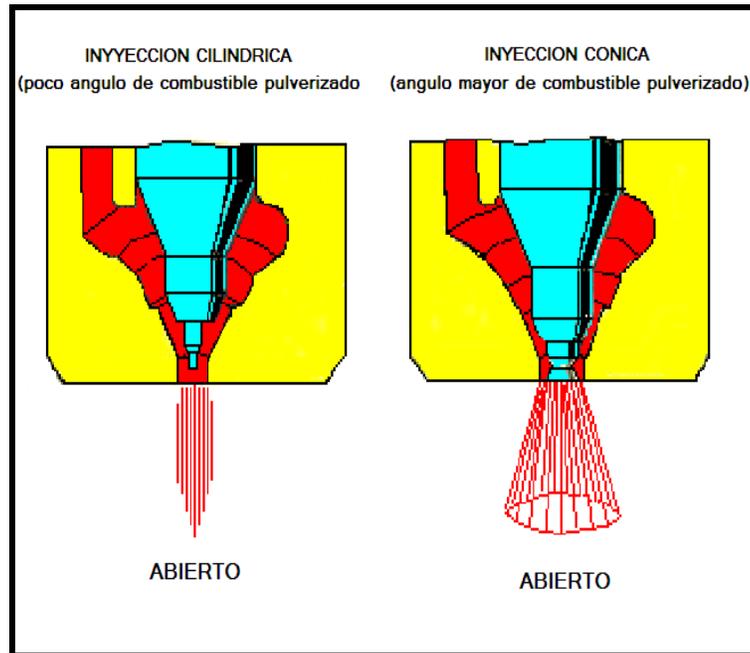


Figura 2.17 Atomización del inyector.

La función de la tobera es inyectar una carga de combustible en la cámara de combustión de forma que pueda arder por completo.

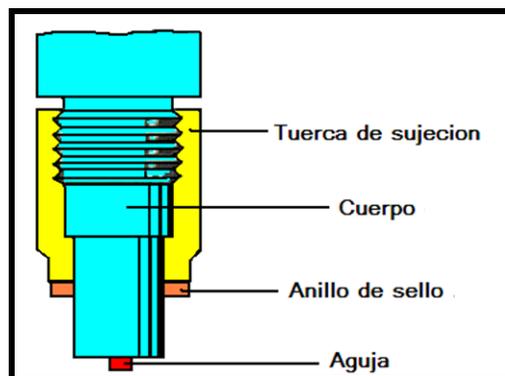


Figura 2.18 Tobera.

2.3.2 SISTEMA DE ADMISION.

a. FUNCIONAMIENTO.

En el tiempo de admisión el embolo deciente, y a la vez la válvula de admisión se encuentra abierta.

Es entonces, cuando el aire que se encuentra en la atmosfera es succionada por el movimiento pistón, el aire atraviesa el filtro de aire y luego atraviesa el conducto de admisión y por medio de la válvula de admisión llega a la cámara de combustión.

Cabe indicar que este, en el motor monocilíndrico Yanmar, se encuentra fabricado en aluminio y su diseño favorece totalmente al ingreso de aire, a los cilindros por ser corto.

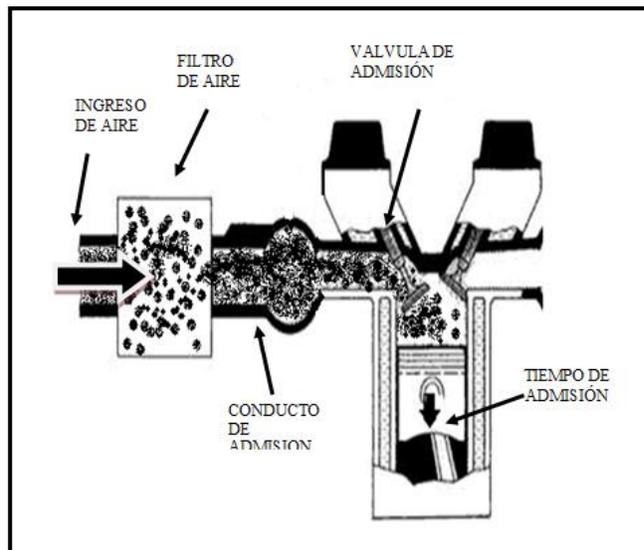


Figura 2.19 Sistema de admisión.

b. FILTRO DE AIRE.

El sistema de filtración del aire está diseñado para permitir la entrada del aire necesario para una combustión completa, mientras bloquea las partículas de polvo. Ahora, tenemos que entender que las partículas de polvo más dañinas son tan pequeñas que se necesita juntar 4 o 5 solo para poder verlas.

El propósito del filtro es muy simple: Proteger el motor, para eso tiene que bloquear todo el polvo posible, aunque sea tan pequeño que no es visible al ojo humano.

Queremos eliminar el máximo posible de contaminantes mientras dejamos pasar bastante aire para una combustión eficiente.

El motor normalmente aspira todo el aire necesario para una combustión correcta cuando bastante polvo se acumula en el filtro, la restricción afecta la habilidad del motor Normalmente una vez que entra el polvo, no tiene salida (ni para atrás) sin romper la estructura de fibras.

El mito que se puede extender la vida útil soplando el filtro de aire con aire comprimido solo ocasiona separar la fibra dejándola abierta, por donde pasará más tierra. ¹⁰

¹⁰www.elmundomotor.elmundo.es

Una capa sintética muy fina cubre la fibra celulosa, evitando la entrada de la mayoría de las partículas. Estas partículas son empujadas al costado o caen al fondo de la carcasa por el flujo de aire.

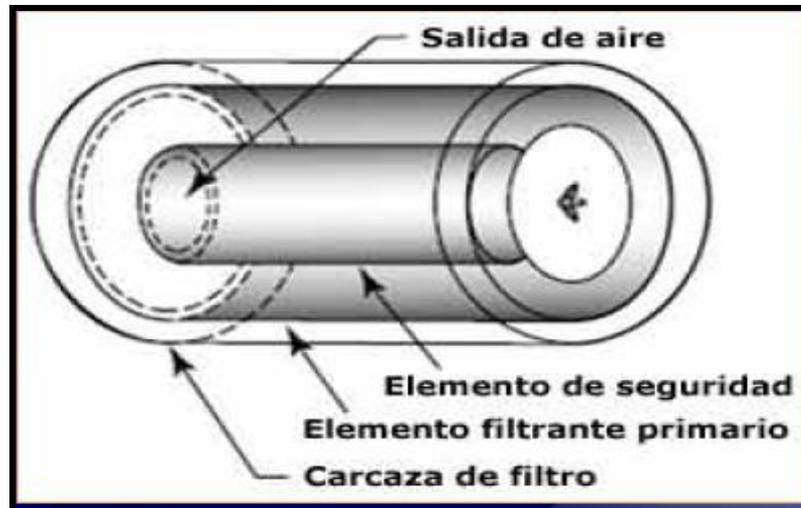


Figura 2.20 Filtro de aire.

2.3.3 SISTEMA DE ESCAPE.

a. FUNCIONAMIENTO.

La línea de este sistema va desde la válvula de escape hasta la parte del tubo de escape que entrega los gases quemados a la atmósfera.

El sistema de escape de un motor tiene tres funciones principales.

- Reducir el sonido (confort acústico), la velocidad y la temperatura de las emisiones de gas.

- Prestaciones del motor, contribuyendo a mejorar la potencia, el par motor y reducir el consumo de combustible.
- La más importante de todas, conducir los gases nocivos provenientes del motor a una zona del motor donde no afecte a la salud del operador y con esto evitar el peligro de asfixia por inhalación de gases como el Co (Monóxido de carbono), Nox (Óxidos de nitrógeno), Co₂ (Bióxido de carbono), HC (Hidrocarburos), entre otros.

A la entrada del colector, los gases de combustión tienen una temperatura de orden de 900°C. Este calor presentaría un peligro si fuera evacuado directamente.

La alta temperatura y el ruido continúan saliendo hasta ingresar al silenciador el mismo que disminuye el sonido y en parte su temperatura.

Las válvulas de escape son fabricadas en acero especial de muy alta calidad, más resistente al calor y corrosiones que el acero utilizado en las válvulas de admisión.

Las válvulas de escape son menos anchas (menor diámetro) que las de admisión para asegurar su rigidez. El vástago se hace hueco e incluso la cabeza para rellenarlos en parte con sodio(conductor del calor) consiguiendo rebajar la temperatura de funcionamiento unos 150°C consiguiendo por tanto que la vida de las válvulas se prolongue.¹¹

¹¹Manual CEAC del Automóvil; Grupo Editorial CEAC, Barcelona, 2003.

Conducto por el cual el aire quemado sale del interior de la cámara de combustión y es canalizado hacia el sistema de escape. Se fabrica en fundición de hierro para que soporte las altas temperaturas de los gases de escape.

Después que la mezcla aire/diesel es quemada debe salir del motor para hacer espacio para la nueva carga que está por entrar a la cámara de combustión.

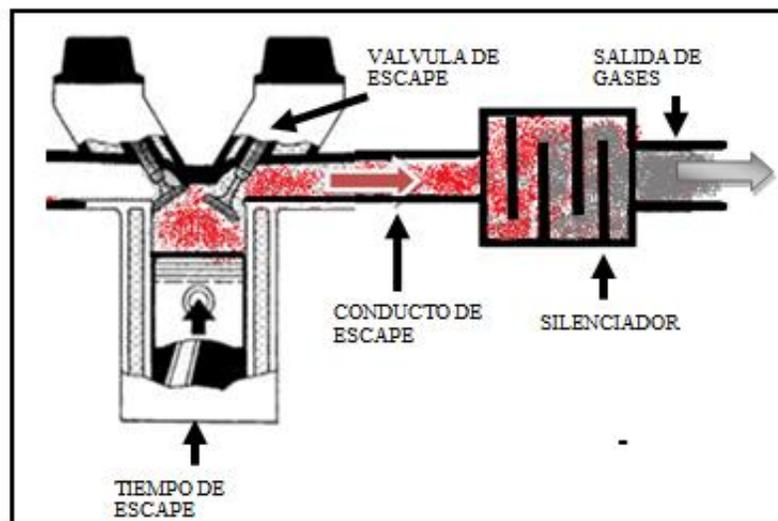


Figura 2.21 Flujo gases de escape.

b. SILENCIADOR.

El sonido del motor, es una onda formada por pulsos alternativos de alta y baja presión que se amortiguan en el silenciador de escape.

Cuando la válvula de escape se abre y el gas de escape se precipita hacia el tubo, golpea al gas de menor presión, detenido allí. Esto genera una onda que se propaga, hasta la atmósfera por la salida de escape.

En un silenciador de escape corriente, el gas llega al fondo y es reflejado hacia la cámara principal por una ventana, luego, por tubos con orificios, sale hacia la última porción del tubo de escape. Por otra parte, la cámara principal también se conecta a través de un orificio con otro compartimento llamado resonador.

El resonador es el que controla las ondas de presión que van y vienen dentro del tubo de escape permitiendo que tengan las características óptimas para el funcionamiento de ese motor.

Cuando el gas de escape golpea al gas confinado en el resonador, produce una onda en dirección contraria que tiene frecuencia y amplitud parecida a la que viene desde el motor, algunos sistemas de escape están equipados con un resonador independiente, que se instala más cerca de la salida, otros silenciadores son construidos de manera que la carcasa absorbe parte de las pulsaciones, una capa metálica más gruesa en el exterior, luego una capa delgada de aislante y enseguida otra capa metálica fina.

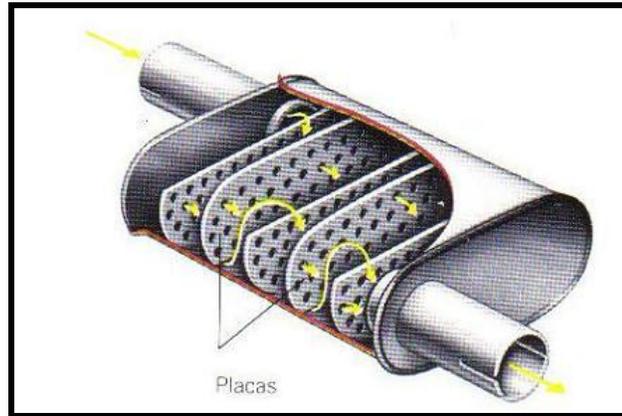


Figura 2.22 Silenciador.

2.3.4 SISTEMA DE LUBRICACION.

a. FUNCIONAMIENTO.

El sistema de lubricación reduce al máximo el desgaste de las piezas móviles del motor, que se produce por su rozamiento, y evita su agarrotamiento por el exceso de calor.

Esta es la finalidad principal que se persigue con la lubricación. Esta finalidad se consigue por la interposición de una fina película de lubricante entre las piezas o superficies metálicas que pudieran llegar a entrar en contacto, bien sea a presión o por deslizamiento, evitando con ello el desgaste de las piezas del motor.

La lubricación de los motores, además de la función principal de evitar el roce o deslizamiento directo entre las diferentes superficies metálicas en movimiento, cumple muchos otros cometidos; de la unión de todos ellos, dependerá la vida, la fiabilidad y el rendimiento del motor.

Con la lubricación óptima de un motor, se obtiene, además de la finalidad principal:

Refrigerar las partes móviles y aquellas a las que no tiene acceso el circuito de refrigeración.

Colaborar en asegurar la estanqueidad necesaria del cilindro.

- Reducir el coeficiente de rozamiento dinámico.
- Amortiguar y absorber choques entre elementos sometidos a presión.
- Efectuar una limpieza de los órganos lubricados mediante el arrastre de impurezas.

Aun disponiendo de un buen lubricante, existen una serie de factores que determinan una buena lubricación y por tanto que posibilitan o impiden la consecución de los objetivos propuestos.

Estos condicionantes son básicamente:

- Las presiones a que se someta la película de lubricante.
- La calidad superficial de las superficies en contacto.
- La calidad y naturaleza del material en contacto.
- La holgura existente entre los elementos móviles.
- El ángulo de ataque (la forma) de las piezas en movimiento.
- La velocidad de rozamiento relativa entre las piezas lubricadas.

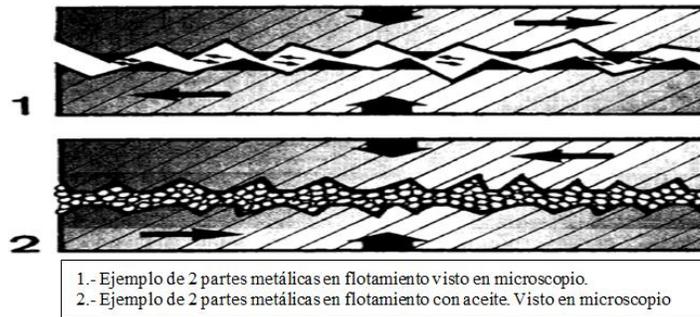


Figura 2.23 Partes metálicas vistas en microscopio.

1. El aceite es recogido, aspirado desde el cárter, a través de un pre filtro o colador destinado a retener partículas de tamaño relativamente grandes de impurezas o suciedades, por la bomba de engrase.
2. La bomba envía el aceite, sometido ya a una determinada presión (en función de las revoluciones del motor), por una canalización principal, de la que se derivan otras que conducen a los diferentes elementos o partes móviles del motor.¹²
3. Paralelamente, bien en la propia bomba o en el conducto principal de engrase, existe un elemento llamado válvula de alivio o de descarga encargado de limitar la presión suministrada por la bomba.
4. Una vez regulada la presión del aceite, éste pasa, en todo o en parte dependiendo del sistema, al elemento encargado de limpiar el aceite a base de retener en un elemento filtrante las

¹²www.autometer.com.

partículas e impurezas en suspensión contenidas en el aceite.

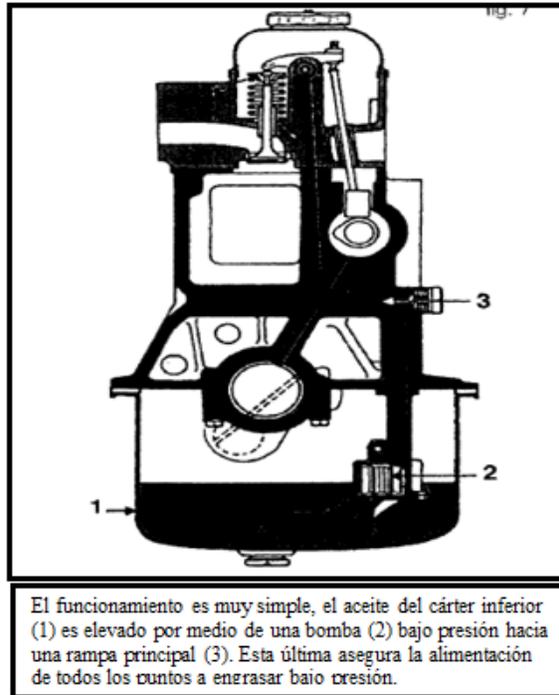


Figura 2.24 Funcionamiento del sistema de lubricación.

b. BOMBA DE ACEITE

Aspirar el aceite del cárter y dirigirlo bajo presión a través de las canalizaciones hacia los elementos a engrasar es la principal finalidad de cualquier bomba de engrase.

Con el fin de asegurar la refrigeración ya referida por medio del aceite lubricante, la bomba no sólo debe asegurar una presión suficiente en cada uno de los puntos requeridos de engrase sino además proporcionar un caudal suficiente para este fin secundario pero no menos importante.

En estos motores, aproximadamente a unas 3.000 rpm, una efectiva bomba de engrase proporciona un caudal de 55 l/min.

La bomba troncooidal es el más moderno utilizado en motores Yanmar y toma giro directamente del cigüeñal al estar emplazada en el extremo de éste.

La constituyen la carcasa o cuerpo de la bomba y dos engranajes, uno de interior engranado directamente en el extremo del cigüeñal y que en su giro arrastra a una corona dentada (libre en su alojamiento sobre la carcasa) y que engrana con el piñón central de forma excéntrica.

Entre ellos, se dispone un espaciador en forma de media luna .En su giro, el aceite es aspirado por la depresión creada al desplazarse los dientes a la altura del espaciador.

El aceite así atrapado entre los dientes, ve aumentada su presión a medida que se alejan del espaciador y van entrando en contacto entre ellos; una vez sometido a presión, es liberado en el conducto de engrase.

Esta bomba, entre otras, presenta la ventaja de no contar con elementos de transmisión.

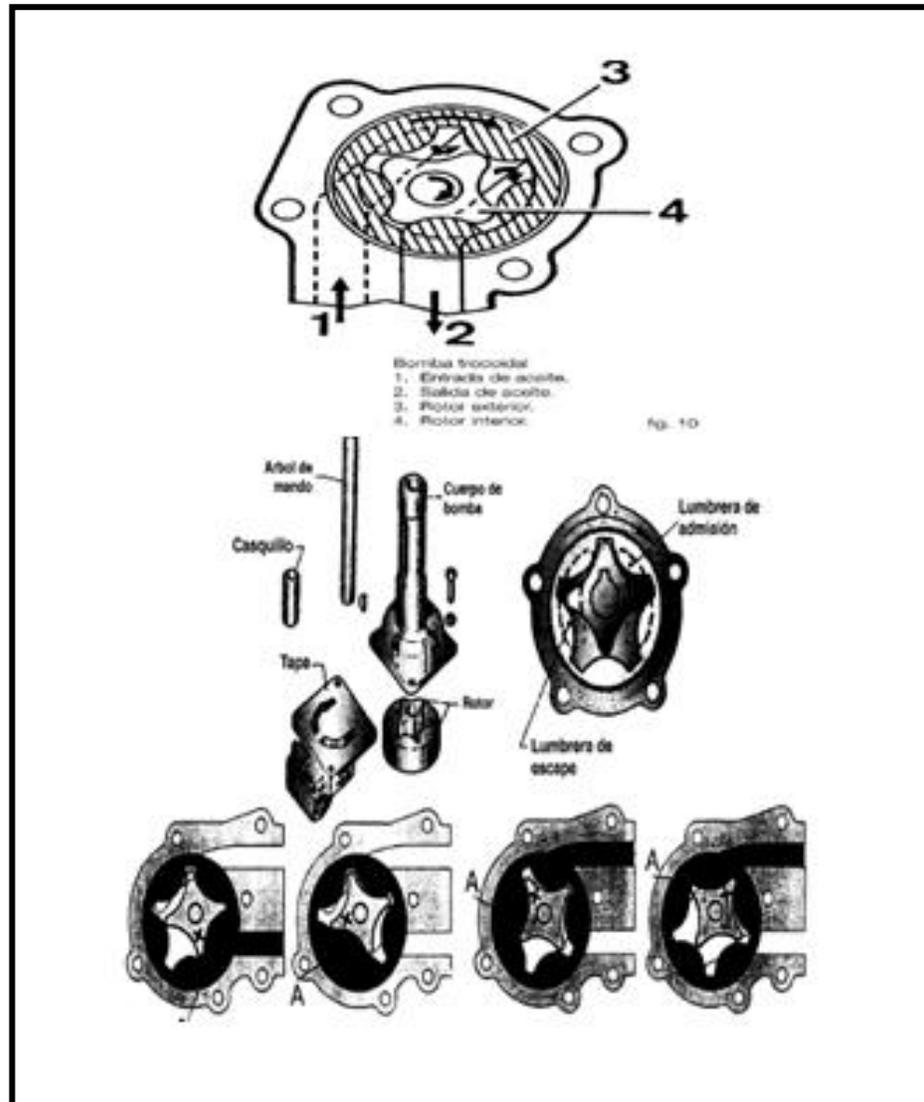


Figura 2.25 Bomba troncooidal

c. TIPO DE ACEITE

Llamamos lubricante a toda sustancia sólida, semisólida o líquida de origen animal, vegetal, mineral o sintético que puede utilizarse para reducir el rozamiento entre elementos en movimiento, en el motor Yanmar utilizamos el aceite **SAE 30**,

como lo indica el siguiente grafico:

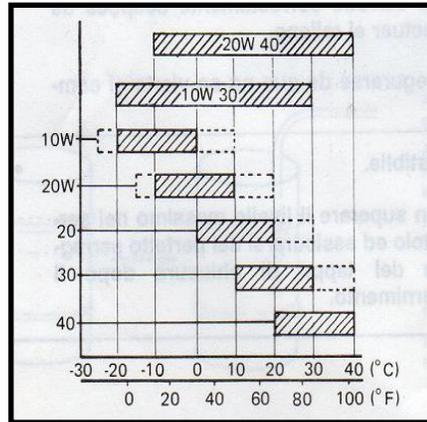


Figura 2.26 Aceite según la temperatura.

Según su naturaleza, se clasifican en:

- Parafinicos.
- Nafténicos.

Según su estado, se clasifican en:

- Sólidos, como el grafito o el sulfuro de molibdeno.
- Semisólidos, como las grasas.
- Líquidos como son los aceites.

Principalmente, distinguiremos, como lubricantes industriales los utilizados en automoción entre:

- Aceite lubricante para motores.
- Aceite lubricante para transmisiones.
- Grasas lubricantes.

Un moderno lubricante para motores está compuesto por dos grandes familias de productos, la base y los aditivos, la base de origen mineral es obtenida por destilación de hulla, pizarra y principalmente crudo de petróleo que está compuesto por hidrocarburos, los aceites obtienen su base sintética por síntesis química.¹³

Propiedades físicas:

- Color y fluorescencia.
- Densidad.
- Viscosidad.
- Fluidez.

Propiedades térmicas:

- Índice de viscosidad.
- Punto de inflamación.

Punto de congelación.

- Punto de enturbiamiento.
- Punto de anilina.

Propiedades químicas:

¹³www.Yanmar.com

- Formación de espumas.
- Emulsibilidad.
- Aeromulsión.
- Número de neutralización (acidez-alcalinidad).
- Corrosión del cobre.
- Antioxidantes.
- De viscosidad.
- Antiespumantes.
- Detergentes.

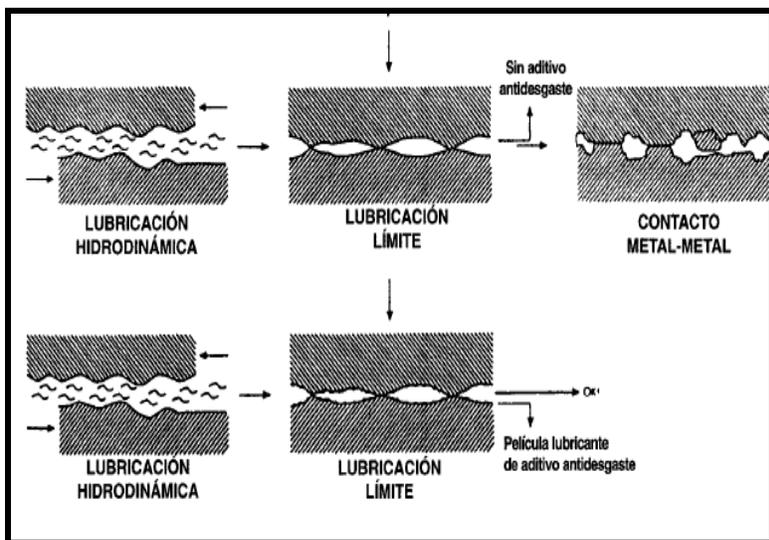


Fig. 2.27. Esquema del trabajo aditivo anti desgaste

d. FILTRO DE ACEITE.

Eliminar las impurezas que están en suspensión en el aceite y que podrían dañar las piezas, eliminando superficies en movimiento del interior del motor.

Ésta se puede considerar la función principal de los elementos filtrantes del sistema de lubricación.

Estas impurezas, que pueden ser partículas metálicas, residuos de la combustión, productos residuales de la alteración del propio aceite o elementos extraños introducidos en el interior del motor, han de ser adecuadamente conducidos por el sistema de engrase (el circuito y el propio aceite) hasta un elemento que los retenga eficazmente y evite la posterior circulación de los mismos por el interior del motor.

El primer paso de todo el proceso ha de hacerse antes de que el aceite llegue a la bomba y evite daños en ella de las partículas e impurezas más grandes que pueda contener el aceite.

- Filtrado en serie o total.

En esta disposición de filtrado, todo el aceite mandado por la bomba pasa por el filtro.

La ventaja que la prioridad presenta este sistema, se ve obstaculizada por la posibilidad de obstrucción del filtro y con ello el corte de la lubricación del motor o cuando menos una deficiencia de engrase.

- Filtrado parcial, en derivación o paralelo.

Este sistema no presenta el inconveniente que se apuntaba en el sistema anterior, aunque es el menos utilizado actualmente.

Aquí el aceite que envía la bomba de engraseva, por una parte, directamente a lubricar las diferentespartes del motor y en su camino encuentra unaderivación que conduce al filtro de aceite.

Parte delaceite pasa pues por el filtro, que una vez filtrado esdevuelto directamente al cárter aunque la mayorparte del aceite mandado por la bomba no lo hace.

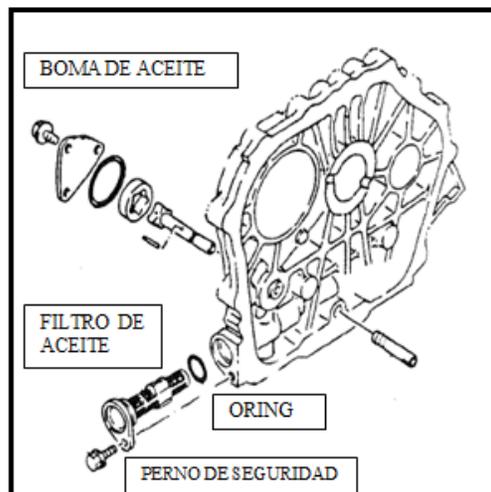


Fig. 2.28. Filtro de aceite del motor YANMAR

2.3.5 SISTEMA DE REFRIGERACION.

a. FUNCIONAMIENTO.

Este sistema consiste en evacuar directamente el calor del motor a la atmósfera a través del aire que lo rodea.

Para mejorar la conductibilidad térmica o la manera en que el motor transmite el calor a la atmósfera, estos motores se fabrican de aleación ligera y disponen sobre la carcasa exterior de unas aletas que permiten aumentar la superficie radiante de

calor.

La longitud de estas aletas es proporcional a la temperatura alcanzada en las diferentes zonas del cilindro, siendo, por tanto, de mayor longitud las que están mas próximas a la cámara de combustión.

El sistema de refrigeración que utiliza el motor yanmar es un sistema de refrigeración forzada por aire, es tambien utilizado en vehículos donde el motor va encerrado en la carrocería y, por tanto, con menor contacto con el aire durante su desplazamiento.

Consiste en un potente ventilador movido por el cigüeñal propio del motor (tipo turvina), el cual crea una fuerte corriente de aire que canalizada convenientemente hacia los cilindros para obtener una eficaz refrigeración aun cuando el motor permanece estatico a marcha lenta.

Ventajas de este sistema:

- La sencillez del sistema. Se obtiene un menor peso muerto del motor al eliminar los elementos de refrigeración.
- Menor entretenimiento del sistema. Se consigue al eliminar posibles averías en los elementos auxiliares de refrigeración.
- El motor ocupa menor espacio. Factor importante, a tener en cuenta en vehículos pequeños y sobre todo en motocicletas, donde el espacio destinado al motor es reducido.
- No esta sometido a temperaturas criticas del elemento

refrigerante, como ocurre en los motores que emplean el sistema de refrigeración por agua, en el que se puede producir la ebullición o congelación del agua.

- En este sistema se puede dimensionar las aletas o canalizar el aire convenientemente para que el caudal de aire, que atraviesa el motor, asegure una eficaz refrigeración y mantenga una temperatura óptima en el motor.
- Disminuye las pérdidas de calor por refrigeración. Estas pérdidas suelen ser un 18% menores que en la refrigeración por agua, obteniéndose, por tanto, un mayor rendimiento térmico.

Inconvenientes:

- Los motores refrigerados por aire son más ruidosos que los refrigerados por agua. Esto es debido a que el paso del aire por las aletas de refrigeración origina un pequeño amplificador sonoro. En los refrigerados por agua, la capa líquida que circunda las camisas hace de amortiguador de los ruidos internos.
- La refrigeración es irregular. Esto es debido a la influencia de la temperatura ambiente que produce un mayor calentamiento al ralentí, cuando el vehículo no se mueve o circula muy lento. Están sometidos, por lo tanto, a un mayor peligro de gripaje lo que obliga a un mayor juego de montaje entre sus elementos.¹⁴
- Debido a la mayor temperatura en los cilindros, la mezcla o

¹⁴www.Yanmar.com

aire aspirado se dilata. Con esto se reduce el llenado y, por tanto, la potencia útil del motor en un 6% aproximadamente.

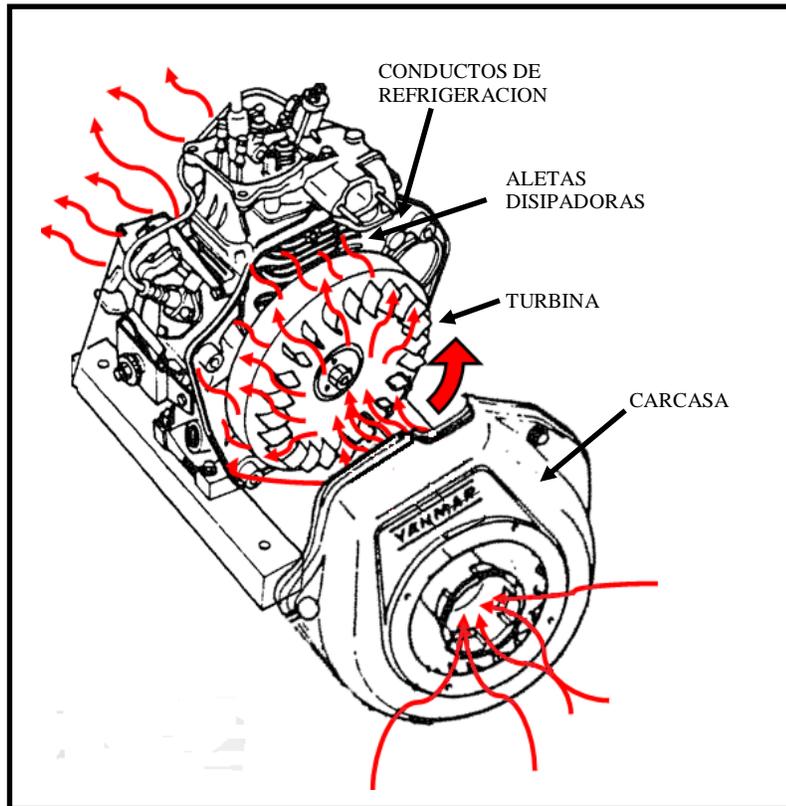


Fig. 2.29. Flujo aire

b. TURBINA.

El motor Yanmar este sistema consiste en una turbina a la que el propio cigüeñal hace girar.

Esta turbina absorbe el aire por una carcasa y lo canaliza por la caperuza al aleteado del cilindro, de este modo el caudal de aire es proporcional al régimen del motor

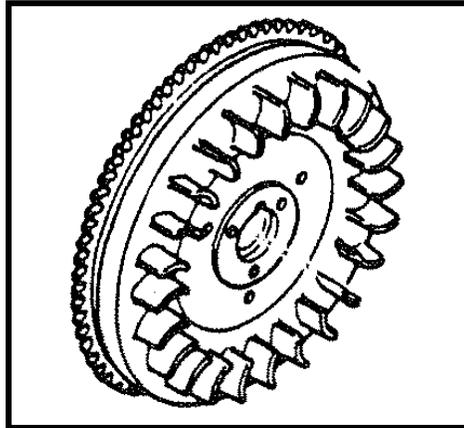


Fig. 2.30. Turbina

c. ALETAS DISIPADORAS DE CALOR.

Las aletas disipadoras como su nombre lo indica no son más que láminas de metal que favorece a el intercambio de calor como metales con aleaciones de aluminio.

Estas aletas están en contacto con el cilindro y evacuan la temperatura al medio ambiente gracias al aire que viene con fuerza desde la turbina.

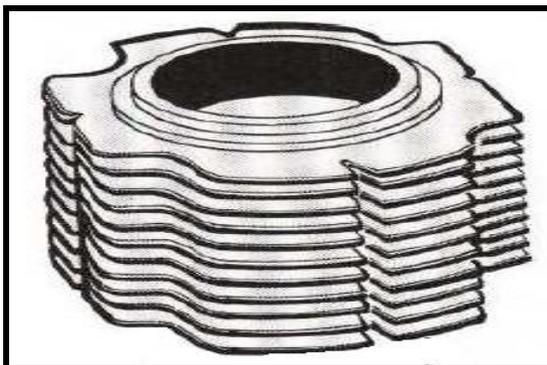


Fig. 2.31. Aletas disipadoras de calor.

2.3.6 SISTEMA ELÉCTRICO.

a. FUNCIONAMIENTO.

El sistema eléctrico del motor Yanmar está compuesto por un motor de arranque, por una batería, un Switch de encendido, luces de advertencia de peligro de baja presión de aceite, y de alta temperatura, además tenemos un horómetro el mismo que nos permite registrar las horas de trabajo y así llevar un buen mantenimiento.

b. MOTOR DE ARRANQUE.

Hoy en día, en los motores existen motores Eléctricos para diversas operaciones, por ejemplo el motor del limpia parabrisas; el motor de la calefacción; el motor del electro ventilador; el motor de partida, entre otros motores.

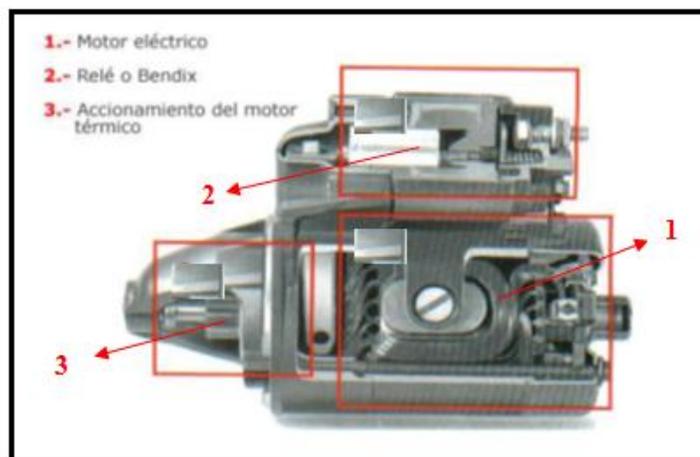


Figura 2.32 Grupos principales del motor de arranque.

Un motor de corriente continua, de excitación en serie, posee el arrollamiento de excitación y el arrollamiento del inducido conectados en serie.

A causa de la gran absorción de energía (unos 2 Kw), posee pocas espiras de alambre de cobre grueso. La intensidad de la corriente y el momento de rotación son máximos al comienzo de la rotación.

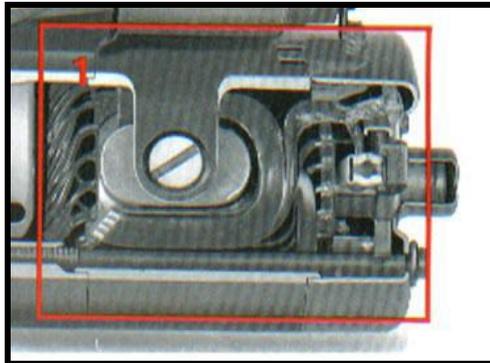


Figura 2.33 Motor eléctrico.

Estos motores de arranque se utilizan en motores de Gasolina y Diesel de pequeña y mediana potencia.

Están formados por dos o cuatro polos (masa polar) en su circuito inductor, con sus bobinas en serie o en serie-paralelo y alimentadas por corriente continua a través de dos o cuatro escobillas.

Conforme va aumentando el número de revoluciones va siendo menor el momento de rotación y menor la corriente a causa de la autoinducción en el inducido. El momento de rotación es dependiente de la intensidad del campo de excitación y de la intensidad de la corriente en el inducido.

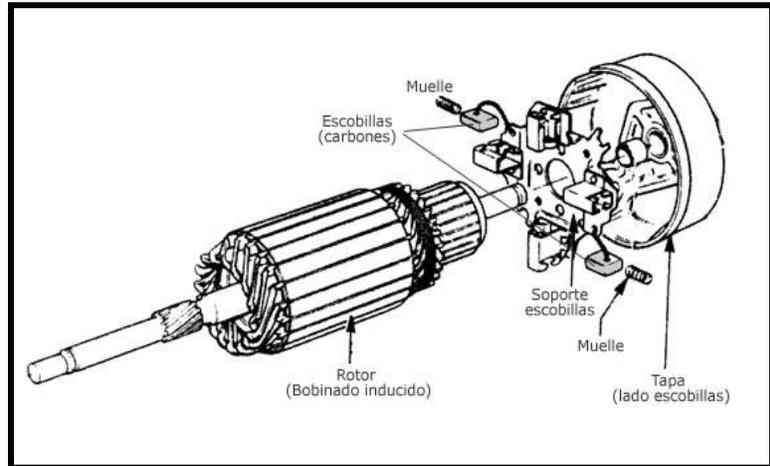


Figura 2.34 Rotor.

Este elemento de “mando” incorporado al circuito eléctrico del motor de arranque, intercalado entre la batería y el motor eléctrico como interruptor.

Cumple la misión de cerrar el circuito del motor para su funcionamiento eléctrico, y además sirve como mecanismo de arrastre para acoplar el piñón del motor de arranque a la corona del motor térmico.

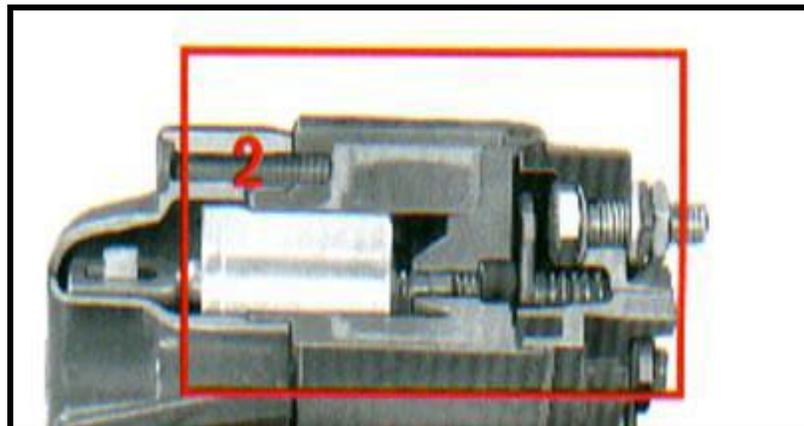


Figura 2.35 Bendix.

El Bendix (Relé) posee dos arrollamientos (bobinas), uno de “acción” y otro de “retención”. Ambos arrollamiento funcionan juntos.

Cuando se da contacto de arranque, se pone en cortocircuito el arrollamiento de “acción”, y el relé se retiene ahora solamente mediante el arrollamiento de “retención”.

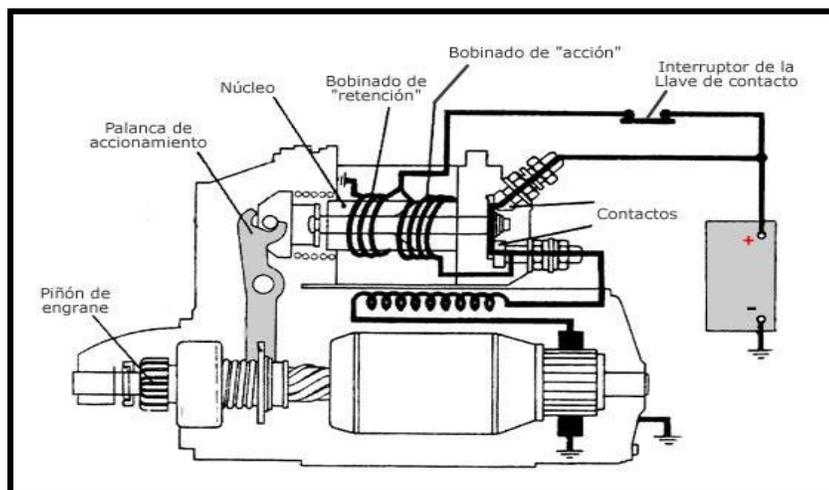


Figura 2.36 Partes del Bendix.

Está formado por un electroimán con uno o dos arrollamientos de hilo de cobre aislado, con muchas espiras de hilo fino.

Por el interior de las bobinas (solenoides) se desplaza un núcleo móvil (armadura), el cual lleva en uno de sus extremos el contacto de cierre de los contactos que alimentan con corriente eléctrica el motor eléctrico.¹⁵

¹⁵Rubió S; Tratado de Electricidad; Cuarta Edición; Ediciones Gustavo Pili, S.A. Barcelona, 1976.

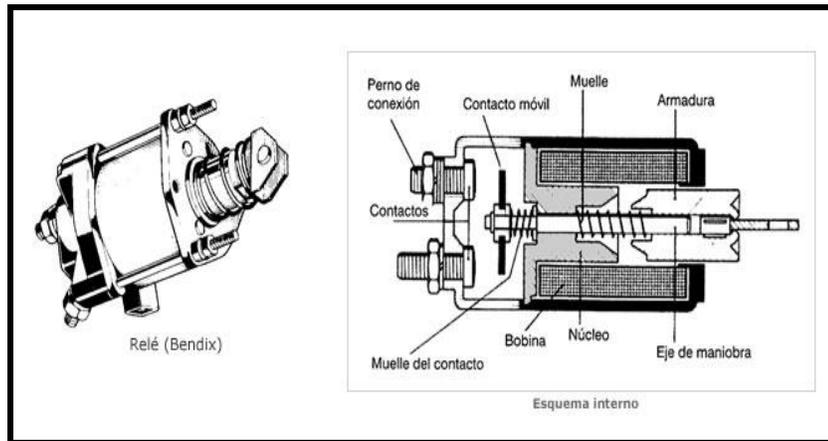


Figura 2.37 Esquema del relé.

Este conjunto formado por un piñón de engrane y un mecanismo de arrastre tiene la misión de transmitir el movimiento del rotor del motor de arranque a la corona del motor térmico e impedir que en el movimiento del arranque, o puesta en funcionamiento del motor éste arrastre al piñón y órganos móviles del motor de arranque.

El tamaño del piñón es de 10 a 16 veces menor que la corona del volante motor, por cuya causa, para que el motor de combustión gire una vuelta.

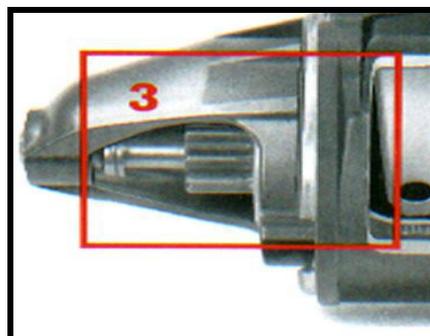


Figura 2.38 Piñón de ataque

La pieza de arrastre es empujada elásticamente hacia delante por medio de la palanca de engrane, movida por el relé, y se pone en movimiento de rotación.¹⁶

En cuanto el piñón se enfrenta con un diente de la corona, se establece el engrane. Si tropieza diente contra diente, se comprime el resorte hasta que el relé conecta la corriente del inducido, este gira y el piñón se corre hasta encontrar un hueco y realizar el engrane.

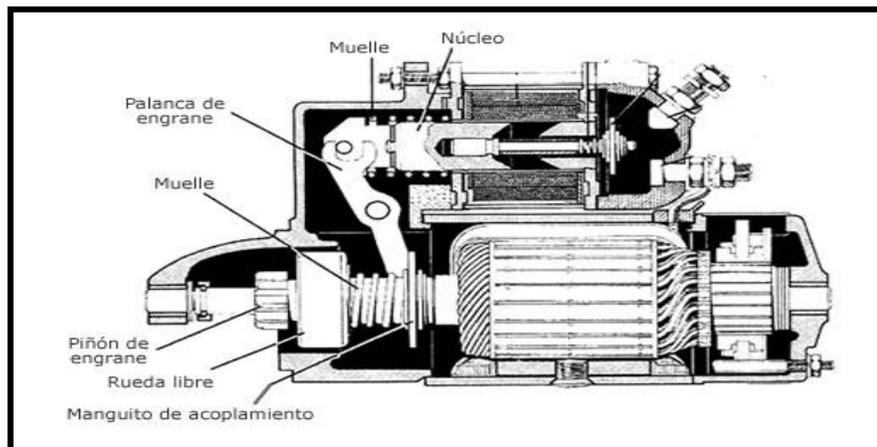


Figura 2.39 Partes del piñón de ataque.

- Rueda libre:

Este consta en su interior de rodillos y resortes, que permiten mantener el acople con la corona del volante del motor, luego una vez arrancado el motor, el piñón gira libremente a causa del

¹⁶Miguel de Castro Vicente, Electricidad del automóvil arranque y alimentación Tomo I. Grupo Editorial CEAC, Perú 2003.

rodamiento, pero permanece engranado con la corona mientras se mantenga la llave conectada en la chapa de contacto.

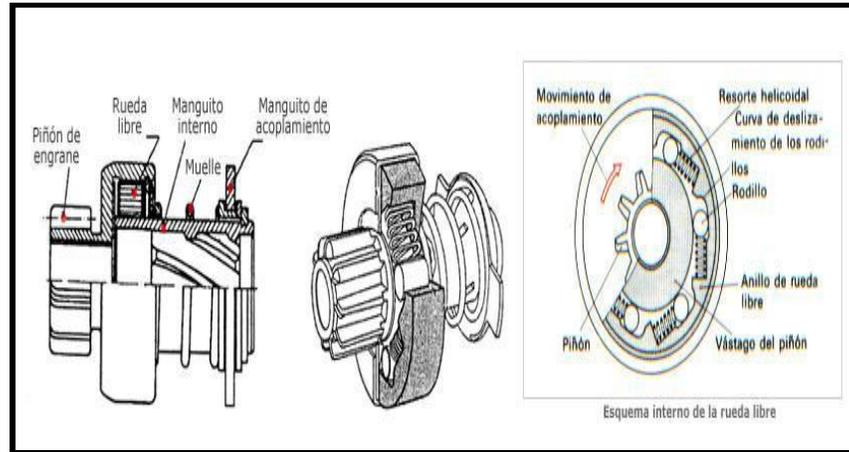


Figura 2.40 Rueda libre.

- Primera etapa:

Cuando se cierra el interruptor de arranque para alimentar el relé (50), este cierra en primer lugar el contacto que alimenta el arrollamiento de “acción” y el de “retención” del relé además el núcleo del relé es atraído por las bobinas desplazándose moviendo a su vez la palanca de engrane que empuja el piñón hacia la corona del volante motor.

El motor eléctrico todavía no gira ya que no todavía no se han cerrado los contactos que lo alimentan con corriente eléctrica.

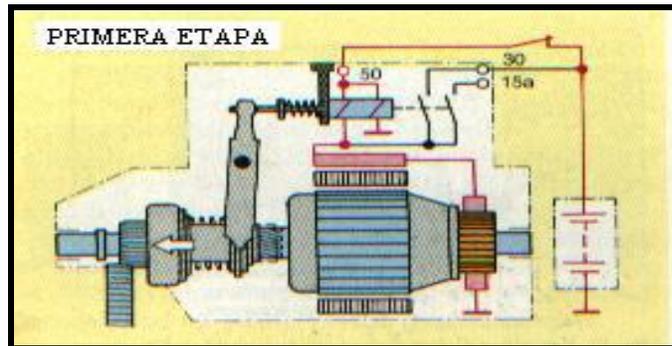


Figura 2.41 Primera etapa.

- Segunda etapa:

El núcleo del relé se sigue desplazando y cierra los contactos que alimentan con corriente eléctrica el motor de arranque.

Al cerrar los contactos se anula uno de los bobinados, en concreto el de "acción".

Ahora solo funciona el de "retención" que mantiene el núcleo desplazado de su posición inicial y hace que el piñón de arrastre engrane sobre la corona del volante motor.

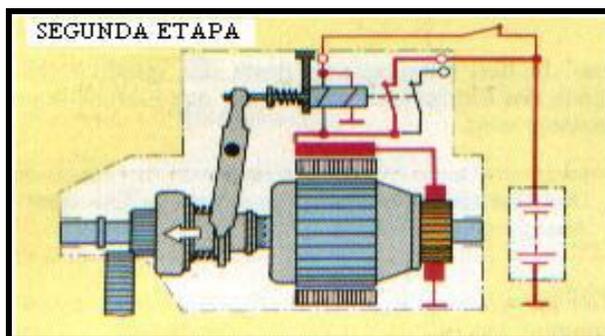


Figura 2.42 Segunda etapa.

- Tercera etapa:

El piñón de engrane se acopla en la corona del volante de inercia del motor.

Mientras el eje del rotor gire más de prisa que el piñón de engrane (es el caso de que el motor térmico todavía no ha arrancado), éste es arrastrado por el rotor, comunicando el movimiento al volante de inercia; pero cuando el piñón de engrane gire más rápido que el rotor (caso del motor térmico ya en marcha), se produce el desacoplo en el mecanismo de rueda libre.¹⁷

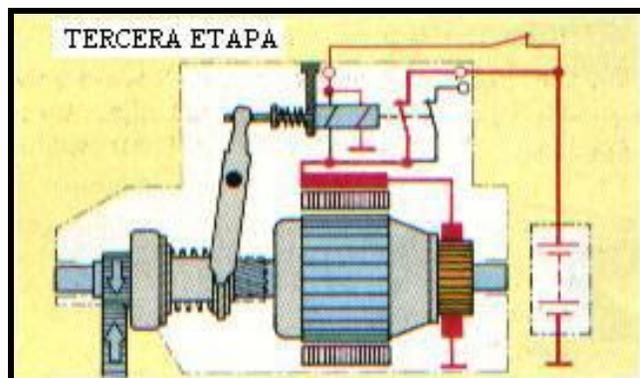


Figura 2.43 Tercera etapa.

¹⁷Miguel de Castro Vicente, Electricidad del automóvil arranque y alimentación Tomo I. Grupo Editorial CEAC, Perú 2003.

2.3.7 LUCES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO.

- Indicador de la presión de aceite.

Si esta presión es demasiado baja, el motor no recibe el engrase necesario.

El trabajo continuado, en tales condiciones, puede producir la destrucción del motor.

Los indicadores advierten al operador del motor que debe añadir aceite al motor o revisar alguna fuga, el medidor de presión de aceite del motor consta de dos elementos uno el foco que indica la falta de presión, y el trompo de presión de aceite.

El dispositivo de medición de la presión de aceite en el motor tiene una resistencia variable, con un contacto deslizante.

Al aumentar la presión, un diafragma se mueve hacia dentro, lo que obliga al contacto a desplazarse sobre la resistencia.

Luego se reduce la cantidad de corriente que puede pasar por la unidad situada en el motor.

Al reducirse la corriente, se refuerza el magnetismo de la bobina derecha, ello es debido a que la corriente que circula por la bobina de la izquierda encuentra más fácil el camino por la

derecha que por la unidad situada en el motor.

Luz indicadora de la presión de aceite, en lugar de un medidor, se usa un indicador óptico o luz piloto de la presión de aceite.

La luz va conectada en el motor a un interruptor de presión, el cual permanece cerrado mientras la presión del aceite no alcanza los valores correspondientes al funcionamiento normal.

La lámpara indicadora y el interruptor por presión van conectados en serie a la batería, a través del interruptor del encendido.

Cuando se conecta el encendido, se ilumina la luz indicadora y así permanece hasta que al arrancar, la presión de aceite aumenta lo suficiente para abrir el interruptor por la presión.

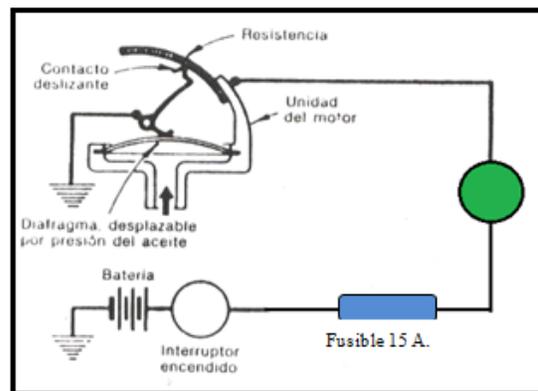


Figura 2.44. Luz de advertencia de falta de presión de aceite.

- Medidor de la temperatura del motor

El indicador advierte al operador del motor que debe parar el motor antes de que éste sufra importantes daños.

Estos medidores tienen dos partes, una que está situada en el motor, que es la que envía la señal y la otra la que da la indicación, en el tablero de instrumentos y en los medidores.

La unidad que envía la señal es un sensor cuya resistencia cambia con la temperatura.

Su resistencia disminuye al calentarse, al aumentar la temperatura, como circula más corriente por ser la resistencia menor, circula también más corriente por la bobina derecha. Su magnetismo se hace más intenso y tira la de armadura, y con ella de la aguja indicadora, hacia la derecha, indicando una temperatura más alta.

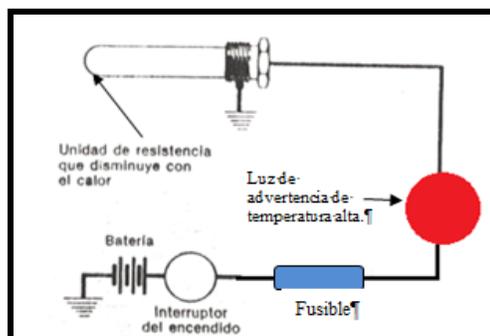


Figura 2.45 Luz de advertencia de temperatura alta del motor.

2.3.8 BATERÍA.

La batería es un acumulador de energía cuya función principal es poner en marcha el motor del vehículo. La acumulación de energía se realiza por medio de un proceso químico entre dos placas de plomo y un líquido llamado electrolito formado por agua y ácido sulfúrico.

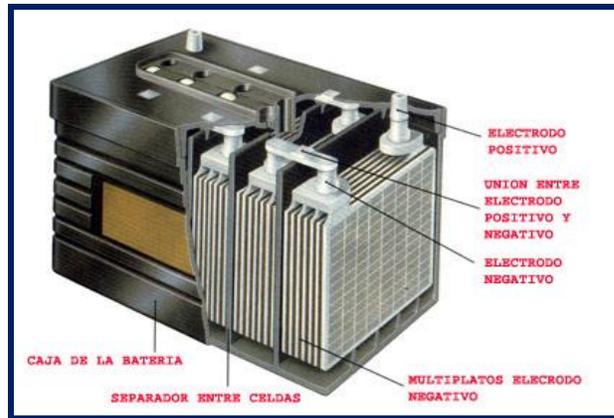


Figura 2.46 Batería de acumuladores

RECIPIENTE.- Tiempo atrás estos se los construía de baquelita por lo cual solo venían en color negro.

En la actualidad el plástico suplió a las anteriores pues su peso y propiedades aislantes le hacen un material mejor para servir de soporte a las placas de plomo.

Su forma en el inferior está destinada a alejar lo más posible las placas del fondo y a la vez alejar los residuos que producen estas para evitar que estos hagan un corto circuito. Un buen material podría ser también el vidrio pero por su fragilidad solo

es utilizado en baterías estacionarias.¹⁸

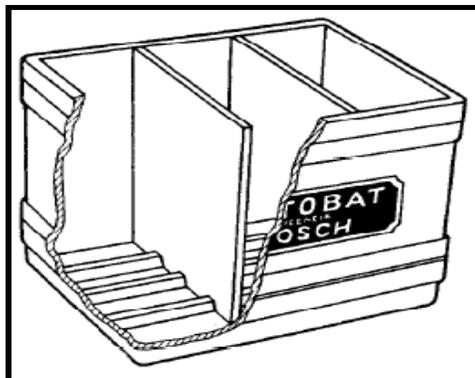


Figura 2.47 Recipiente de Batería

PLACAS Son unas rejillas rectangulares en las que se transforma la energía química en energía eléctrica.

Placas Positivas.- Construidas a base de peróxido de plomo cuyo color es negruzco, o color chocolate, cuando estas se encuentran en buen estado están completamente planas sin doblados de ninguna especie.

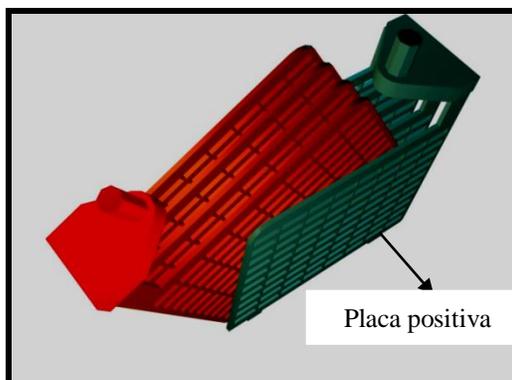


Figura 2.48 Aspecto de una placa positiva.

¹⁸www.ompracing.it

Placas Negativas.- Construidas de plomo y combinado con materiales inertes que no intervienen en la transformación como el antimonio.

Estas cuando se encuentran en buen estado al ser frotada con la parte plana de la uña del dedo pulgar, el material queda brillante, cuando estas están sulfatadas adquieren un color blanquecino metálico sea la placa positiva o negativa. ¹⁹

La cantidad de estas en una batería siempre será impar pues estas son armadas comenzando por la negativa generalmente vienen 9, 11,13, o 15.

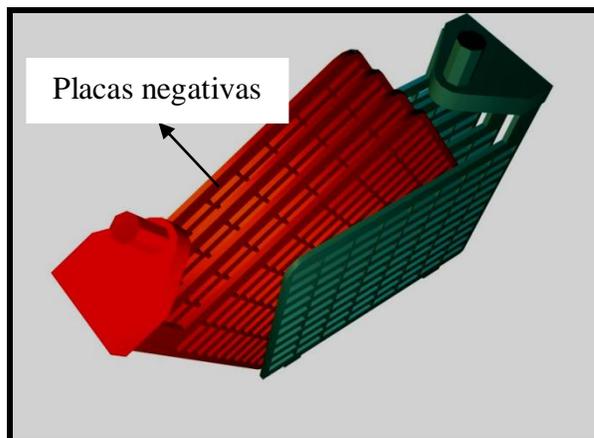


Figura 2.49 Aspecto de una placa negativa

¹⁹[www. ompracing.it](http://www.ompracing.it)

PUENTE DE UNION. Compuesto por una pieza ranurada por debajo donde se acoplan todas las placas y en cuyo centro o en otras ocasiones va pegado el borne este es encargado de recolectar la electricidad total de las placas las cuales se hallan soldadas a estas piezas.

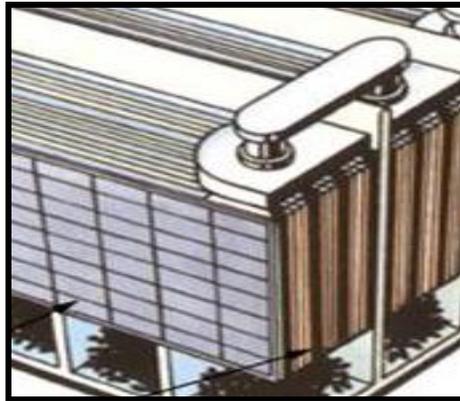


Figura 2.50 Aspecto de un puente de unión.

SEPARADORES sirve para evitar los contactos entre placas positivas y negativas, lo que ocasionaría, como es lógico, el mal funcionamiento de la batería.

Los separadores son unas láminas aislantes a base de e boina y lana de vidrio inalterables a la acción del ácido sulfúrico, son micro porosos y ranurados para poder hacer circular el electrolito a través de ellos y conseguir el buen contacto de dicho electrolito con las placas del acumulador.

También sirve para dar rigidez al paquete de placas formado todo el conjunto un bloque sólido.

ELECTROLITO.- Está compuesto por ácido sulfúrico puro y agua destilada, el ácido sulfúrico es muy corrosivo y no debe tocarse con las manos, puesto que produce quemaduras.

El traslado del electrolito debe hacerse por medio de vasijas de porcelana, plástico especial o bien de barro para una mayor seguridad y precaución el ácido sulfúrico debe ser químicamente puro por lo tanto, no el que regularmente se vende en la farmacia para otros usos.

En cuanto al agua estilada no es más que el agua que se ha destilado de manera que ha dejado sus impurezas de diversos cuerpos, tal como la cal, cloro, etc.

En algunos casos de apuro se sustituye el agua destilada por agua hervida o agua lluvia, tiene que estar a temperatura ambiente aunque estos últimos no tienen las garantías del agua destilada y solamente debe usarse en casos de extrema necesidad.

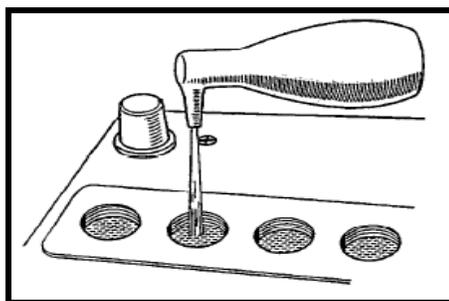


Figura 2.51 Electrolito

TAPAS.- En una batería el número de tapas depende del número de acumuladores que esta tenga, tiene tres huecos en el centro para facilitar el desprendimiento al exterior de los gases que se producen al efectuarse las diferentes combinaciones químicas.

Las tapas sirven para introducir el electrolito en el interior de la batería.

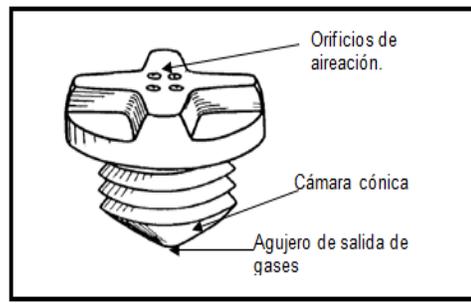


Figura 2.52 Tapas de batería

PASTA.- A fin de aislar completamente el acumulador de todo contacto con el exterior es preciso derramar entre las tapas una pasta blanda o lacre que se endurece al contacto con el aire y que al estar caliente y blanda se introduce por todas las ranuras Tapando completamente los acumuladores.

CAPÍTULO 3

INSPECCIÓN Y DESMONTAJE DEL MOTOR

3.1. GENERALIDADES

La inspección de un motor no es más que comprobar los puntos preestablecidos de seguridad y funcionamiento, anotando las irregularidades observadas en el mismo, antes de la jornada de trabajo y en los puntos de apoyo de mantenimiento y para lo cual tenemos que al mismo tiempo desmontar sus partes.

3.2. HERRAMIENTAS DE TRABAJO.

Las herramientas son un elemento principal para el desarrollo de nuestro trabajo, forman sinónimo de seguridad, calidad y desempeño y dentro de las herramientas a utilizar en la inspección y desmontaje de nuestro motor YANMAR son las siguientes:

Tabla 3.1.- Herramientas.

HERRAMIENTA ESPECIAL PARA TRABAJO INSPECCIÓN Y DESMONTAJE DEL MOTOR	
OPERACIÓN	HERRAMIENTA
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	
Chequeo de presión de compresión	➤ Compresómetro ➤ 1 copa No. 10
Inspección de calibración de válvulas	➤ 1 copa No.10 ➤ Palanca de media vuelta.
Chequeo de depósito de combustible	➤ 1 copa No. 10, 12 ➤ 1 palanca tipo berbiguí
Chequeo de la llave de paso de combustible.	➤ 1 copa, llave de b. No. 10
Chequeo de cañería de alta presión	➤ 1 llave de boca No.16
Chequeo de la bomba de inyección	➤ 1 llave de boca No.10 ➤ Desarmador plano
Chequeo del inyector	➤ 1 llave de boca No.10 ➤ Desarmador plano
SISTEMA DE ADMISION	
Chequeo del filtro de aire y conducto de admisión.	➤ 1 llave de boca No.10
SISTEMA DE ESCAPE	
Chequeo del tubo de escape y silenciador	➤ 1 llave de boca No.13 ➤ 1 copa No. 13
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	
Chequeo de la bomba de aceite.	➤ 1 llave de boca No. 10mm. ➤ 1 copa de No.10mm.
Chequeo del filtro de aceite.	➤ Manualmente
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
Chequeo de los conductos de refrigeración de aire y aletas disipadoras de calor.	➤ 1 llave de 10mm.
SISTEMA ELÉCTRICO	
Chequeo del interruptor de encendido,	➤ 1 destornillador plano de 3mm. ➤ 1 destornillador de estrella de 3mm.
Chequeo del horómetro.	➤ Manualmente.
Luces de advertencia temperatura y presión de aceite.	➤ 1 destornillador plano de 3mm. ➤ 1 destornillador de estrella de 3mm.
Chequeo del motor de arranque.	➤ 1 copa No.16 ➤ Palanca de media vuelta.
Chequeo de la batería.	➤ 2 llaves de boca No.

3.3. INSPECCIÓN Y DESMONTAJE DEL MOTOR

Dentro de la inspección y condiciones en un motor, los sistemas que influyen en el encendido, son aquellas que en malas condiciones de funcionamiento podrían provocar que un motor no funcione bien o no se encienda, entre sus principales partes tenemos:

- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.
 - Presión de compresión.
 - Calibración de válvulas.
 - Depósito de combustible.
 - Llave de paso de combustible.
 - Cañerías de alta presión.
 - Bomba de inyección.
 - Inyector.
- SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE.
 - Filtro de aire.
 - Conducto de admisión.
- SISTEMA DE ESCAPE DE GASES.
 - Silenciador
 - Tubo de escape.
- SISTEMA DE LUBRICACIÓN.
 - Filtro de aceite.
 - Bomba de aceite.
- SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.
 - Conductos de refrigeración.
 - Aletas disipadoras de calor.
 - Turbina.
- SISTEMA ELECTRICO.
 - Interruptor de encendido.

- Horómetro.
- Luces de advertencia de presión y temperatura de aceite.
- Circuito de arranque.
- Batería.

3.3.1. INSPECCIÓN Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE ALIMENTACION

a. INSPECCION DE LA PRESIÓN DE COMPRESIÓN

El chequeo de la presión de compresión en un motor nos ayuda a comprobar en qué estado se encuentra los cilindros, riñes, pistones, válvulas, para realizar el chequeo de la presión de compresión debemos tener en cuenta los siguientes datos técnicos.

Tabla 3.2. Presión de compresión estándar

Condiciones de prueba: motor a temperatura normal de operación, 80°C		Presión.
Presión	Máxima a 3000 rpm.	427 PSI
	Mínima a 500 rpm.	Aprox. 356 PSI

Al encontrar defectos en la compresión, debemos tener en cuenta lo siguiente:

- El cilindro se encuentra en buenas condiciones.
- Válvulas descalibradas.
- Válvula de escape presionada por el descompresómetro.



Figura 3.1 Toma de compresión

Método de prueba:

1. Se procedió a cerrar la llave de paso de combustible.
2. Se realizó el desmontaje de la tobera de inyección.
3. Ingresar aceite hidráulico al cilindro por el orificio del inyector.
4. Se Coloco el compresómetro y evaluamos la compresión.
5. Se colocó el acople y ingresamos aire desde un compresor.

Análisis de resultados:

Este motor pasó en línea muerta 5 años por lo cual ingresamos aceite hidráulico en el cilindro y giramos el cigüeñal manualmente para que no se remuerdan los rines.

Luego con los pasos previos realizamos la medición de la presión de compresión observando que esta marcaba 0. Por el resultado de 0 podíamos suponer que está roto el cilindro, pistón, empaque, válvulas etc.

Los diámetros del platillo de la válvula y la carrera de la válvula tienen que ser de magnitud tal que la resistencia opuesta a la corriente de gases frescos como la de los quemados, sea lo menor posible. Una válvula demasiado abierta puede traer consigo fuga de compresión lo que provocara una pérdida de fuerza, o el motor no se arrancara.

Tiempos de mando:

Este diagrama es utilizado para identificar las diferentes acciones que ocurren en un motor de cuatro tiempos.

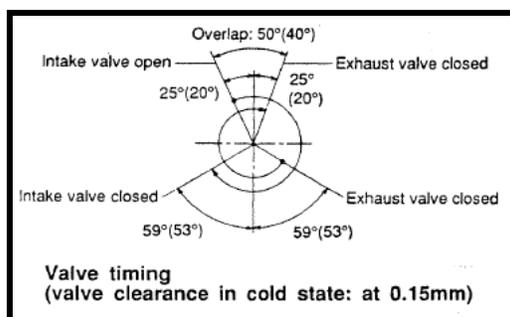


Figura 3.2 Maniobra de Válvulas.

Juego de válvulas.

Nuestro sistema de válvulas tiene un balancín con cabeza esférica, esta se ajusta regulando el balón de la cabeza esférica de la rosca autoblocante que se encuentra en el apoyo de la palanca.

El juego de válvulas se puede verificar en el huelgo entre la circunferencia de la base de la leva y la plaquita de ajuste.

Tabla 3.4 Valor de calibración de válvulas.

Calibración de válvulas motor frío.		Milímetros.
Válvulas	Admisión.	0.15
	Escape.	

Al encontrar problemas en la calibración de válvulas debemos tener en cuenta lo siguiente:

- En la tapa de válvulas encontramos una palanca pequeña o descompresor la misma que se encontró accionada y remordida.
- Se procedió a verificar manualmente haciendo girar el motor y no se encontraron los resortes rotos, las chavetas y sombreretes.
- La calibración de válvulas no se encuentra acorde con las especificadas en el manual del motor Yanmar.

Método de pruebas:

1. Se realizo con una llave de 10 mm, procedimos a retirar la tapa de válvulas.
2. Con liquido anti oxido dimos movimiento y cambiamos el resorte que vuelve a su posición normal al descompresor.
3. Se procedió a realizar manualmente colocamos el motor en el tiempo de compresión.
4. Con un calibrador No. 0.15 mm, revisamos la calibración la misma que no se encontró de acuerdo con el manual.

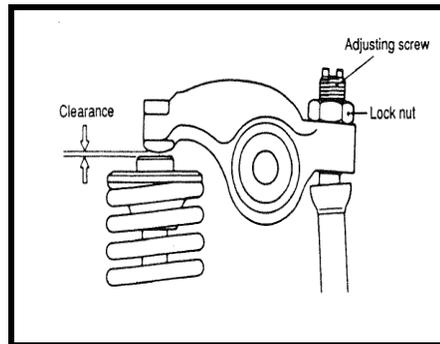


Figura 3.3 Calibración de Válvulas.

Análisis de resultados:

Cuando desmontamos la tapa de válvulas y observamos, que en esta se encontraba una palanca que sirve para apagar o ahogar el motor, esta palanca presiona indirectamente a la válvula de escape, provocando una descompresión y automáticamente un apagado del motor.

Esta palanca por el tiempo que estuvo parado el motor, se oxidó y su resorte que la pone en posición normal se rompió, por tal motivo con un líquido removedor de óxido, le dimos movimiento y su resorte lo cambiamos con uno en buen estado.

Visualmente revisamos los resortes, chavetas, y sombreretes, observando que estos se encontraban sin novedad, por lo cual procedimos a colocar el motor en el tiempo de compresión y con un calibrador de láminas No. 0.15mm, observamos que las medidas no estaba acorde con el manual.

Este chequeo fue el más importante de todos, porque es una falla principal por el cual no arranco el motor durante un largo tiempo, pues se encontraba siempre con la válvula de escape

abierta y a la vez sin compresión.

c. DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.

El chequeo del tanque de combustible se lo realiza para descartar posibles taponamientos, fisuras, golpes, o suciedad en sí, que sea causa de obstrucción en el paso de combustible, en el tanque de combustible del motor Yanmar encontramos interiormente un filtro de plástico primario, y un secundario de papel especial, los mismos que en malas condiciones pueden ser causa de taponamiento del paso de combustible a los demás elementos del sistema de alimentación, al encontrar defectos en el tanque de combustible, debemos tener en cuenta lo siguiente:

- El tanque se encontraba golpeado en su parte frontal.
- Este tanque en su interior posee residuos de papel y metal.
- El filtro primario se encontraba con suciedad.
- El filtro secundario se encontraba roto en su totalidad y oxidado.



Figura 3.4 Tanque de combustible obsoleto.

Pasos del desmontaje y método de prueba:

1. Se procedió a cerrar la llave de paso de combustible del tanque.
2. Se realizo con una llave de 17 mm aflojamos el tapón de drenaje de combustible.
3. Drenar totalmente el combustible.
4. Con una llave de 10 mm aflojar los pernos que sujetan las bases del tanque de combustible.
5. Desmontar el tanque del motor.
6. Con una llave de 10mm aflojar los pernos que sujetan la llave de paso de combustible.
7. Separar los filtros de combustible del tanque.

Análisis de resultados:

Al retirar el tapón de llenado del tanque de combustible, observamos que el diesel salía con residuos de papel, de tierra, y con mal olor, luego visualmente se notó que el tanque, se encontraba golpeado en su parte frontal, también al sacar la tapa de llenado y sacar el filtro primario se encontró este, en malas condiciones en lo que concierne a suciedad.

Al girar el tanque colocando la tapa de llenado hacia abajo, observamos la caída del filtro secundario totalmente destruido y putrefacto, siendo esto, posible causa de la no circulación de combustible, y motor permanezca parado durante largo tiempo.

d. LLAVE DE PASO DE COMBUSTIBLE.

El chequeo de la llave de paso de combustible se la realiza para buscar síntomas o posibles problemas que pueden ser causa de que el motor no se encienda pues esta deja pasar o cierra el paso de combustible del tanque hacia la bomba de inyección.

Al encontrar defectos en la llave de paso de combustible, debemos tener en cuenta lo siguiente:

- La llave de paso se encontraba en buenas condiciones.
- El caucho o empaque de forma circular se encontraba roto.



Figura 3.5 Llave de paso de combustible.

Desmontaje y método de pruebas:

1. Con llave de 10mm retirar las tuercas que fijan la llave de paso al tanque de combustible.
2. Desmontar la llave de paso del tanque de combustible
3. Separar el empaque circular de su alojamiento.
4. Colocar aire a presión desde un compresor.
5. Colocar sucesivamente la llave en las 2 posiciones de abierto y cerrado.

Análisis de resultados:

Al separar la llave de paso de combustible, del tanque de combustible observamos a simple vista que se encontraba superficialmente en buenas condiciones, haciendo este trabajo. Miramos que está a la vez se encontraba con suciedad, y residuos de carbón húmedo que es casi normal en piezas de motores, luego de esto introducimos aire a presión desde un compresor y manipulamos la llave, abriendo y cerrando esta, verificando la salida del aire por el conducto saliente, de llave de paso de combustible, descartando así la idea de un posible mal funcionamiento.

e. CAÑERÍA DE ALTA PRESIÓN.

La revisión de la cañería de combustible de alta presión se la realiza para buscar posibles causas que pudieran darse en un motor que no se encienda durante un largo tiempo como es el motor mono cilíndrico Yanmar L-60 AE. Una de estas causas podría ser deformación de roscas de los neplós.

Al encontrar defectos en la cañería de combustible, debemos tener en cuenta lo siguiente:

- La cañería se encontraba en buenas condiciones.
- Las roscas de los neplós se encontraban en buenas condiciones.

- Los acoples extremos de la cañería se encuentran en buen estado.
- La cañería se encontró sin residuos combustibles en su interior.

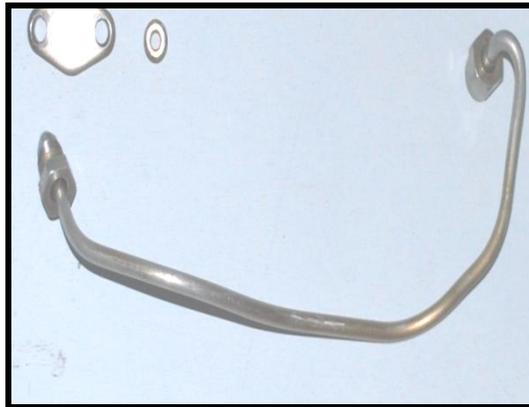


Figura 3.6 Cañería de alta presión de combustible.

Desmontaje y método de prueba:

1. Con una llave 17 aflojamos los neplos.
2. Observamos deformaciones en roscas.
3. Buscamos deformaciones en toda la cañería.
4. Ingresamos aire a presión desde un compresor.

Análisis de resultados:

Al aflojar los neplos tanto de entrada como salida de la cañería encontramos que sus roscas y los acoples extremos superficialmente se encuentran en buenas condiciones para descartar que la cañería se encuentre tapada o doblada.

Ingresamos aire y observamos que salió solo aire, pues suponíamos que saldría con residuos de diesel.

No salió diesel por lo cual concluimos que esta estuvo seca y posiblemente la bomba de inyección está tapada, pues no dejó pasar combustible a la cañería.

f. **BOMBA DE INYECCIÓN.**

El desmontaje chequeo de la bomba de inyección se lo realiza con el fin de buscar causas de mal funcionamiento de esta, ya sea falta de presión, caudal, deformaciones y taponamiento, al encontrar defectos en la bomba de inyección de combustible, debemos tener en cuenta lo siguiente:

- La bomba de inyección se encuentra sin novedad en sus partes.
- El caudal y presión de combustible no cumplían con los datos técnicos del manual.
- La bomba de inyección se encontró taponada con restos de papel provenientes del filtro de combustible dañado.



Figura 3.7 Bomba de alta presión de combustible.

Desmontaje y método de pruebas:

1. Con una llave 10 aflojamos los pernos de sujeción de la bomba de inyección.
2. Con la ayuda de un desarmador procedemos a hacer palanca y extraerla de su alojamiento.
3. Colocamos está en un banco de pruebas para medir la presión y caudal de combustible.
4. Ingresamos aire a presión por los conductos para descartar posibles taponamientos.

Análisis de resultados:

Al desmonta la bomba y colocarla en un banco de pruebas observamos que la presión de la bomba de inyección eran 2000 psi es decir menor a las medidas de los datos técnicos,

Siendo los datos técnicos 2500 psi Por los resultado concluimos que esta debería ser limpiada en su interior y al ingresar aire a presión por su conductos observamos la salida de residuos de papel y suciedad en sí, y para descartar que la bomba se encuentre en malas condiciones procedimos tomar medidas nuevamente de su caudal y presión dándonos como resultado 2480 psi. Lo cual descarta un posible daño de la bomba en sus elementos de bombeo.

g. INYECTOR.

La revisión del inyector se lo realiza con el propósito de buscar daños en sus elementos mecánicos, que podrían originar un taponamiento, bajo caudal y una presión insuficiente que provoque una mala pulverización del combustible que no permita que el motor se encienda normalmente.

Encontrando defectos en el inyector de combustible, debemos tener en cuenta lo siguiente

- El inyector se encontraba taponado y necesita mantenimiento.
- Se procedió a limpiar e ingresar aire a presión en el inyector.



Figura 3.8 Bomba para probar inyectores.

Desmontaje y método de pruebas:

1. Con una llave 10 aflojamos las tuercas que fijan al inyector.
2. Ingresamos aire a presión por los conductos de para descartar posible taponamiento.
3. Colocamos el inyector en un banco de pruebas.

Análisis de resultados:

Al desmontar el inyector de combustible se observó restos de carbón y por ende se procedió a limpiar e ingresar aire a presión. y utilizamos un banco de prueba manual para inyectores.

Generalmente se considera correcto un inyector, si la presión se mantiene por encima de 50 bar más de seis segundos, partiendo de una presión de 100 bar. por sus conductos.

Concluimos que este se encuentra taponado pues sus medidas están bajo lo reglamentado y necesitaremos darle mantenimiento en especial sus partes interiores.

3.3.2. INSPECCION Y DESMONTAJE SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE.

a. FILTRO DE AIRE Y CONDUCTO DE ADMISIÓN.

El chequeo del filtro de aire y conducto de admisión se lo realiza con el fin de buscar posibles daños en el sistema de admisión pues es la vía principal de alimentación de aire. Simplemente no deja pasar aire al cilindro y por ende no arrancaría el motor.

Al encontrar problemas en el filtro de aire debemos tener en cuenta lo siguiente:

- El conducto de admisión estaba en buen estado mecánico.

- El filtro de aire se encontró en pésimas condiciones de uso.



Figura 3.9 Filtro de aire.

Desmontaje y método de prueba:

1. Con un alicata aflojamos la tuerca que sujeta la tapa del depurador.
2. Sacamos el filtro y a simple vista observamos su daño.
3. Con una copa numero 12 mm. sacamos los pernos que sujetan el conducto de aire.
4. Limpiamos el conducto de admisión y observamos que se encontraba sin novedad.

Análisis de resultados:

Sacamos la tapa del depurador y a simple vista el filtro de aire se encontraba totalmente deteriorado, con polvo y residuos de aceite, luego de esto con una llave de 10mm. Desmontamos el conducto de aire observando que este se encontraba sin novedad.

3.3.3. INSPECCION Y DESMONTAJE SISTEMA DE ESCAPE DE GASES.

a. TUBO DE ESCAPE Y SILENCIADOR.

La revisión y desmontaje del tubo de escape y silenciador es muy importante porque el obturamiento de esos tendría como causa una pérdida de fuerza o el motor no se prende correctamente, al encontrar problemas en el tubo de escape y silenciador debemos tener en cuenta lo siguiente:

- El conducto de escape estaba en buen estado mecánico.
- El silenciador se encontraba incompleto según el manual.



Figura 3.10. Conducto de escape y silenciador.

Método de pruebas:

1. Con una llave de 10mm procedimos a desmontar el tubo de escape y silenciador.
2. Comparamos sus partes con el manual y se encontró que faltó una pieza.

Análisis de resultados:

Con una llave de 10mm desmontamos el conducto de escape y silenciador luego de esto observamos que se encontraban en su estado normal, excepto el silenciador que en su salida no portaba una pieza que hace que los gases ya quemados, salgan hacia abajo, comparamos con el manual y de hecho faltaba esa parte muy importante.

3.3.4. INSPECCION Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN.

a. FILTRO DE ACEITE.

El chequeo y desmontaje del filtro de aceite nos permite dar un pronóstico de fallas graves en el motor, pues al extraer el aceite podemos observar restos o partículas de limalla, además de encontrarse obstruido nos daría como falla una falta de presión de aceite y por ende una falta de circulación de este y a la vez las piezas del motor rosarían entre si desgastándose unas a otras provocando un colapso total del motor.

Al encontrar problemas en el filtro de aceite debemos tener en cuenta lo siguiente:

- El filtro de aceite se encontraba en mal estado.
- El aceite se encontró totalmente deteriorado y faltó su cantidad según el manual.

b. BOMBA DE ACEITE.

La presión que envía la bomba de aceite a todo el motor, según el manual es de 57 psi. la misma que puede variar según la vida útil del motor, por lo cual es muy indispensable chequear que esta se encuentre en sus parámetros normales así sabremos que la bomba de aceite está en buenas condiciones, al realizar la medición de la presión el manómetro marco 56 psi, siendo un valor aceptable según el manual.



Figura 3.12 Presión de la bomba de aceite.

Método de pruebas:

1. Con una llave de 19mm. procedimos a retirar el trompo de presión de aceite del motor.
2. Conectamos el manómetro de presión de aceite en lugar del trompo de aceite y con el motor encendido y a una temperatura de trabajo de 80°C. Miramos su presión y comparamos con la del manual.

Análisis de resultados:

Desmontamos el trompo de aceite de su alojamiento con una llave No.19mm. Luego en lugar de este conectamos un manómetro de presión de aceite y encendiendo el motor hasta lograr una temperatura normal de 80°C., observamos la medida de la presión que la bomba envía por todos los conductos a los órganos móviles del motor, a la vez comparamos con los datos del manual observando que esta estaba en su rango normal y la bomba se encuentra en buen estado.

3.3.5. INSPECCION Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

a. CONDUCTOS DE REFRIGERACIÓN DE AIRE, ALETAS DISIPADORAS DE CALOR Y TURBINA.

El chequeo de los conductos, aletas de refrigeración por aire y desmontaje de la turbina o volante de inercia, es muy importante en este motor.

Alrededor de este motor posee aletas disipadoras de calor, las mismas que por el trabajo del motor, tienden a romperse o deformarse, trayendo consecuencias en la temperatura del motor.

Los conductos de circulación de aire, que encontrándose obstruidos con cualquier clase de basura, pueden traer consigo un aumento de temperatura del motor y a la vez el riesgo de que este motor se funda sus partes más principales.

El volante de inercia especial que tiene este motor, posee una especie de aspas que lo convierten en una bomba de aire, pues este genera la entrada de aire a presión en todo el sistema de refrigeración.

No se encontró problemas en las aletas disipadoras de calor, conductos de refrigeración de aire y turbina.



Figura. 3.13 Aletas, conductos de refrigeración por aire y turbina

Desmontaje y método de prueba:

1. Con un juego de llaves y una caja de rachas desde la No. 6mm. hasta el 22 mm. procedimos a desmontar la el arranque manual.
2. Con un juego de llaves y una caja de rachas desde la No. 6mm. hasta la 22 mm. procedimos a desmontar la coraza que cubre el volante de inercia o turbina.
3. Con una llave de 10mm. procedimos a desmontar y un cubre aletas disipadoras de aire, lo que nos permitió observar totalmente como trabaja el sistema de refrigeración.

- desconectar el interruptor de encendido de su lugar.
2. Con la ayuda de un Voltímetro colocando en el modo de continuidad probamos el paso de corriente desde el tornillo que ingresa el cable positivo de la batería hacia la primera posición del interruptor de encendido que es el de contacto.
 3. De igual forma que el paso anterior buscamos continuidad desde la entrada de corriente de la batería hacia la posición de arranque del motor.

Análisis de resultados:

Al utilizar un voltímetro en la posición de continuidad y buscar esta continuidad entre el tornillo que sujeta el cable que viene desde la batería hasta la primera posición de contacto, este ejerce un pitido haciéndonos entender que en este tramo el interruptor está bien, al regresar a su posición de apagado este deja de pitar.

Con la posición de arranque hacemos lo mismo, pero en este caso el regreso del interruptor a la posición de contacto es automático a través de un resorte, lo que nos hace entender que el interruptor está en óptimas condiciones de uso.

b. HOROMETRO.

La revisión del estado mecánico del registrador de horas de trabajo, es muy importante pues el mantenimiento de este motor se lo realiza en base a las horas de trabajo y no por kilometraje como acostumbramos en otros motores convencionales, el mal funcionamiento de este desorganizaría en su totalidad su plan de

c. INSTRUMENTOS DE ADVERTENCIA DE PRESION Y TEMPERATURA DE ACEITE DEL MOTOR.

El chequeo de los instrumentos de advertencia de presión y temperatura de aceite del motor es muy importante pues la alarma que den estos al momento de estar trabajando puede salvar la vida de este motor pues nos indican la falta de aceite o problemas en el sistema de refrigeración.

Al encontrar defectos en los instrumento de control, debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Los instrumentos de control según el manual ya debían cambiarse hace mucho tiempo atrás.
- Al desmontar se encontraban oxidados y rotos sus empaques.
- Las luces de advertencia se encontraban sin novedad.



Figura 3.16 Instrumentos de presión y temperatura de aceite

Desmontaje y método de pruebas:

1. Con una llave 19mm. aflojamos y extraemos el actuador que permite que se prenda la luz cuando la presión de aceite sea mínima.
2. Con la llave No. 22 mm extraer el actuador que permite que se encienda la luz de temperatura alta, en el motor.
3. Manualmente extraer los focos y los probamos su estado en una batería de 12 voltios.

Análisis de resultados:

Al desmontar los 2 actuadores tanto el de presión como el temperatura, observamos que estos a simple vista se encontraban oxidados y sus empaques deteriorados por el tiempo que paso parado el motor y revisamos el manual de mantenimiento, este aconseja cambiarlos a las 5000 horas de trabajo y el registro en el horómetro constaba más de 7000 horas que laboro este motor, razón por la cual estos instrumentos no deben comprobarse en su funcionamiento sino cambiarse de inmediato.

d. CHEQUEO Y DESMONTAJE DEL CIRCUITO DE ARRANQUE.

Realizar la revisión del sistema de arranque es muy importante en estos motores pues al no funcionar correctamente, como opción quedaría arrancar con el arranque de rebote manual el mismo que ocasiona una pérdida de tiempo, fuerza y agilidad, en

su fuerza dio los primeros giros al motor sin novedad, hecho esto concluimos que su problema de arranque puede ser el cable que conduce corriente positiva al motor de arranque más no el motor de arranque.

e. BATERÍA.

Realizar la revisión de la batería es esencial en este motor, pues sin esta no funcionar el circuito de arranque, haciendo imposible la puesta en funcionamiento del motor.

Se encontró defectos en la batería, debemos tener en cuenta lo siguiente:

- El nivel del electrolito se encontraba bajo.
- Superficialmente esta batería se encontraba el sus lados expandida.
- Sus bornes se encontraban deteriorados, su asiento roto y húmedo.



Figura 3.18 Batería

Desmontaje y método de prueba:

1. Manualmente sacar los tapones y verificamos el nivel del electrolito de la batería.
2. A simple vista esta batería se encontraba esponjada en sus lados
3. En su parte inferior existía humedad y muestras de electrolito.
4. Los bornes sulfatados y en malas condiciones.

Análisis de resultados:

Al observar la batería se puede dar cuenta su estado, pues se encuentra expandida en sus lados, por el tiempo que paso este motor parado, esta se encuentra sulfata en su totalidad, su electrolito bajo, el asiento en malas condiciones y a pesar de esto colocamos más electrolito y procedimos a recargarla, con un cargador de baterías, lo cual solo nos comprobó que necesitamos una nueva.

- **TANQUE DE COMBUSTIBLE.**

El tanque de combustible se encontró muy afectado con un sin número de golpes y rayados.

Por el tiempo que paso en línea muerta, este se encontraba completamente sucio como lo veremos en el siguiente gráfico.



Figura 4.1 Tanque de combustible en malas condiciones

Método de rehabilitación y montaje:

1. A este tanque le corresponde una tapa que por su tiempo y uso está ya no existía, por lo cual tuvimos que adquirir una y de la misma forma adquirir un tanque nuevo pues la reparación de este se encontró muy complicada y mas costosa que el tanque mismo.

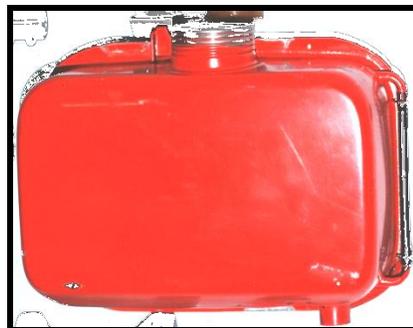


Figura 4.2 Tanque de combustible operable

2. Revisamos el interior del tanque pues este tiene internamente dos filtros, el primero como lo indicamos en el sistema de funcionamiento atrapa partículas de suciedad gruesa y el segundo las partículas finas.
3. El primer filtro por tratarse de un filtro plástico sus hilos que conforman una red filtrante son adecuados para realizar un trabajo de reacondicionamiento rutinario, que consiste en:
 - El lavado del filtro con diesel limpio.
 - Limpiar partículas de suciedad.
 - Ingresar aire a presión desde un compresor.



Figura 4.3 Limpieza del filtro de combustible plástico.

4. El segundo filtro está construido de papel por lo cual no es aconsejable pasar aire por este pues por tener sus celdas muy finas el aire a presión tiende a engrandecerlas y peor a un las destruye, dañando totalmente sus propiedades filtrantes, por lo cual es

aconsejable el cambio por uno nuevo.

Además cabe indicar que este filtro se encontró totalmente destruido y desecho en el mismo combustible y en el grafico que mostramos solo esta su base metálica.



Figura 4.4 Filtro de combustible en malas condiciones y su remplazo

5. También existe en la parte inferior del tanque de combustible una llave de paso de este, esta llave se encontró el 50% taponada con papel proveniente del filtro anterior, papel desecho por el paso del tiempo y que origino el taponamiento del sistema de alimentación, para reacondicionar esta llave procedimos a seguir los siguientes pasos:

- Destapar los conductos de papel.
- Limpiar con cepillo plástico su exterior.
- Dar movimiento la llave ON-OFF.
- Ingresar aire por los sus conductos tanto de entrada como de salida.
- Probar su estanqueidad.

- Conectamos la llave de paso al filtro y ajustamos sus tuercas con una llave de 10mm.
 - Montamos el tanque sobre sus bases y ajustamos las tuercas con una llave de 12mm.
 - Ajustamos el perno de drenaje con una llave 17mm.
 - Colocamos el filtro plástico e ingresamos diesel.
- **BOMBA DE INYECCION**

Con las condiciones en que se encontraba el tanque de combustible fácilmente concluimos que la bomba de inyección debe ser enviada a limpiar y calibrar en un taller especializado en bombas de inyección.

Este trabajo lo realizamos en MAN DIESEL en la ciudad de Quito pues no contamos con la herramienta necesaria y el taller adecuado.

Método de rehabilitación y montaje:

1. Enviamos la bomba de inyección a un taller especializado para realizar el mantenimiento y los trabajos realizados en el taller de bombas de inyección fueron:
 - Reglaje del relanti.
 - Reglaje de caudal residual.

solo así, aseguramos un reacondicionamiento total del sistema de alimentación.

Método de rehabilitación y montaje:

En el taller especializado se le realizaros el siguiente trabajo:

1. Realizar una limpieza la cual se efectúa con varillas de latón con punta afilada y cepillas de alambre, también de latón.
2. Limpiar las superficies externas e internas de la tobera y la aguja.
3. Retirar las partículas de carbonilla depositadas en las toberas, sin producir ralladuras que posteriormente dificultarían el funcionamiento.
4. Ablandar las incrustaciones fuertes en lugares poco accesibles, como el taladro de la tobera, sumergiéndola en agua mezclada con sosa cáustica y detergente.
5. Posteriormente la tobera fue limpiada y secada, para sumergirla a continuación en diesel hasta el momento del montaje.
6. Comprobar el perfecto funcionamiento del inyector utilizando uno de los comprobadores que hay para esta función.
7. La comprobación del funcionamiento consiste en determinar si el inicio de la inyección se produce a la presión estipulada y la pulverización obtenida es correcta.

8. Para realizar estas verificaciones disponemos de un comprobador, en el que se sitúa el inyector en un acoplamiento adecuado, conectando al mismo un tubería de alta presión que le hace llegar combustible desde una bomba manual, a una determinada presión, indicada por un manómetro.

Luego de reparar el inyector seguimos la siguiente secuencia para su montaje en el motor:

1. Ingresar el inyector en su alojamiento en el motor.
2. Colocar la placa de sujeción que posee este.
3. Colocar las tuercas y ajustamos con una llave de 12mm.
4. Colocar la cañería de alta presión y dejamos floja para su posterior sangrado o purgado del sistema.

1. REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE ADMISIÓN

Reacondicionar el sistema de admisión, en el motor Yanmar es muy sencillo pues este sistema comienza en el filtro de aire, luego se dirige a el conducto de admisión, que cabe recalcarlo es un conducto, no un múltiple, por tratarse de un motor mono cilíndrico, y finalmente termina con la calibración de la válvula de admisión.

- **FILTRO DE AIRE.**

El filtro de aire, tuvo que ser cambiado por un nuevo filtro, pues

el anterior permaneció guardado por más de cinco años, motivo por el cual, se lo encontró en deplorables condiciones, y no podemos caer en el hecho de introducir el aire de adentro hacia fuera, pues esto empeora el estado del filtro, para cambiar este filtro seguimos los siguientes pasos:

Método de rehabilitación y montaje:

1. Colocar el filtro nuevo.
2. Colocar la tapa del filtro de aire y ajustamos la mariposa.
3. El ajuste debe ser manual tratando de no forzar su ajuste, pues el filtro es de papel.



Figura 4.9 Cambio de filtro de aire

• **CONDUCTO DE ADMISION**

Reacondicionar el conducto de admisión es asegurarnos de que no exista ninguna obstrucción en el transcurso del aire desde la coraza que protege al filtro, luego por el conducto que se comunica con el cabezote y hasta que por medio de la válvula de admisión llegue al cilindro, para lo cual simplemente limpiamos y lavamos con combustible, luego de esto secamos

con aire a presión desde un compresor, para lo cual seguimos los siguientes pasos:

Método de rehabilitación y montaje:

1. Limpiar el polvo y carbonilla, que pueda existir en las paredes del conducto de admisión.
2. Todas las partes las introducimos en combustible.
3. Secar las piezas con aire a presión.
4. Colocar y ajustamos los pernos que sujetan el conducto de admisión.
5. Colocar y ajustamos los pernos que sujetan la coraza que protege al filtro.



Figura 4.10 Conductos de ingreso de aire

- **CALIBRACIÓN DE LA VALVULA DE ADMISION.**

Reacondicionar el sistema de admisión es mejorar el estado de este, aumentando su potencia.

Para conseguir un aumento de potencia en el motor, y en las válvulas tanto de escape como de admisión, esta una forma de hacer que nuestro motor rinda más, para lo cual procedimos a realizar la calibración de la válvula de admisión:

Método de rehabilitación:

1. El motor debe estar totalmente frío para esta operación.
2. Quitar la tapa de balancines.
3. Cerrar la llave de paso de combustible.
4. Desconectar la cañería de alta presión.
5. Retirar el inyector.
6. Colocar un cono de papel tapando el alojamiento del inyector.
7. Girar manualmente el cigüeñal desde el árbol toma de fuerza.
8. A la vez observar que el cartucho salga impulsado por la compresión.
9. Luego con un desarmador palpamos que el cilindro este en pleno PMS.
10. Insertar una galga del grosor adecuado, entre cada vástago de válvula y tornillo de ajuste.
11. Aflojar la tuerca de regulación y aseguramos luego de realizar la calibración.

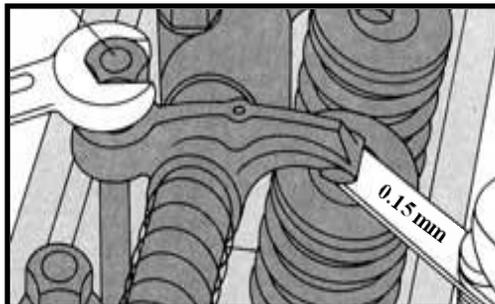


Figura 4.11 Calibración de la válvula de admisión

4.4 REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE ESCAPE.

Para repotenciar el sistema de escape comenzamos desde la salida del tubo de escape, nos introducimos un poco en el silenciador, el conducto de escape y terminamos calibrando la válvula de escape.

- **TUBO DE ESCAPE.**

En el motor Yanmar el tubo de escape es muy pequeño, pero de gran importancia, pues el trabajo de este es dirigir los gases producto de la combustión hacia la atmosfera.

Método de rehabilitación:

Lo especial de este tubo es que tiene una inclinación hacia la parte inferior, evitando en lo posible el no hacer daño al operador.

1. Este repuesto lo compramos pues el original no existía.
2. Con una llave de 12mm ajustar el perno que sujeta al tubo de escape.



Figura 4.13 Tubo de escape

- **SILENCIADOR**

La rehabilitación del silenciador simplemente se trata de introducirle aire a presión desde un compresor para desalojar cualquier posible suciedad.

Método de rehabilitación:

Este silenciador es de un solo cuerpo y sellado, lo que no nos permite limpiar por la parte interior.

1. Ingresar aire tratando de limpiar su interior.
2. Colocar el empaque del silenciador que une al silenciador con el block.
3. Montar el silenciador sobre el block.
4. Ajustar los dos pernos que lo conectan con el conducto de escape y el block.



Figura 4.13 Silenciador

- **CONDUCTO DE ESCAPE**

Al igual que el conducto de admisión el conducto de escape fue rehabilitado lavando con combustible y quitando la carbonilla por completo luego de esto introducimos aire a presión desde un compresor, cerciorándonos así de que este esta libre de alguna posible obstrucción que disminuya la potencia del motor.

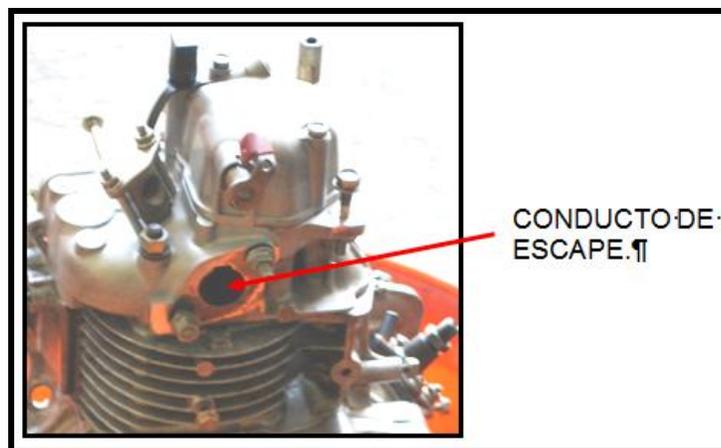


Figura 4.14 Conducto de escape de gases

- **CALIBRACIÓN DE LA VALVULA DE ESCAPE.**

En la calibrada de esta válvula de escape estuvo el éxito de nuestro trabajo, pues logramos investigar que este motor tenía un descompresor.

Este descompresor presionaba a la válvula para apagar el motor, con el paso del tiempo este se remordió en la posición de apagado del motor y fue el motivo principal de que este no se encendió durante un largo tiempo.

El trabajo nuestro entonces fue el de rehabilitar esta palanca siguiendo los siguientes pasos:

Método de rehabilitación:

1. Mover en los dos sentidos o dos posiciones ósea presionamos y soltamos la palanca de descompresión.
2. Con la ayuda de un removedor de óxido y aceite aflojamos hasta que esta palanca recupere su funcionamiento normal.

Claro está que la palanca de descompresión puede afectar en la calibración de la válvula de escape por lo cual procedemos calibrarla de la siguiente forma:

1. El motor debe estar totalmente frío para esta operación.
2. Quitar la tapa de balancines.
3. Cerrar la llave de paso de combustible.

4. Desconectar la cañería de alta presión.
5. Retirar el inyector.
6. Colocar un cono de papel tapando el alojamiento del inyector.
7. Girar manualmente el cigüeñal desde el árbol toma de fuerza.
8. A la vez observamos que el cartucho salga impulsado por la compresión.
9. Luego con un desarmador palpamos que el cilindro este en pleno PMS.
10. Insertar una galga del grosor adecuado, entre cada vástago de válvula y tornillo de ajuste.
11. Aflojar la tuerca de regulación y aseguramos luego de realizar la calibración.

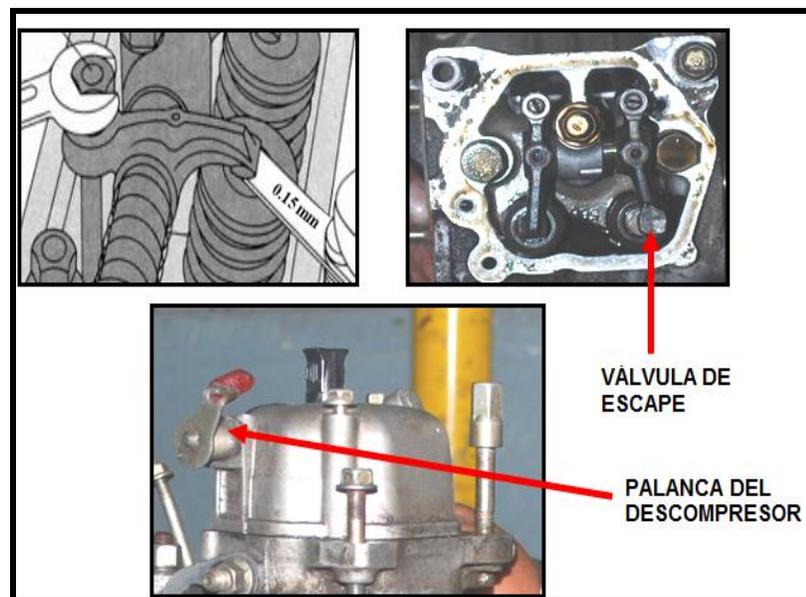


Figura 4.15 Calibración de la válvula de escape y descompresor

4.5 REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE LUBRICACION

La optimización del sistema de lubricación, en el motor Yanmar es muy fácil y demasiado importante realizarla.

Para reacondicionar el sistema de lubricación tenemos que realizar el cambio de aceite y cambio de filtro de aceite, este cambio cabe recalcar que se lo debe realizar en el tiempo estipulado por el manual y registrado en el horómetro el mismo que se lo cambia cada **100 horas de trabajo**, el manual también nos hace conocer el tipo de aceite que vamos a utilizar y la cantidad necesaria.

- **FILTRO DE ACEITE**

Rehabilitar el filtro de aceite es sencillamente cambiarlo por uno nuevo pues no es recomendable en ninguna maquina conservar el mismo filtro y para lo cual seguiremos los siguientes pasos:

Método de rehabilitación:

1. Encender el motor como mínimo tres minutos.
2. Con una llave de corona retirar el tapón de drenado de aceite.
3. Preparar un recipiente para recibir el aceite.
4. Drenar el aceite.
5. Con una llave de 10mm aflojamos el seguro del filtro de aceite.
6. Retirar el filtro y colocamos un nuevo.

7. Colocar el tapón de aceite.
8. Introducir la cantidad de 1.1 litros de aceite.
9. Introducir la varilla de nivel de aceite y comprobamos.

Nota: es muy importante el calentamiento del motor pues esto nos permite que el aceite gane fluidez y baje casi en su totalidad además cabe indicar que este aceite es número SAE 30. Como se lo indica en el siguiente gráfico.



Figura 4.16 Filtro de aceite

4.6 REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE REFRIGERACION

Reacondicionamiento es quitar todo obstáculo o corregir algún error que pueda traer consecuencias de recalentamiento del motor, este trabajo comenzamos a realizarlo limpiando desde la entrada de aire, que es la carcasa que cubre a la turbina o volante de inercia, luego limpiaremos la turbina, los conductos y aletas de refrigeración, con este trabajo garantizaremos la circulación del sistema de refrigeración.

- **TURBINA**

La repotenciación de la turbina la realizamos limpiando de cualquier suciedad o obstrucción que pueda impedir que esta realice su trabajo, que es el de ingresar aire a presión por los conductos de refrigeración para lo cual procedimos a realizar el siguiente trabajo:

Método de rehabilitación y montaje:

1. Con un cepillo metálico limpiamos en su totalidad.
2. Remojar en diesel para que grasas o polvo tiendan a perder adherencia.
3. Secar esta turbina con aire a presión.
4. Con una llave número 22 mm. procedemos a ajustar la tuerca que sostiene el volante de inercia o turbina.
5. Montar la coraza cubre turbina.
6. Con una llave de 10mm. ajustamos todos los pernos.
7. Montar el arranque manual.
8. Con una llave de 12mm. ajustar todos los pernos.



Figura 4.17 Turbina

- **CONDUCTOS DE REFRIGERACIÓN**

Los conductos de aire en el sistema de refrigeración por el trabajo realizado tienden a taponarse con polvo basura etc. esto puede traer como consecuencia una mala circulación del aire para lo cual proceder a realizar la limpieza de estos conductos con aire a presión acompañado de diesel.



Figura 4.18 Conductos de refrigeración por aire

- **ALETAS DISIPADORAS DE CALOR.**

Para que las aletas disipadoras de calor puedan cumplir con su trabajo evacuando calor a la atmosfera, estas tienen que estar libres de cualquier suciedad y cualquier objeto que impida la circulación del aire que viene desde la turbina.



Figura 4.19 Aletas disipadoras de calor

a. REACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El motor Yanmar se encontró en línea muerta durante cinco años razón por la cual todo su sistema eléctrico se encontró atrofiado y nuestro trabajo de reacondicionamiento consiste en conectar las conexiones básicas, que permitan que este motor trabaje con normalidad.

- **LUCES DE ADVERTENCIA**

Rehabilitar las luces de advertencia de peligro de una incorrecta presión y temperatura del motor, quiere decir que tenemos que reparar los sistemas eléctricos que hacen funcionar los dos tropos tanto de temperatura, presión y para lo cual seguiremos los siguientes pasos:

Método de rehabilitación y montaje:

1. Graficar el circuito eléctrico.
2. Simular las conexiones.
3. Realizar la conexión del circuito.

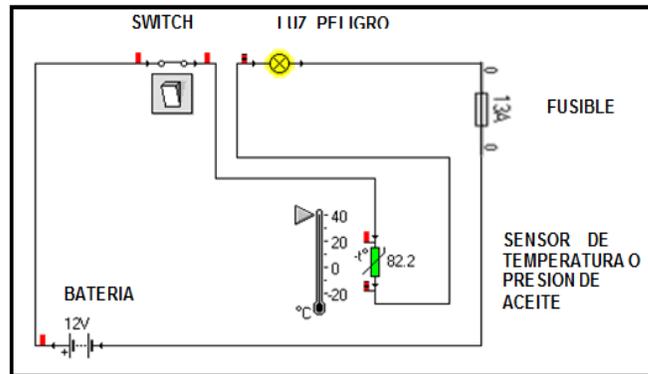


Figura 4.20 Simulación del sensor de temperatura y presión de aceite.

- **HORÓMETRO.**

Este instrumento de medir las horas de trabajo del motor, es muy importante en el motor, es este el que nos indicara cuando debemos de realizarle un debido mantenimiento al motor y el cambio de lubricantes.

Método de rehabilitación y montaje:

1. Graficar el circuito eléctrico.
2. Simular las conexiones y realizar la conexión.

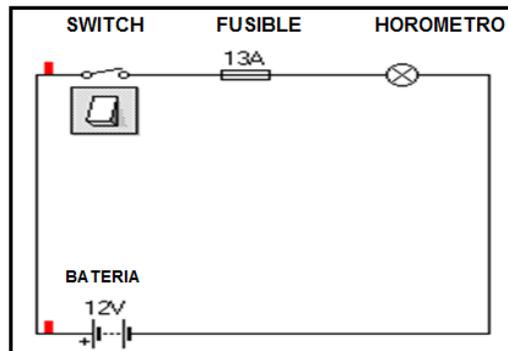


Figura. 4.21 Simulación del circuito del horómetro

- **SWITCH DE ENCENDIDO**

Para rehabilitar este Switch tuvimos que planificar todas las conexiones anteriores del sistema eléctrico, es este el que ordenara a los otros circuitos su funcionamiento para lo cual de igual forma que los otros circuitos realizaremos las siguientes pasos:

Método de rehabilitación y montaje:

1. Graficar el circuito eléctrico.
2. Realizar la conexión del circuito.

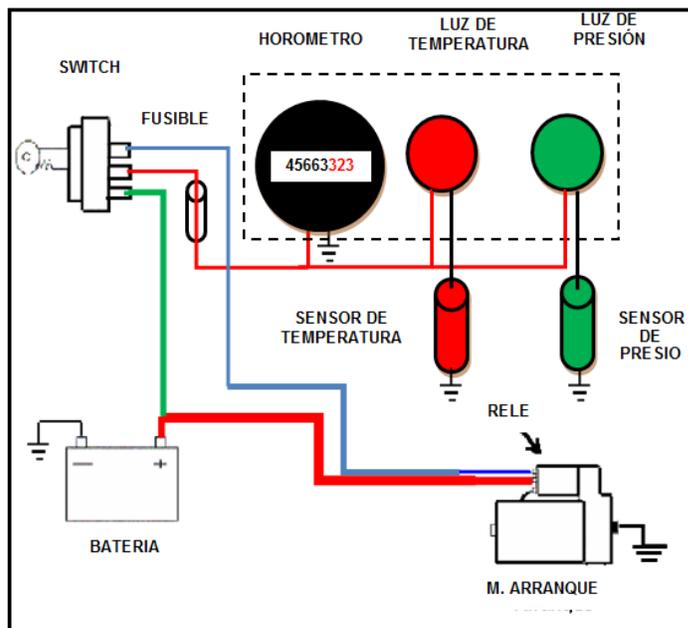


Figura. 4.22 Switch de encendido

- **BATERÍA.**

En el capítulo de desmontaje e inspección observamos que no existía ninguna batería y por tal motivo expondremos los pasos a seguir para adquirir una batería en el mercado.

Para el escoger una batería para nuestro motor debemos tener en cuenta tres pruebas eléctricas.

- Capacidad de arranque en frío. CCA (-18d.C.)
- Capacidad de reserva (MIN)
- Capacidad Nominal (AH)

CAPACIDAD DE ARRANQUE EN FRIO. CCA (-18°C)

Esta prueba se realiza para determinar la capacidad de encendido de la batería en condiciones extremas de temperatura.

La batería se somete a -18°C y se descarga durante 30 segundos, debiendo mantener como mínimo un voltaje de 7.2 voltios.

CAPACIDAD DE RESERVA (MIN)

La capacidad de reserva de una batería se mide en minutos e indica el tiempo mínimo que la batería es capaz de sostener los consumos eléctricos, en caso de que falle el sistema de carga.

Durante esta prueba se somete la batería a 26°C de temperatura y se descarga a 25 amperios hasta alcanzar un voltaje mínimo de 10.5 voltios, el resultado indica la cantidad en minutos de respaldo de una batería.

CAPACIDAD NOMINAL (AH)

La capacidad nominal es la cantidad de energía que almacena una batería.

Esta prueba consiste en descargar la batería al 5% de su capacidad durante 20 horas con un voltaje final de 10.5 voltios.

Ejemplo:

Si la batería entrega 5 amperios por 20 horas, se debe multiplicar 5 amperios x 20 horas y resulta sería 100 AH.

La batería escogida para el motor Yanmar es una batería de 12voltios, 15 placas, 70 A, en la figura.

Debido a que este motor no dispone de alternador y su recarga se la realiza externamente, con esta batería lo que se busco es tener una mayor capacidad de almacenamiento de energía.

- **CIRCUITO DE ARRANQUE**

Para rehabilitar el motor de arranqué que cabe recalcarlo de dejar de funcionar durante un largo tiempo, y los operarios lo realizaban utilizando el arranque manual, el mismo que dificultaba el encendido, por tanto realizamos el estudio del alambre o conductor eléctrico que necesitaremos pues en el capítulo de inspección probamos que el motor de arranque estaba en buenas condiciones.

Tabla 4.2 Selección de conductores eléctricos.

CABLE DE BATERIA						
CONSTRUCCIÓN:	CÓDIGO	CALIBRE	Nº DE HILOS	ESPEJOR	DIÁMETRO	PESO
	CABLEC	AWG		CUBIERTA	EXTERIOR Aprox.	aprox.
	Nº.			(mm.)	(mm.)	Kg/Km.
Conductor flexible de cobre blando exterior de PVC.	DH06	6	133	1,73	8,8	170
APLICACIÓN:	DH04	4	133	1,73	10,2	263
Conexión de Batería. Su temperatura nominal es de 75°C.	DH02	2	133	1,73	11,9	394
ESPECIFICACIÓN:	DH10	1/0	259	1,73	14,2	598
SAEJ-1127-ASTM B-173-90	DH20	2/0	259	1,73	15,5	739
CLASE DE ALAMBRE DE 0,32MM (28AWG)				CAPACIDAD DE CORRIENTE (A)		
				INTERMITENTE CONTINUO		

Tabla 4.3.- Tabla de selección de conductores eléctricos de acuerdo al amperaje y la longitud.

Corriente total, a 12 volts (en amperes)	Calibre del alambre, longitud en pies.											
	3'	5'	7'	10'	15'	20'	25'	30'	40'	50'	75'	100'
1	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	16	16
3	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	14	14
4	18	18	18	18	18	18	18	18	16	16	12	12
5	18	18	18	18	18	18	18	18	16	14	12	12
6	18	18	18	18	18	18	16	16	16	14	12	10
7	18	18	18	18	18	18	16	16	14	14	10	10
8	18	18	18	18	18	16	16	16	14	12	10	10
10	18	18	18	18	16	16	16	14	12	12	10	10
11	18	18	18	18	16	16	14	14	12	12	10	8
12	18	18	18	18	16	16	14	14	12	12	10	8
15	18	18	18	18	14	14	12	12	12	10	8	8
18	18	18	16	16	14	14	12	12	10	10	8	8
20	18	18	16	16	14	12	10	10	10	10	8	6
22	18	18	16	16	12	12	10	10	10	8	6	6
24	18	18	16	16	12	12	10	10	10	8	6	6
30	18	16	16	14	10	10	10	10	10	6	4	4
40	18	16	14	12	10	10	8	8	6	6	4	2
50	16	14	12	12	10	10	8	8	6	6	2	2
100	12	12	10	10	6	6	4	4	4	2	1	1/0
150	10	10	8	8	4	4	2	2	2	1	2/0	2/0
200	10	8	8	6	4	4	2	2	1	1/0	4/0	4/0

4.7 CÁLCULO Y DISEÑO PARA LOS CABLES DEL SISTEMA DE ARRANQUE

En los motores de diesel se necesita tener la mejor preparación de todas partes del mismo, el sistema de arranque es importante para el mejor desempeño del motor diesel, por eso hay que rehabilitar la instalación del cableado de sistema de motor del arranque, por tanto es necesario calcular los conductores eléctricos del sistema de arranque, los cálculos se realiza con distintas fórmulas y con la ayuda de tablas de que nos facilitan los fabricantes de conductores, ya que la selección de los mismos se lo realiza por el amperaje que será

transportado.

Los cálculos de este sistema están a continuación y el tipo de conductor eléctrico a ser utilizado:

Especificaciones:

Voltaje 12V

Salida del motor de arranque 0.8Kw (800W)

Formulas de cálculo:

Potencia Eléctrica = P

Tensión Eléctrica = E

Intensidad Eléctrica = I

$$P = E \times I$$

Ecuación.4.1

$$I = P / E$$

$$I = 800W / 12V$$

$$I = 66.66 A$$

Calculada la intensidad que absorbe el motor de arranque el conductor eléctrico es escogido por medio de tablas que los fabricantes de conductores ponen a disposición de los clientes.

En estas tablas testan las dimensiones de los cables y la intensidad eléctrica que pueden trasportar de acuerdo a la longitud, el tipo de aislante que está cubierto, la temperatura nominal, el tipo de material

que está construido el cable, el código del cable, peso, y el tipo de cable de batería a utilizarse para el sistema de arranque es el conductor número 1/0 AWG, de acuerdo a la tabla 4.2 por que soporta una corriente de 195 A de esta manera compensamos la caída de tensión.

- **ARRANQUE MANUAL.**

Es muy importante rehabilitar el arranque manual, pues la utilización de este aunque incomoda pero es necesaria en el caso de haberse agotado la batería y por emergencia si lo podemos utilizar, por lo cual lo rehabilitamos siguiendo los siguientes pasos:

Método de rehabilitación y montaje:

1. Ingresar aire a presión para limpiar el polvo.
2. Engrasar sus partes móviles.
3. Cambiar de cuerda.
4. Montar el arranque manual utilizando una llave 10 mm.



Figura. 4.23 Arranque manual retráctil

4.8 CONSTRUCCION DE UN CHASIS PARA EL MOTOR.

- **GENERALIDADES.**

El arrancador de Helicóptero portátil Guinault dejo de funcionar hace varios años motivo por el cual el comandante ordeno calificarlo como no operable.

No operable quiere decir que su parte eléctrica fue destinada para otros fines y el motor Yanmar fue desmontado y colocado en línea muerta, por este motivo para rehabilitarlo fue necesaria la construcción de un chasis liviano y portátil.

Para demostrar que el motor Yanmar si está en condiciones operables y puede regresar a ubicar su puesto que es el alojamiento del arrancador eléctrico Guinault.

- **PROCESO DE CONSTRUCCION**

1. Tomamos las medidas del ancho, alto, largo, los orificios de las bases del motor y una placa que soporta las luces de advertencia de peligro del motor, swich y el horómetro.

Tabla 4.4. Dimensiones del motor.

DIMENSIONES Y PESO DEL MOTOR.	
Dimensión del motor.	
Longitud total	80 cm.
Altura total	40 cm.
Ancho total	40 cm.

Perforaciones	16mm de diámetro.
Base de la batería	20 cm x 30cm.
Dimensiones del soporte de instrumentos eléctrico.	
Ancho	6 cm.
Longitud	10 cm.
Altura	4 cm.
Peso	
Peso del motor	86 lbs.
Batería	20 lbs.
Peso total.	106 lbs.

2. Realizar los planos necesarios que lo anexaremos al final de nuestro trabajo.
3. Adquirí materiales.

Tabla 4.5. Materiales para construcción de chasis.

MATERIALES.	
Material	Cantidad
Tubo redondo 1 ½ plg, 2mm de espesor.	3 de 6 mtrs.
Broca para metal 18 mm de diámetro	1
Cauchos de 30 mm de ancho por 2 mm alto	4
Pernos con tuerca de 16mm x 50 mm.	4
Pintura de fondo	¼ ltrs.
Pintura amarilla	¼ de ltrs.
Lija gruesa	1 pliego
Lija delgada	1 pliego.

4. Adquirir herramientas necesarias y un lugar de taller de soldadura.

- **HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA CONSTRUIR EL CHASIS.**

Tabla 4.6 Herramientas utilizadas para construir el chasis.

HERRAMIENTAS	
Suelda (GMAW-MIG/MAG)	1
Taladro de pedestal	1
Cierra para corte de material.	1
Entenalla o prensa	1
Dobladora de tubo	1
Rayador	1
Lima	1
Cepillo de acero	1
Guantes de cuero para soldador	1
Gafas y mascar para soldador	1-1

5. Cortamos los materiales según el plano.



6. Doblamos los tubos.



7. Soldamos y armamos nuestro chasis.



8. Pintamos utilizando un fondo pintura y un soplete convencional.



9. Montamos el motor sobre el chasis.



Fig. 4.24 Motor Yanmar totalmente rehabilitado.

CAPÍTULO V

PRUEBAS.

5.1 GENERALIDADES.

Luego de realizar de rehabilitar y poner a punto el motor YANMAR tenemos que realizar pruebas para garantizar este trabajo, y como también probar nuestros conocimientos, para lo cual realizar pruebas de los sistemas del motor.

5.2 COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

Probar el sistema de alimentación es demostrar que el motor que terminamos de reacondicionar casi el total de sus partes realice su trabajo con normalidad para lo cual procedemos a realizar lo siguiente:

1. Primero ingresar 3 litros de combustible en el depósito.
2. Colocar la llave de paso en la posición de ON.
3. Desconectar la manguera de la bomba de inyección y observar que pase diesel y hasta aquí no haya fugas de combustible.
4. Conectar nuevamente la manguera y desconectar la salida de la cañería de alta presión.
5. Girar el motor manualmente desde el árbol de toma de fuerza.
6. Observar que el diesel salga y dejar regarse el diesel unas cuantas gotas.
7. Volver a conectar nuevamente la cañería a él inyector.
8. Tratar de arrancar el motor utilizando el arranque manual

retráctil.

9. Luego de que el motor se encuentre encendido aflojar el acople de la cañería al inyector y purgar el aire, de seguir trabajando normalmente el motor y de no existir fugas en todo el sistema estamos seguros de que el sistema de alimentación se encuentra sin novedad.

5.3 COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

Comprobar el sistema de refrigeración es simplemente demostrar que el motor no supera su temperatura máxima que consta en el manual Yanmar que es de 80° C, y para esto realizaremos el siguiente trabajo:

1. Encender el motor durante 15 minutos.
2. Con un termómetro automotriz hacemos contacto en el block del cilindro.
3. Observar la temperatura que este termómetro nos dicta.
4. Realizar esta medida con el acelerador colocado a su 100% y observar que la temperatura no supere el límite estipulado por el manual.
5. Si la temperatura se mantiene y varia paralelamente con la aceleración significa que el sistema de refrigeración se encuentra en excelente estado.

5.4 COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN.

Para saber que el sistema de lubricación se encuentra en perfectas condiciones tenemos que valernos de un manómetro de presión de aceite, el mismo que nos indicara que presión de aceite tendrá el sistema a bajas y altas revoluciones y en manual nos dice que están deben ser 50 psi. -70 psi. Luego seguiremos los siguientes pasos:

1. Antes de encender el motor revisamos la cantidad de aceite, esta debe encontrarse al máximo.
2. Encender el motor unos 15 minutos y a la vez retirar la tapa de balancines observar que el aceite llegue hasta los orificios lubricantes de los balancines esto nos demuestra que el aceite termino de subir en su totalidad.
3. Apagar el motor hasta conectar de inmediato el manómetro.
4. Encender el motor y hacer funcionar a altas y bajas revoluciones observando la lectura del manómetro.
5. Comparar la lectura y de estar acorde con el manual el sistema de lubricación estará probado en su totalidad.

5.5 COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

Para comprobar el funcionamiento del sistema eléctrico deben probar en primer lugar, las luces de advertencia de peligro, el horómetro y al comprobar estos a la vez estaremos probando el switch de encendido.

Las luces de advertencia de peligro.-

Para probar las luces de advertencia de peligro simplemente colocar el interruptor de encendido en contacto y al mismo tiempo arrancar el motor, al instante se encenderán las luces de advertencia de peligro y luego de un par de segundos estas se apagarán, si realizan este trabajo sabremos que estas están trabajando con normalidad de lo contrario pasa algo en el sistema.

EL HORÓMETRO.

El horómetro es un registrador de tiempo y al poner en la posición de contacto el switch este comienza a registrar las horas de trabajo y fácilmente podemos probar este instrumento, al mismo tiempo que ponemos en contacto el switch con un reloj convencional lo ponemos en funcionamiento, si este marca el tiempo de igual forma que el horómetro entonces este instrumento está operable.

CAPÍTULO 6

MANTENIMIENTO DEL MOTOR

6.1 GENERALIDADES.

El mantenimiento es el proceso de comprobaciones y operaciones necesarias para asegurar a un motor el máximo de eficiencia. Un servicio de mantenimiento nos ayudara a detectar mediante revisiones, problemas y averías en todos los sistemas que conforman y de cuya relación se puede establecer órdenes de servicio, órdenes de suministro, e inspecciones que nos llevaran al mantenimiento preventivo y de ser necesario, un mantenimiento sintomático nos conducirá al mantenimiento correctivo, proteger una inversión siguiendo planes de mantenimiento que se dan para cada motor nos ayudan a:

- Buena economía de combustible.
- Larga vida del motor
- Seguridad.

6.2 NORMAS ESPECÍFICAS DE MANTENIMIENTO.

Con el objeto de mantener un motor en condiciones de servicio necesario el mantenimiento con la lubricación periódica utilizando grasas y lubricantes recomendados. Dentro de las normas específicas se proporcionara una lista de lo que se debe hacer y como deberá hacerse. Utilizaremos para nuestro motor un tipo de mantenimiento preventivo, este se lo realiza una vez transcurrido el periodo establecido o de trabajo del motor, debiendo hacerse este tipo de mantenimiento de acuerdo al tipo de tiempo de utilización de nuestro motor.

6.3 CUADRO DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento y los chequeos periódicos son muy importantes para mantener el motor duradero y en buenas condiciones. El diagrama que se muestra a continuación indica los chequeos necesarios y cuando deberán ser ejecutados. La marca (●) Indica que se necesita calificación y herramientas apropiadas. En este caso consulte a su distribuidor Yanmar.

El cuadro de mantenimiento para nuestro motor se detalla en los anexos correspondientes.

MANTENIMIENTO Y CHEQUEOS PERIODICOS						
Servicio Regular Periódico		Control cotidiano	Primer mes o 20 horas	Cada 3 meses o 100 horas	Cada 6 meses o 500 horas	Cada año o 1000 horas
ITEM						
1	Verificar y rellenar con combustible	○				
2	Drenar el combustible del tanque.	CADA MES				
3	Verificar y rellenar con aceite.	○				
4	Verificar si hay pérdida de aceite.	○				

5	Verificar y apretar las piezas del motor.	○			● Apretar los pernos de solapa	
6	Cambiar el aceite de lubricación.			○ 1ªvez	○ 2ªvez	
7	Limpiar el filtro de aceite.			○	○ Reemplazar	
8	Reemplazo del elemento del filtro de aire.	Mantenimiento frecuente.		○ Reemplazar		
9	Limpiar el filtro de combustible.			○		● Reemplazar
10	Limpiar el parachispas			○		
11	Verificar la bomba de inyección				●	
12	Verificar el inyector de combustible.				●	
13	Verificar el tubo de combustible.				○ Reemplazar	
14	Verificar el juego de las válvulas.			● 20 horas 1ªvez		
15	Solapar las válvulas.					●

16	Reemplazarlo los anillos de pistón.					●
17	Verificar el fluido de la batería.	CADA MES				

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- El motor a diesel Yanmar se paro hace cinco años por falta de mantenimiento y personal preparado en este tema, mas no por desgaste de sus piezas por trabajo rutinario.
- El principal daño y motivo por el cual no se encendía este motor fue por el agarrotamiento de la palanca del descompresor, debido a la falta de lubricación.
- Otro daño importante fue su sistema de alimentación de combustible, pues su filtro secundario está constituido de papel, el mismo que queda en cierta forma oculto dentro del tanque de combustible, por lo cual nunca se lo cambio y este se desintegro ensuciando todo el combustible y los restos de papel taponaron todo el sistema.
- La bomba de inyección fue calibrada, regulada y limpiada mas no se le cambio ningún repuesto en particular.
- Los inyectores al igual que la bomba de inyección fueron calibrados, limpiados y regulados dándonos cuenta que sus toberas se encuentran sin novedad.
- En el sistema de refrigeración de aire no se hizo difícil el trabajo en vista de que es refrigerado por aire y su limpieza es sencilla.

- Su sistema de lubricación se encuentra sin novedad y solo le realizamos el mantenimiento básico es decir cambio de aceite y filtro de aceite.
- El sistema de admisión sufrió daños leves en especial la calibración de la válvula de admisión.
- El sistema de escape de gases se encuentra sin novedad y se dio un mantenimiento básico de rutina.
- El sistema eléctrico en cierta forma lo diseñamos nosotros pues tuvimos que demostrar que este motor si funciona y no disponíamos de su alojamiento propio que es el arrancador eléctrico Guinnault.
- Construimos un chasis metálico para soportar su peso, trasladarlo y hacerlo funcionar.
- Una vez que demostramos que el motor Yanmar se encuentra en condiciones operables, el comandante del CEMAE ordenara que este sea incorporado en el arrancador de helicóptero Guinnault.

7.2 RECOMENDACIONES

- Realizar el mantenimiento de acuerdo con el cuadro que anexamos al final.
- El cambio de aceite del motor se lo realizará cada 500 horas de trabajo y el tipo de aceite es el SAE 30.
- Estar pendiente de la palanca del descompresor que se encuentre en buenas condiciones y lubricada.

- Chequear el filtro de combustible cada 1500 horas de trabajo, de ser posible cambiarlo.
- Cambiar el filtro de aire cada 2000 horas de trabajo y chequear la calibración de las válvulas.
- Drenar el agua del tanque de combustible de ser posible cada día.
- Los conductores eléctricos del motor deben estar protegidos por medio de mangueras plásticas y sujetas con amarras para evitar que los aislantes del conductor se rompan y se produzcan accidentes.
- Mantener el tanque de combustible lleno y nunca bajo la línea roja que posee el filtro plástico.
- En caso de terminarse el combustible purgar el sistema comenzando desde la llave de paso de combustible.
- La persona que opere este arrancador de helicóptero tiene que tener conocimientos básicos de mecánica.

7.3 BIBLIOGRAFÍA

Gherschler GTZ. Tecnología del Automóvil Cuarta Edición Reverte Barcelona 1998. Tomo II.

Miguel de Castro Vicente, Electricidad del automóvil arranque y alimentación Tomo I. Grupo Editorial CEAC, Perú 2003.

Rubió S; Tratado de Electricidad; Cuarta Edición; Ediciones Gustavo Pili, S.A. Barcelona, 1976.

Manual CEAC del Automóvil; Grupo Editorial CEAC, Barcelona, 2003.

Manual de Técnico Yanmar; 1988.

Hermógenes Gil Martínez, Manual del Motor Diesel, España 1999.

Franck J. T. Manual técnico Automotriz Cuarta edición. México 1996.

GTZ. Tecnología del Automóvil Tomo II

MUSSO / KORANDO. Motores a Diesel.

[www. Mecanicavirtual.org](http://www.Mecanicavirtual.org).

www. autometer.com.

www. ompracing.it