



Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Marítima

Proyecto de trabajo de titulación

Modalidad Proyecto Técnico

TITULO:

IMPLEMENTACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA
DIESEL PARA PRÁCTICAS DE LOS ESTUDIANTES EN LA
ASIGNATURA MOTORES MARINOS DE LA CARRERA INGENIERÍA
MARÍTIMA.

Autores:

Macias Romero Diego Enrique
Anchundia Zambrano Kelvin Kenedy

Tutor:

Ing. Folke Zambrano Vera

Manta – Ecuador

2025-1

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Macias Romero Diego Enrique, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL PARA PRÁCTICAS DE LOS ESTUDIANTES EN LA ASIGNATURA MOTORES MARINOS DE LA CARRERA INGENIERÍA MARÍTIMA.”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 13 de agosto 2025.

Lo certifico,



Firmado electrónicamente por:
FOLKE ZAMBRANO VERA
Validar únicamente con FirmasBC

Ing. Folke Zambrano Vera
Docente Tutor
Ingeniería, Industria y Arquitectura

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Anchundia Zambrano Kelvin Kenedy, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL PARA PRÁCTICAS DE LOS ESTUDIANTES EN LA ASIGNATURA MOTORES MARINOS DE LA CARRERA INGENIERÍA MARÍTIMA.”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 13 de agosto 2025.

Lo certifico,



Firmado electrónicamente por:
FOLKE ZAMBRANO VERA
Validar únicamente con Firm@BC

Ing. Folke Zambrano Vera
Docente Tutor
Ingeniería, Industria y Arquitectura

AUTORIA DEL PROYECTO TÉCNICO

El trabajo de grado que presentamos es inédito y justifica el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Carrera de Ingeniería Marítima de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ULEAM. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Manta, 8 de septiembre del 2025

Anchundia Zambrano Kelvin Kenedy
C.I: 1365991926
Estudiante

Mácias Romero Diego Enrique
C.I: 131555731-2
Estudiante

Ing. Zambrano Vera Folke
C.I: 1311686537
Docente Tutor

DEDICATORIA

Dedico este proyecto técnico a quienes han sido pilares fundamentales en mi formación y en la realización de este trabajo.

A mis padres por su amor incondicional, enseñarme el valor del esfuerzo, apoyarme en cada paso de este camino por su confianza en mí ha sido el motor que me impulsó a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

A mis docentes y mentores, quienes con su conocimiento y exigencia despertaron en mí la pasión por la ingeniería y me enseñaron lo bonito que es esta carrera.

Macias Romero Diego

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por darme la fortaleza y a mis padres por todo su apoyo incondicional para realizar este proyecto y cumplir una meta más en mi vida.

Agradezco a mi tutor y profesor por impartir su conocimiento a lo largo de toda la carrera y por todas las charlas motivadoras que impulsaron seguir adelante para culminar una meta más en mi vida.

Macias Romero Diego

DEDICATORIA

A Dios que es mi fuente principal para poder levantar con gratitud y el que me regala un nuevo amanecer, el guía de mi camino y el que me ha llenado de tanta sabiduría para afrontar cada paso de este largo y lindo camino universitario.

A mis padres que son mi fuente de inspiración, fortaleza y dedicación. Aunque ya no estén físicamente conmigo, sus espíritus y amor continúan guiándome en cada paso de este camino. Sin ellos no hubiera logrado todo lo que he hecho en esta linda vida y todos mis logros serán dedicados para mis bellos ángeles en el cielo.

A mi hermana, sobrina y tía que son mi felicidad incondicional, que me han impulsado para seguir intentándolo una y mil veces sin rendirme.

A mis profesores que han sido parte de las grandes enseñanzas a lo largo de esta aventura universitaria y principal a mi tutor de tesis que nos ha ayudado con sus grandes habilidades para que este proyecto pueda culminarse.

Anchundia Zambrano Kelvin Kenedy

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios y a la vida por haberme llenado de mucha salud y bienestar siendo eso una parte fundamental para lograr estos objetivos. A mis padres que fueron mis guías e inspiración para siempre dar lo mejor de mí y que se sintieran orgullosos por cada logro obtenido, ahora están cerca de Dios y sé que cada día me llenan de bendiciones para poder lograr mis metas.

A mis padres adoptivos que me dieron su mano cuando mi vida iba en declive y supieron acogerme con su lindo corazón logrando llenarme de mucha alegría.

También le agradezco a mis profesores que me han llenado de muchos aprendizajes a lo largo de la vida universitaria e inculcarnos que los estudios es una base de buenos conocimientos.

Anchundia Zambrano Kelvin Kenedy

RESUMEN

La tesis presentada se ocupa de la instalación de un motor diésel como herramienta didáctica en el ámbito académico de la carrera ingeniería marítima. En el marco del proyecto se desarrolló la instalación, puesta a prueba y superación de un motor diésel Yanmar 3TN84E, teniendo como objetivo potenciar los aprendizajes de la práctica de los conocimientos en sistemas de combustión interna, diagnóstico de problemas mecánicos, mantenimiento preventivo y correctivo.

Por otro lado, se elaboraron las guías de práctica que van asociadas al motor Yanmar 3TN84E teniendo como objetivo primordial guiar y homologar la aplicación de situaciones técnico, especialmente en el área mecánico dentro del motor diésel.

Durante la adecuación se desarrollaron procedimientos como los sistemas de arranque, refrigeración y escape. Los resultados demuestran la eficiencia del motor en condiciones completamente controladas, permitiendo identificar su rendimiento.

Esta tesis permite hacer un aporte relevante al aprendizaje práctico por parte de los estudiantes, favoreciendo enlazar los conocimientos teóricos con la experiencia real de poner en marcha y diagnosticar motores diésel. Se define que la adecuación de este tipo de proyectos técnicos académicos mejora de forma destacada las competencias técnicas y profesionales de futuros ingenieros.

Palabras claves: motor diésel, diagnóstico, mantenimiento, guías.

ABSTRACT

The presented thesis addresses the installation of a diesel engine as a teaching tool in the academic field of maritime engineering. Within the framework of the project, a Yanmar 3TN84E diesel engine was installed, tested, and serviced. The objective was to enhance practical learning of knowledge in internal combustion systems, mechanical problem diagnosis, and preventive and corrective maintenance.

Furthermore, practice guides associated with the Yanmar 3TN84E engine were developed with the primary objective of guiding and standardizing the application of technical situations, especially in the mechanical area within the diesel engine.

During the adaptation, procedures such as the adaptation of fuel, cooling, and exhaust systems were developed. The results demonstrate the engine's efficiency under fully controlled conditions, allowing for the identification of possibilities for optimizing its performance.

This thesis makes a significant contribution to students' practical learning, facilitating the integration of theoretical knowledge with the real-life experience of starting and diagnosing diesel engines. It is concluded that the adaptation of this type of academic systems significantly improves the technical and professional skills of future engineers.

Keywords: diesel engine, diagnosis, maintenance, guides.

INDICE GENERAL DE CONTENIDO

Antecedentes	1
Justificación	1
Propuesta.....	2
Objetivos.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
MARCO TEORICO.....	1
1. CAPITULO I: HISTORIA DEL MOTOR DIÉSEL.....	1
1.1 Motor Diésel	4
1.2 Funcionamiento del motor diésel.....	5
1.3 Identificación de un motor diésel.....	6
1.4 Ciclo del motor diésel	7
<i>1.4.1 Admisión.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2 Compresión</i>	<i>7</i>
<i>1.4.3 Explosión.....</i>	<i>8</i>
<i>1.4.4 Escape</i>	<i>9</i>
1.5 Combustible diésel.....	9
2. CAPITULO II: PARTES DEL MOTOR DIÉSEL	10
2.1 Block.....	10
2.2 Pistones	11

2.3	Cigüeñal	11
2.4	Biela	11
2.5	Carter.....	12
2.6	Bomba aceite.....	12
2.7	Junta culata.....	13
2.8	Culata	13
2.9	Árbol de leva.....	14
2.10	Válvulas	14
2.11	Tapa de Balancines	15
2.12	Inyector	15
2.13	Bomba inyector.....	16
3.	CAPITULO III: SISTEMAS DEL MOTOR DIÉSEL	16
3.1	Sistema de alimentación.....	16
	<i>3.1.1 Circuito de baja presión.....</i>	<i>17</i>
	<i>3.1.2 Circuito de alta presión.....</i>	<i>18</i>
3.2	Sistema de inyección.....	18
3.3	Sistema de precalentamiento de la cámara de combustión.....	24
	<i>3.3.1 Bujía de precalentamiento</i>	<i>24</i>
3.4	Sistema del motor sobrealimentado	25
3.5	Sistema de lubricación	26
	<i>3.5.1 Partes del sistema de lubricación</i>	<i>26</i>

3.6 Sistema de refrigeración.....	27
3.6.1 <i>Enfriamiento en los motores marinos</i>	28
3.6.2 <i>Funcionamiento del sistema de refrigeración indirecta</i>	28
3.7 Sistema de admisión y escape	29
3.7.1 <i>Partes del sistema de admisión y escape</i>	29
3.7.2 <i>Componentes del sistema de admisión y escape de un motor diésel de maquinaria pesada</i>	30
4. CAPITULO IV: TIPOS DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR DIESEL	31
4.1 Mantenimientos en los motores diésel	31
4.2 Tipos de mantenimiento de un motor diésel	31
4.2.1 <i>Mantenimiento preventivo</i>	31
4.2.2 <i>Mantenimiento Correctivo</i>	32
4.2.3 <i>Mantenimiento predictivo</i>	33
4.2.4 <i>Mantenimiento TPM</i>	33
4.2.5 <i>Mantenimiento basado en la confiabilidad</i>	34
Conclusiones	36
Recomendaciones	37
Bibliografía	38
ANEXOS	40

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Índice de figuras

Figura 1: Motor diésel de Rudolf Diésel.....	3
Figura 2: Motor diésel.....	5
Figura 3: Funcionamiento del motor diésel	6
Figura 4: Identificación del motor diésel Cummins	6
Figura 5: Admisión	7
Figura 6: Compresión	8
Figura 7: Explosión.....	8
Figura 8: Escape.....	9
Figura 9: Combustible diésel	10
Figura 10: Block del motor.....	10
Figura 11: Pistón.....	11
Figura 12: Cigüeñal.....	11
Figura 13: Biela.....	12
Figura 14: Cártel	12
Figura 15: Bomba de aceite	12
Figura 16: Junta de culata	13
Figura 17: Culata.....	13
Figura 18: Árbol de leva	14
Figura 19: Válvulas del motor	14
Figura 20: Tapa de balancines	15
Figura 21: Inyectores	15
Figura 22: Bomba inyectora.....	16
Figura 23: Sistema de alimentación.....	17
Figura 24: Bomba de inyección en línea.....	20
Figura 25: Pistón de bomba	21
Figura 26: Fase de inyección	21
Figura 27: Fase de alivio.....	22
Figura 28: Regulación del caudal inyectado	23
Figura 29: Dosificación del combustible	23
Figura 30: Bomba rotatoria Bosch del tipo VE	24

Figura 31 Bujía de precalentamiento	25
Figura 32 Turbocompresor	26
Figura 33 Sistema de lubricación.....	27
Figura 34 Sistema de refrigeración del motor.....	28
Figura 35 Sistema de admisión y escape	30

Antecedentes

Con el transcurso de los años en la carrera ingeniería marítima se ha dado a conocer la importancia de tener varios motores a diésel en buen estados que le permita a la carrera formar estudiantes de primer nivel que tengan experiencias en el desmontaje y montaje de los motores marinos, hoy en día se ve escaso en la carrera ingeniería marítima los motores marinos ya que algunos no se encuentran en las óptimas condiciones para poder hacer los tipos de prácticas en ellos, por esto se tuvo la iniciativa de poner en práctica un proyecto técnico para poder implementar un motor de combustión interna a diésel para que así los estudiantes actuales y futuros tengan un gran entendimiento y técnica en ellos.

Justificación

En la actualidad la preparación académica de los estudiantes en tema prácticos con motores marinos es de mucha importancia porque les ayuda a poder tener conocimiento de calidad para algún futuro en el ámbito laboral.

El propósito de nuestro proyecto técnico es la implementación de un motor de combustión interna a diésel para la carrera de ingeniería marítima para que así ayude a formar estudiantes con grandes conocimientos y con buenas prácticas dentro de los motores a diésel.

Gracias a la ayuda del motor de combustión interna a diésel los estudiantes podrán conocer varias partes como el block, válvulas, pistón, bomba de aceite, bomba de agua, engranajes de distribución, anillos de pistón, biela, cigüeñal, culata o cabeza, camisas, segmentos y sumideros; así mismo los estudiantes podrán realizar prácticas de desmontaje y montaje dentro del motor marino.

Propuesta

La propuesta se basa en la implementación de un motor marino diésel en el área del taller de motores de la carrera de ingeniería marítima, para poder transmitir conocimientos con guías prácticas asociadas a la asignatura de motores marinos.

Objetivos

Objetivo general

Implementar un motor de combustión interna diésel para prácticas de los estudiantes en la asignatura motores marinos de la carrera ingeniería marítima, que permita la comprensión y su funcionamiento en el contexto educativo y de formación técnica.

Objetivos específicos

- Elaborar un manual de guías para la realización de prácticas hacia los estudiantes de la asignatura motores marino de la carrera ingeniería marítima.
- Comprender los fundamentos generales del funcionamiento del motor y la manutención mecánica diésel.
- Desarrollar prácticas en el desmontaje y montaje del motor, aplicando procedimientos técnicos y normas de seguridad recomendadas en las guías prácticas.

MARCO TEORICO

1. CAPITULO I: HISTORIA DEL MOTOR DIÉSEL

La trayectoria del motor diésel comienza en 1897, fecha en la que Rudolf Diesel creó el primer tipo de motor de combustión interna verdaderamente eficaz y que se hacía de un modo genuino producto del juicio de la ignición por compresión de la mezcla. Tras el nombre de su inventor, este tipo se llamó “motor diésel”. Desafortunadamente, aunque fue un éxito, su uso como conductor de automóviles es prácticamente nulo debido a su sistema creado con el compresor de aire comprimido realizado a presión que impulsaba el aire para inyectar el combustible, por lo que fue difícil adaptar el motor a un coche.

Sin embargo, en los años veinte la última de las dificultades se ha superado gracias al desarrollo de Robert Bosch, quien modificó de un modo sustancial la construcción de la bomba de inyección. Tras la modernización, este tipo de detalle se prestaba para lo que el compresor voluminoso no era un requisito fundamental y así el motor diésel se podía montar sin obstinación no sólo en camiones, sino también en vehículos de uso industrial y de transporte.

A partir de la década de los años treinta del siglo XX, el motor diésel comenzó a tener importancia dentro del ámbito militar, sobre todo en lo que se refiere a vehículos blindados y carros de combate que formaban parte del arsenal del ejército alemán. La firma Maybach, por su parte, destacó entre las firmantes que más se habían dedicado a desarrollar motorizaciones diésel orientadas para un uso militar, con unos resultados que eran más que favorables, en términos de rendimiento y fiabilidad. Dentro de los proyectos de mayor calibre de esa época, se destaca el diseño del Dr. Ferdinand Porsche, en lo cual se llegó a desarrollar un motor diésel V12 sobrealimentado con compresor, el cual era capaz de alcanzar unos valores de potencia superiores a los 400 caballos de vapor. Dicho propulsor tenía como destino el tanque Mammuth,

de unas dimensiones en torno a las 120 toneladas de peso aproximadamente, que por suerte nunca llegó a superar la fase de prototipo.

Durante los años 80 los motores diésel ya empezaban a tener un cierto grado de aceptación en el público en general, debido a la inclusión paulatina de turbocompresores que mejoraron sensiblemente su rendimiento y su eficiencia termodinámica. En esta época aparecieron también las primeras unidades de gestión electrónica del motor, principalmente desarrolladas por la empresa Bosch, que optimizaban parámetros de inyección, de combustión y de emisiones, aumentando el rendimiento global del sistema.

Ciertamente el despegue formal de los motores diésel lo tenemos en los años noventa, que fue además impulsado inicialmente por las mecánicas impulsadas por el grupo PSA (Peugeot-Citroën), aunque el primero que realmente tuvo un mayor impacto fue el grupo Volkswagen con la introducción de los motores TDI (Turbocharged Direct Injection) con sistema bomba-inyector: esta tecnología llegaba a alcanzar un equilibrio bastante bueno entre potencia y eficiencia con unos consumos bajos, convirtiendo así el motor diésel en una opción a tener en cuenta en el mercado de turismos.

Por otro lado, esta fase también supuso el comienzo de la implementación de los sistemas de entrega del combustible mediante rampa común, denominados en inglés "Common Rail". Dicho sistema, que permite suministrar combustible a alta presión de una forma más controlada y precisa, supuso un salto de calidad en términos de eficiencia, rendimiento y reducción de emisiones contaminantes.

De cara al futuro, los avances tecnológicos no cesan en la mejora de los motores diésel, y las cifras alcanzan consumos equivalentes, o incluso mejores en eficiencia, que los actuales. Éstas no se deben solo al perfeccionamiento de las mecánicas internas, sino que van

acompañadas de la aparición de nuevos tipos de combustibles de nueva generación que apuestan por marcas como Repsol o BP.

Estos combustibles de nueva generación realizan una limpieza del inyector, optimizan el compuesto empleado y mejoran la potencia y el rendimiento del motor; sus emisiones contaminantes son muy bajas, pero también evitan la formación de espumas al repostar los vehículos favoreciendo así el llenado del tanque.

Desde el año 2000, los motores diésel han empezado a tener una importancia también en la competición automovilística, pues han tenido la inclusión oficial en competiciones automovilísticas como el Europeo de Turismos entre otros. La inclusión del motor diésel no sólo es una aceptación del avance técnico que se ha alcanzado, sino que también es prueba del funcionamiento del motor diésel que ofrece altas prestaciones en condiciones difíciles cumpliendo una vez más con el recorrido histórico y su expresión del motor diésel en el proceso automotriz.

Figura 1: Motor diésel de Rudolf Diésel



Fuente: Tomada de la web https://es.wikipedia.org/wiki/Rudolf_Diesel

1.1 Motor Diésel

Un motor diésel básicamente es en el cual el encendido se produce por una alta temperatura que posibilita la compresión del aire al interior del cilindro de éste.

El motor diésel es un motor térmico que tiene por lo general combustión interna alternativa que se produce por la autoignición del combustible debido a altas temperaturas derivadas por la compresión que posee, según el principio del ciclo del diésel (Sergio, Anthony, & Abel, 2017).

En los motores que funcionan con gasóleo, la sobrealimentación da lugar a un aumento de la potencia como consecuencia de la reutilización de los gases de escape para accionar un turbocompresor, que se encarga de la compresión del aire de admisión antes de que llegue a la cámara de explosión, incrementando la presión y la densidad de este. Cuanta mayor cantidad de oxígeno haya, más fácil se vuelve conseguir una combustión perfecta y, como consecuencia de ello, una notable repotenciación del motor que, en algunos casos, puede llegar a ser de un 40% más que la potencia original.

Por otra parte, este sistema de sobrealimentación no solo permitirá conseguir una repotenciación del motor, sino que también favorecerá una combustión más completa; esta se traducirá, a su vez, en una menor cantidad de óxido puro en los gases de escape por cuanto la concentración de nitrógeno en los mismos será menor.

La evolución experimentada por la de la tecnología diésel ha permitido que aquellos motores sean cada vez más utilizados en aplicaciones industriales y de transporte, entre las que se encuentran el poco consumo específico de combustible, una baja concentración de contaminantes en los gases de escape (en especial el CO), la ausencia de compuestos de plomo y una relación peso potencia más eficiente gracias a la incorporación de los sistemas de sobrealimentación. Estas ventajas hacen al motor diésel el motor particularmente eficiente y

robusto, pero también el que presenta un control medioambiental más adecuado dentro del mundo de la motorización moderna.

Figura 2: Motor diésel



Fuente: tomada en la web <https://iasaglobal.com/ecuador/cuidado-de-un-motor-de-combustion/>

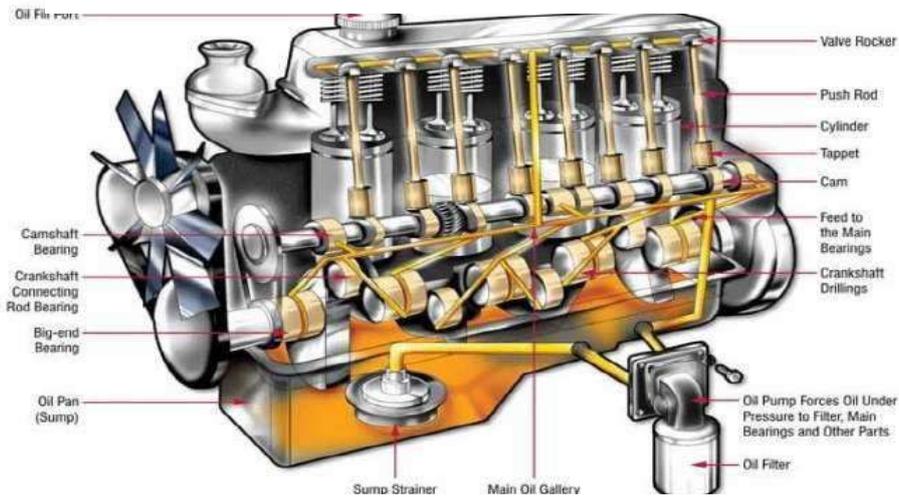
1.2 Funcionamiento del motor diésel.

Un motor diésel transforma la energía química del combustible en energía mecánica mediante un proceso de combustión interna. Esta combustión produce el movimiento de los pistones, lo que permite el funcionamiento de vehículos o distintos tipos de maquinaria.

El principal funcionamiento del motor diésel es cuando el aire se comprime en primer lugar en el cilindro, lo que aumenta su temperatura. Luego, se inyecta el combustible en el cilindro, donde se quema debido a la alta temperatura del aire comprimido. La combustión del diésel genera una gran cantidad de calor y presión, lo que provoca que el pistón se mueva hacia abajo, lo que a su vez transmite el movimiento al cigüeñal y al eje de transmisión (EMSA GENERATOR, 2024).

Actualmente, los motores diésel son muy útiles debido a su bajo consumo de combustible. En los últimos tiempos, ha aumentado considerablemente la demanda por este tipo de motores por parte de los usuarios. Sin embargo, también ha surgido malestar en algunos sectores, ya que el precio del diésel ha ido incrementándose progresivamente, acercándose al de la gasolina.

Figura 3: Funcionamiento del motor diésel



Fuente: tomada de la web <https://www.neptuno.es/funcionamiento-del-motor-diesel-parte-1>

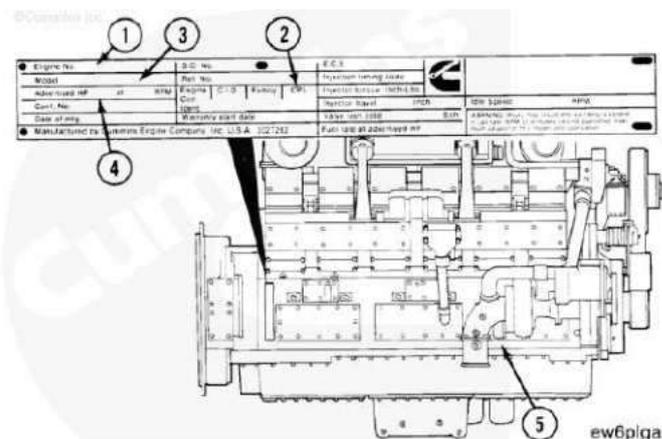
1.3 Identificación de un motor diésel

Se realiza mediante una placa remachada que se encuentra en el bloque del motor.

Contiene:

- 1) El número de serie del motor.
- 2) Lista de piezas de control.
- 3) Numero de modelo.
- 4) Clasificación de caballos de fuerza y clasificación RPM.

Figura 4: Identificación del motor diésel Cummins.



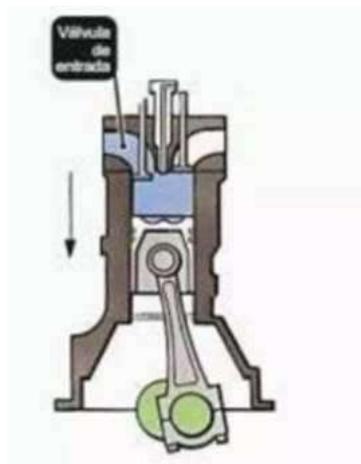
Fuente: tomada de la web <https://www.cummins-spareparts.com/es/cummins-diesel-engine-identification/>

1.4 Ciclo del motor diésel

1.4.1 Admisión

Es uno de los sistemas más importantes porque es principalmente por donde respira el motor y entonces es su forma de absorber por el turbo la cantidad de aire necesario para iniciar el ciclo, el cual debe estar protegido correctamente con un buen filtro que impida el ingreso del salitre, impureza e incluso del mismo hollín que producen los motores ya que se trata de un cuarto donde habrá más motores trabajando.

Figura 5: Admisión

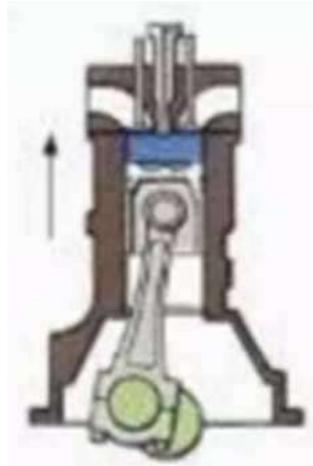


Fuente: tomada de la web <https://es.slideshare.net/slideshow/marco-teorico-motores-de-combustion-interna/150507423>

1.4.2 Compresión

Es un fragmento que pertenece al proceso que comienza cuando el motor oscila en su parte inferior más comúnmente conocido como el PMH la mezcla aire combustible ya está en la cámara y el pistón empieza a ascender comprimiendo la mezcla hasta que se lleva a cabo un volumen muy pequeño que puede ir entre 300 y 500 psi.

Figura 6: Compresión

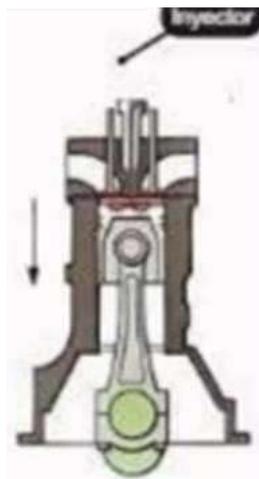


Fuente: tomada de la web <https://es.slideshare.net/slideshow/marco-teorico-motores-de-combustion-interna/150507423>

1.4.3 Explosión

En este momento, al abrirse la válvula, entra la mezcla aire-combustible de una forma pulverizada a través de los inyectores; después se cierran las válvulas, que el émbolo la comprime hasta llegar al volumen mínimo para la mezcla, sube la temperatura en la recámara hasta los 400 °C y da lugar a la explosión al encontrarse las válvulas cerradas el émbolo lo que hace es descender hasta el punto muerto inferior.

Figura 7: Explosión

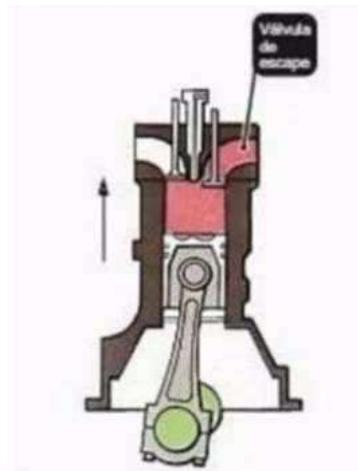


Fuente: tomada de la web <https://es.slideshare.net/slideshow/marco-teorico-motores-de-combustion-interna/150507423>

1.4.4 Escape

Existiendo el pistón a la altura del P.M.I. la válvula de escape se abre, se desplaza el pistón hacia el P.M.S., con lo que se expelen los gases del cilindro y la válvula de escape deja escapar los gases hacia el múltiple de salida, que está conectado a su vez al turbo. Con ello, los gases saldrán con fuerza, a su vez el turbo girará y aspirará aire limpio para introducir en el cilindro, mientras que por otra parte se escapan los gases de escape hacia fuera.

Figura 8: Escape



Fuente: tomada de la web <https://es.slideshare.net/slideshow/marco-teorico-motores-de-combustion-interna/150507423>

1.5 Combustible diésel

El combustible utilizado en los motores diésel es muy diferente al de nafta por lo que es menos refinado y tiene como resultado un líquido pesado, viscoso y menos volátil.

El combustible diésel se puede endurecer o solidificar en un clima muy frío. Esto se ve agravado por el hecho de que éste puede absorber pequeñas cantidades de agua, las cuales se pueden congelar. A su vez puede soportar un contenido de agua de hasta 50 o 60 partes por millón sin problema (MJ, 2019).

En los motores diésel, el combustible se inyecta directamente en la cámara de combustión, donde se mezcla con el aire previamente comprimido. La ignición ocurre de forma

espontánea debido a la elevada temperatura alcanzada por la compresión del aire, sin necesidad de una chispa, como sucede en los motores de gasolina. Este fenómeno se conoce como encendido por compresión.

Figura 9: Combustible diésel



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2. CAPITULO II: PARTES DEL MOTOR DIÉSEL

2.1 Block

El block del motor se considera de las principales e importante del motor completo. Está compuesta en su interior de varias piezas. Hay block de dos clases de materiales como son el de hierro fundido y aluminio.

Figura 10: Block del motor



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.2 Pistones

Los pistones son estructuras que se mueven de arriba hacia abajo, siendo fundamental. Poseen de 2 a 4 segmentos, el segmento superior se lo denomina de compresión y el inferior de engrase.

Figura 11: Pistón



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.3 Cigüeñal

Los cigüeñales son manivelas pequeñas que se utilizan una por cada pistón. El trabajo que realiza es convertir el movimiento lineal en un movimiento giratorio. Se ubican sobre los cojinetes principales del block.

Figura 12: Cigüeñal



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.4 Biela

La biela por su parte es un elemento mecánico que se lo puede someter a esfuerzos de tracción o compresión, el deber que toma es transmitir el movimiento articulando a otras partes de la máquina. Son elementos básicos en los motores de combustión interna.

Figura 13: Biela



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.5 Carter

También llamado sumidero, es el componente que cierra el block y donde se aloja la mayoría de parte del aceite.

Figura 14: Cártel



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.6 Bomba aceite

Las bombas de aceite lo que haces es conducir aceite de motor en un circuito presurizado, lubricando pistones y camisas de los cilindros del motor. Como plan importante de la bomba es reducir también los ruidos y refrigerar.

Figura 15: Bomba de aceite



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.7 Junta culata

Es esencial para que funciones correctamente un motor a diésel. Se sitúa entre la culata y el bloque del motor y su objetivo es evitar que el líquido refrigerante se ponga en contacto con el aceite del motor, mientras se hace el proceso de combustión.

Figura 16: Junta de culata



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.8 Culata

La culata o también llamada tapa del block de cilindros es la parte superior de un motor combustión interna y este permite el cierre de las cámaras de combustión. La construcción de esta pieza se da con los materiales de hierro fundido, aluminio o en aleación ligera y se une al block con tornillos y una junta. Se fabrican con estos dos materiales porque son de enfriamiento rápido.

Figura 17: Culata



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.9 Árbol de leva

Es un mecanismo que se forma por un eje en el que van colocadas distintas levas, tienen varias formas y tamaños, y están orientadas de diferente manera para activar mecanismo a intervalos repetitivos como lo son las válvulas.

Figura 18: Árbol de leva



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.10 Válvulas

Las válvulas es otro elemento del motor que tiene como función abrir y cerrar los conductos de admisión y escape de lo que son gases. Su trabajo fundamental en la combustión es la mezcla de aire-combustible. Su ubicación dentro del motor es en la tapa de cilindros y funcionan gracias a los resortes que empujan el árbol de levas.

Figura 19: Válvulas del motor



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.11 Tapa de Balancines

Pieza metálica o de aluminio que cierra la parte alta de lo que es la culata. Cumple el deber de proteger y facilitar el engrase de la distribución, también por ser la tapa lleva incorporado la boca del depósito de aceite o cárter.

Figura 20: Tapa de balancines



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.12 Inyector

Un inyector desempeña un papel crucial en el sistema de inyección de combustible al introducir una cantidad específica de combustible de manera pulverizada en la cámara de combustión. Su objetivo es lograr una distribución uniforme dentro del aire presente en la cámara.

Figura 21: Inyectores



Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

2.13 Bomba inyector

La bomba inyectora, o bomba de inyección, tiene la característica de aumentar la presión de un fluido (frecuentemente presente en los sistemas de inyección de combustibles como el diésel en los motores diésel). Este aumento de presión permite que, al ser inyectado en el motor, el combustible esté suficientemente pulverizado (lo que resulta esencial para que se produzca la inflamación espontánea, que es la base del ciclo en motores diésel, todo ello gracias a la alta temperatura de autoignición).

Figura 22: Bomba inyectora



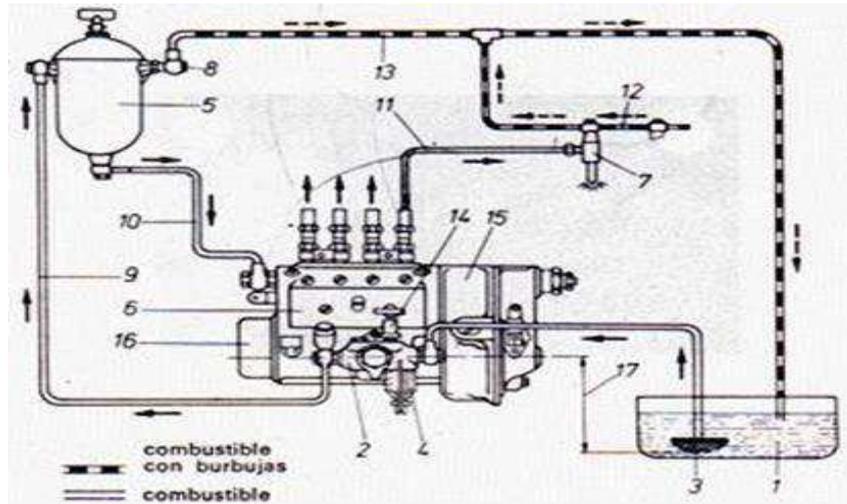
Fuente: tomada de la web <https://www.google.com/>

3. CAPITULO III: SISTEMAS DEL MOTOR DIÉSEL

3.1 Sistema de alimentación

El sistema de alimentación tiene la función de proporcionar el combustible necesario para el correcto funcionamiento del motor. Este sistema se divide en dos circuitos principales: el de baja presión y de alta presión.

Figura 23: Sistema de alimentación



Fuente: tomada de la web

<https://cperezautomotriz2013ctplm.blogspot.com/2012/09/inyeccion-diesel.htm>

1. Depósito de combustible.
2. Bomba de alimentación.
3. Filtro.
4. Prefiltros.
5. Filtro principal.
6. Bomba de inyección.
7. Inyector
8. Válvula de descarga.
9. Tubería de bomba a filtro.
10. Tubería de filtro a bomba de inyección.
11. Tubo de inyección.
12. Tubería de sobrante de inyectores.
13. Tubo de retorno.
14. Bomba de mano.
15. Regulador centrífugo.
16. Variador de avance de la inyección.
17. Altura máxima de aspiración

3.1.1 Circuito de baja presión

Este circuito tiene la metodología de llevar el combustible hasta la bomba de alta presión. Está formado por un tanque de almacenamiento de diésel, tuberías rígidas y flexibles

que conectan los diferentes elementos del sistema, y una bomba de alimentación que extrae el combustible del depósito. Luego de pasar por un filtro, el diésel es enviado directamente a la bomba de inyección a una presión aproximada de entre 1 y 2 bares.

Para evitar el incremento excesivo de presión en el circuito de alimentación se cuenta con una válvula de descarga que envía el sobrante de combustible hacia el depósito. Esta válvula puede montarse en la bomba de inyección como también en el filtro de combustible (Vargas & Cardenas, 2014).

3.1.2 Circuito de alta presión

La finalidad de este circuito es, por tanto, el de elevar la presión del combustible que se inyecta directamente en las cámaras de combustión, el cual está integrado por una bomba de inyección capaz de elevar la presión hasta los 2000 bares, en función de los parámetros de operación del motor; los inyectores que lo integran son los que se encargan, por tanto, de pulverizar el combustible en el interior de las cámaras de combustión, logrando una mezcla correcta con el aire.

3.2 Sistema de inyección

Para que el motor funcione correctamente, el combustible debe ser inyectado con precisión, en el momento adecuado y en la cantidad exacta, ya que de ello depende el rendimiento de los motores diésel. En este contexto, las condiciones de carga se definen de la siguiente manera:

- Pulverizar la cantidad combustible exacta, de acuerdo con las condiciones de funcionamiento del motor.
- Entregar el combustible en el momento preciso, asegurando una buena combustión evitando así la emisión de gases residuales.

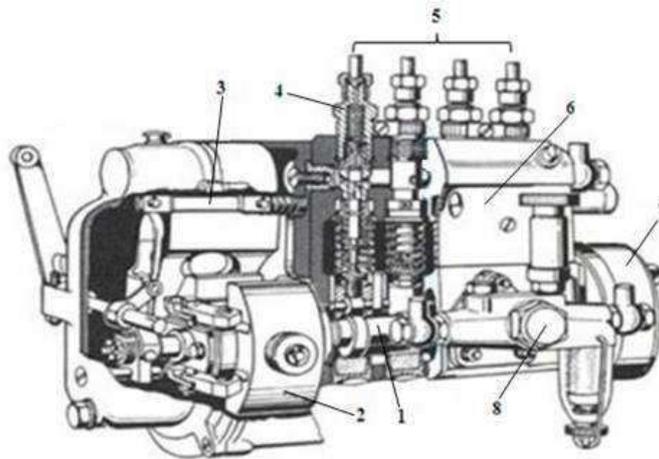
- La entrega de combustible se debe realizar variando el punto de inyección según el régimen del motor.
- Incrementar la presión de inyección de 1500 a 2000 bares garantizando una buena pulverización facilitando así la combustión.
- Facilitar el ingreso de las gotas de combustible en la cámara donde se encuentra el aire comprimido.
- Mezclar de manera uniforme el combustible con el aire caliente de la cámara de combustión.

En los motores Diesel de esto se encargan las bombas de inyección, que distribuyen el combustible a cada inyector en la cantidad exacta y en el momento preciso de acuerdo con las condiciones de marcha del motor. En los motores Diesel podemos encontrar dos tipos de grupos de bombas: bombas de elementos en línea y bombas rotativas (Arias-Paz, 2004, págs. 361-362).

3.2.1 Bombas de elementos en línea

Diseñadas por Robert Bosch, estas bombas de inyección en línea fueron muy utilizadas hasta la década de los 60, época en la que empezaron a ser sustituidas parcialmente por las bombillas rotativas. Aunque son robustas, su uso fue declinando debido a su gran tamaño, peso y escasa capacidad de funcionamiento a altas revoluciones; en la actualidad son más comunes en vehículos pesados.

Figura 24: Bomba de inyección en línea

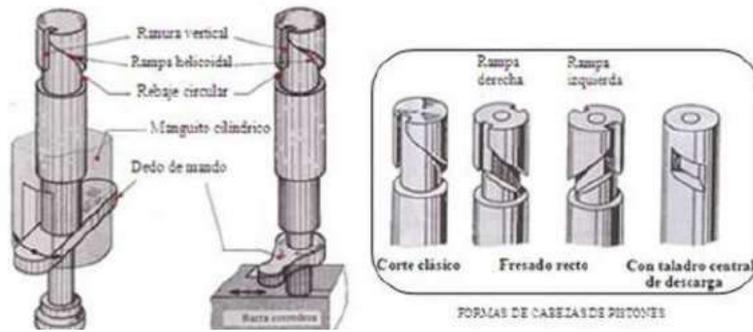


Fuente: sacada de la web <https://www.monografias.com/trabajos96/maquinaria-minera-ii/maquinaria-ii2>

1. Árbol de levas
2. Regulador centrífugo.
3. Barra de regulación.
4. Elemento de bomba.
5. Salidas a los inyectores.
6. Carcasa de bomba.
7. Variador de avance.
8. Bomba de alimentación

Este tipo de bomba cuenta con un elemento de bombeo independiente para cada cilindro del motor, compuesto por un pistón y un cilindro, todos alojados dentro de una carcasa común. Estos elementos reciben el movimiento del árbol de levas de la bomba, el cual es accionado por un impulsor de rodillo conectado al árbol de levas del motor. Dado que el árbol de levas gira a la mitad de la velocidad del cigüeñal, se produce una inyección de combustible por cada dos vueltas del cigüeñal (Vargas & Cardenas, 2014).

Figura 25: Pistón de bomba

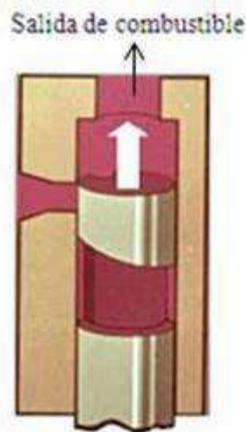


Fuente: sacada de la web <https://ww1.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm?usid=16&utid=38518049699>

3.2.2 Fase de inyección

Cuando el pistón inicia su carrera ascendente, su movimiento cierra la lumbrera de entrada de combustible, lo que provoca un rápido aumento de presión en el interior del cilindro. Esta presión fuerza al combustible a salir a través de las tuberías hacia los inyectores. Para que esto ocurra, la presión generada debe ser suficiente para superar la resistencia de la válvula de inyección, la cual está calibrada a altas presiones para asegurar una correcta pulverización del diésel (Arias-Paz, 2004, pág. 377).

Figura 26: Fase de inyección

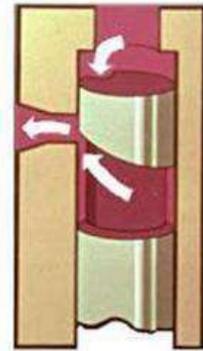


Fuente: sacada de la web <https://datoscaterpillar.blogspot.com/2012/11/bombas-de-inyeccion-la-funcion-de-la.html>

3.2.3 Fase de alivio

El proceso de inyección cesa en el momento que el pistón en su carrera ascendente descubre la lumbrera de ingreso de combustible haciendo que el combustible circule de regreso al múltiple de admisión aliviando la elevada presión.

Figura 27: Fase de alivio



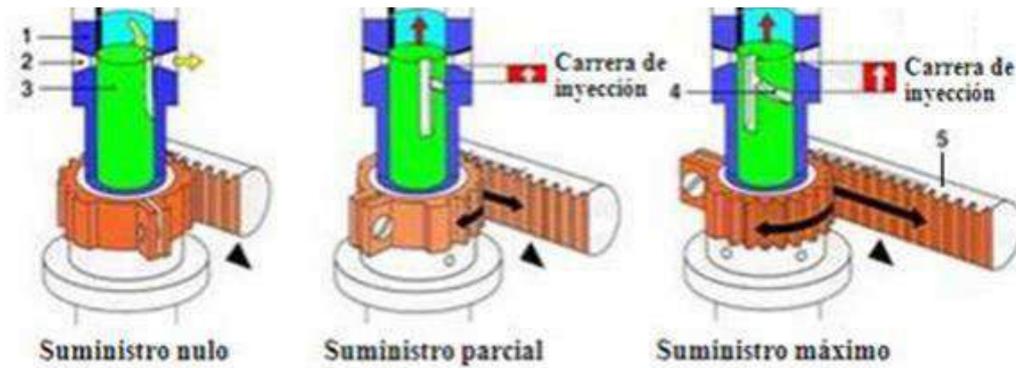
Fuente: sacada de la web <https://datoscatpillar.blogspot.com/2012/11/bombas-de-inyeccion-la-funcion-de-la.html>

3.2.4 Regulación de caudal de inyección

En este tipo de bombas, el caudal correspondiente al combustible inyectado resulta determinado por el recorrido del pistón desde la fase de admisión hasta la fase de alivio, cuando el pistón vuelve a descubrir la lumbrera de entrada. La longitud de este desplazamiento varía de acuerdo con las condiciones de trabajo del motor, permitiendo identificar tres modalidades del suministro de combustible.

- Inyección nula.
- Inyección parcial.
- Inyección máxima

Figura 28: Regulación del caudal inyectado



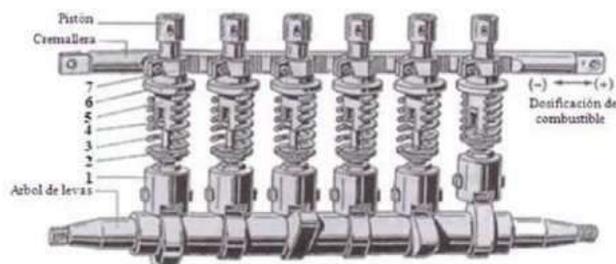
Fuente: sacada de la web

<http://www.tallerdemecanica.com/tallerbosch/cursos/bombas1/elementosdebombaellinea.html>

1. Cilindro de la bomba.
2. Lumbrera de admisión.
3. Pistón de la bomba.
4. Rampa sesgada.
5. Cremallera

La carrera del pistón la controla una cremallera que, dependiendo del sentido de su desplazamiento, permite alargar o acortar la carrera del pistón con lo cual se ajusta la norma de inyección regulando, así como la dosificación del combustible en función de poder hacer inyector más largo o corto según conveniente.

Figura 29: Dosificación del combustible

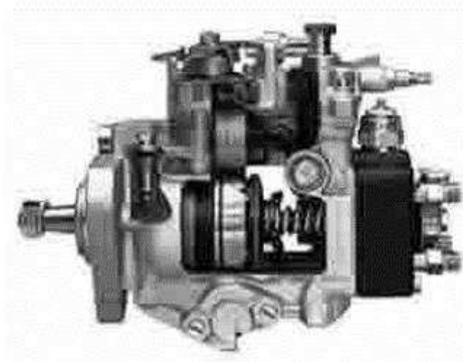


Fuente: sacada de la web <https://ww1.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm?usid=17&utid=38762951461>

3.2.5 Bombas rotatorias

Con el mismo propósito que las bombas de inyección en línea, las bombas rotativas, introducidas en la década de 1960, encontraron mayor aplicación en vehículos de pequeña cilindrada y con altos regímenes de revoluciones.

Figura 30: Bomba rotatoria Bosch del tipo VE



Fuente: sacada de la web <https://ww1.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm?usid=17&utid=38762951461>

3.3 Sistema de precalentamiento de la cámara de combustión.

Durante el arranque en frío de un motor diésel, parte del calor que se produce por el proceso de compresión pasa a las paredes del cilindro impidiendo que el combustible tome la temperatura de inflamabilidad necesaria para su encendido. Con el objeto de solucionar este problema, los motores diésel incorporan un sistema de precalentamiento que permite mejorar el motor en el proceso de arranque. Al calentar el aire en la cámara de combustión antes de arrancar el motor se consigue que tenga un buen encendido, evitar que el motor produzca un fenómeno de detonación prematura y reducir la emisión de gases contaminantes.

3.3.1 Bujía de precalentamiento

Por las características propias del funcionamiento de los motores diésel, en particular el arranque en ambos motores diésel posee dispositivos de precalentamiento, como calentadores o bujías de precalentamiento, que facilitan el arranque. Estos calentadores pueden

encontrarse atornillados a la culata de manera que queda sumergido su extremo calefactor en la precámara o en la cámara de combustión, dependiendo del diseño del motor. En algunos motores diésel el calentador incluso viene incluido en el colector de admisión, en cuyo caso se consigue calentar el aire antes de que entre en el cilindro.

Figura 31 Bujía de precalentamiento



Fuente: sacada de la web
<https://es.scribd.com/doc/25518870/Motores-Diesel>

Las bujías de precalentamiento se conectan a la batería a través de temporizadores que controlan el suministro de corriente durante un tiempo determinado. Estos dispositivos también informan al conductor, mediante una luz en el panel de instrumentos, el momento adecuado para arrancar el motor.

El proceso se activa cuando el conductor gira la llave de encendido, lo que permite el paso de corriente a los bornes de las bujías. Esto genera el calentamiento del extremo activo de las mismas, alcanzando temperaturas elevadas en un intervalo de entre 10 y 30 segundos.

3.4 Sistema del motor sobrealimentado

La potencia de los motores de combustión interna se relaciona con el combustible que entra al cilindro en la fase de admisión y que se quema en la cámara de combustión, de modo que para aumentar o mejorar el rendimiento de un motor diésel se hace imprescindible optimizar la cantidad de combustible que entra a los cilindros. En los motores diésel y Otto, el aumento de la potencia de los motores diésel se puede conseguir mediante distintos métodos:

aumentar el volumen de los cilindros, aumentar el número de cilindros o elevar el régimen de revoluciones del propio motor.

Figura 32 Turbocompresor



Fuente: sacada de la web
<http://bimmerscolombia.co/foro/index.php?topic=131.0>

3.5 Sistema de lubricación

Su función principal es disminuir la fricción entre las partes móviles del motor diésel. El aceite crea una fina película lubricante entre los componentes en movimiento, lo que reduce el desgaste. Además, cumple otras funciones importantes, entre ellas:

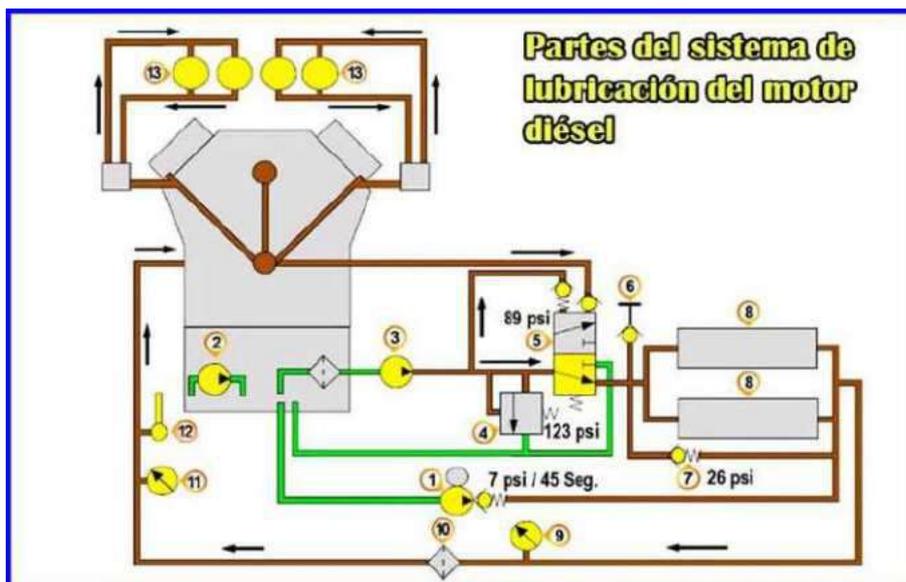
- Ayuda a enfriar el motor.
- Sella el espacio entre los pistones y los anillos para mantener la compresión de la cámara de combustión.
- Limpia el motor de las partículas contaminaste que se genera por el desgaste y la combustión, ejemplo el hollín.

3.5.1 Partes del sistema de lubricación

1. Bomba de pre-lubricación.
2. Bomba de barrido.
3. Carter de motor.
4. Bomba de aceite de motor.

5. Válvula de alivio.
6. Válvula reguladora.
7. Puerto de muestreo de aceite.
8. Válvula de derivación.
9. Enfriadores de aceite de motor.
10. Manómetro de aceite sin filtrar
11. Filtro de aceite de motor.
12. Manómetro de aceite filtrado.
13. Sensor de temperatura.
14. Turbocompresor.
15. Rejilla de succión.

Figura 33 Sistema de lubricación



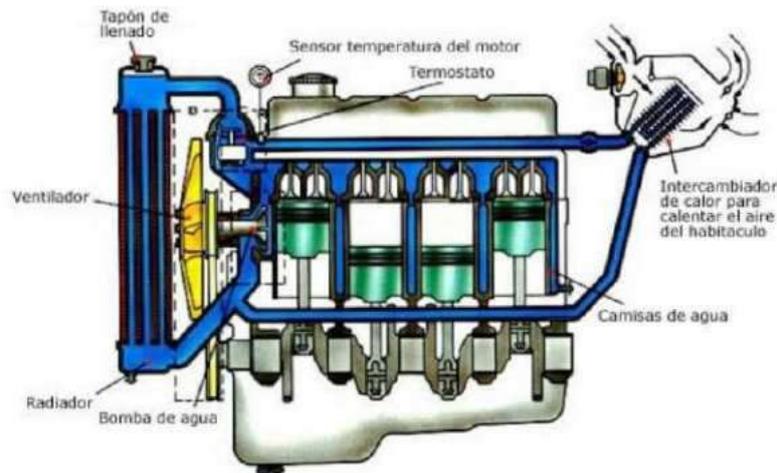
Fuente: sacada de la web <https://cursodeequipopesado.online/motor-diesel/sistema-de-lubricacion/>

3.6 Sistema de refrigeración

La combustión constante dentro del cilindro genera en los motores alternativos temperaturas muy elevadas, que oscilan entre los 1700 °C y 2500 °C. Este calor es absorbido por las paredes del cilindro, el pistón, la culata y las válvulas. Si estos componentes no cuentan

con una refrigeración adecuada, pueden sufrir daños severos que comprometerían gravemente el funcionamiento del motor (PRONAUTIC, 2023).

Figura 34 Sistema de refrigeración del motor



Fuente: sacada de la web <https://www.google.com/>

3.6.1 Enfriamiento en los motores marinos

La disipación del calor se logra a través de un fluido refrigerante, que puede ser líquido (como el agua) o gaseoso (como el aire), el cual circula alrededor de las superficies que deben enfriarse. De este modo, se distinguen dos tipos principales de sistemas de refrigeración: por aire y por agua. En los motores marinos, lo más habitual es utilizar refrigeración por agua.

En términos generales, el agua refrigerante ingresa al motor por la parte inferior del cilindro y sale por la parte superior. Este flujo ascendente permite evitar la formación de bolsas de vapor, asegurando una refrigeración uniforme y eficiente.

3.6.2 Funcionamiento del sistema de refrigeración indirecta

El agua circula por el motor a través de un circuito cerrado, pasando por uno o varios intercambiadores de calor donde se enfría el agua dulce que ha absorbido el calor del motor. Esta agua dulce, que suele estar muy caliente, es enfriada por agua salada que, a su vez,

generalmente pasa primero por otro intercambiador de calor para enfriar el aceite lubricante del motor (PRONAUTIC, 2023).

Un motor que funcione a temperaturas demasiado bajas puede sufrir desgaste prematuro en sus partes móviles y una combustión ineficiente, lo que podría causar daños irreparables.

El agua de mar circula por un circuito independiente: ingresa al barco por una toma de mar, pasa por un filtro ubicado en la caja de la toma, y es impulsada por una o varias bombas hacia un colector que distribuye el agua para circular por todos los intercambiadores y componentes necesarios, según la configuración del buque.

Por otro lado, el agua dulce ya sea agua destilada producida a bordo o agua mezclada con anticongelante circula desde un tanque mediante bombas hacia los distintos puntos de enfriamiento del motor.

3.7 Sistema de admisión y escape

Es el conjunto de componentes del motor que se encargan de asegurar el ingreso de aire limpio y frío para lograr una combustión eficiente. Además, permiten la salida de los gases de escape y utilizan el flujo de estos gases para accionar el turbocompresor, lo que incrementa la entrada de aire al motor y, en consecuencia, permite inyectar más combustible para aumentar la potencia (Sistema de admision y escape , 2024).

3.7.1 Partes del sistema de admisión y escape

Los componentes del sistema de admisión y escape son los siguientes:

- Filtros de aire (primarios y secundarios).
- Turbo compresor.
- Post enfriador o ATAAC.

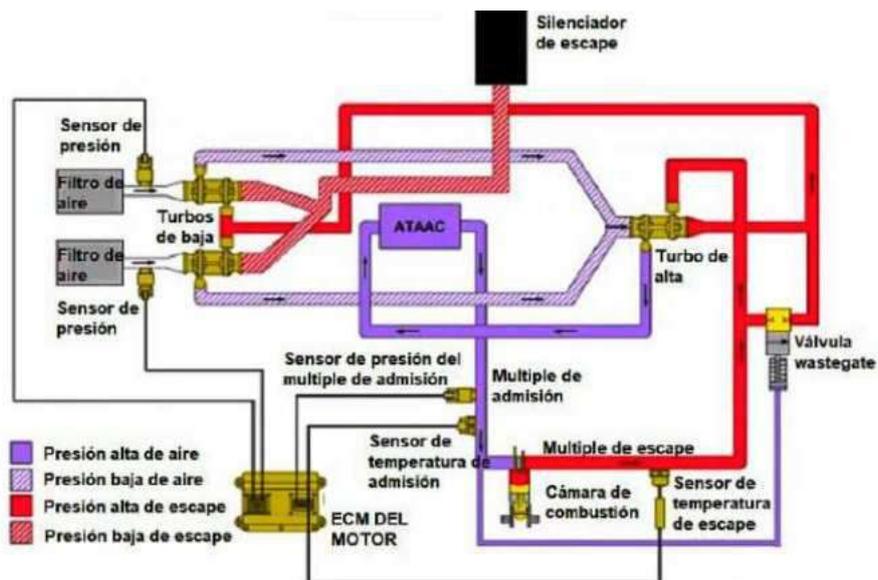
- Múltiple de admisión.
- Culata.
- Válvulas de admisión y escape.
- Múltiple de escape.
- Wastegate.
- Silenciador de escape

3.7.2 Componentes del sistema de admisión y escape de un motor diésel de maquinaria pesada

El sistema de admisión y escape de un motor diésel para maquinaria pesada es muy parecido al de los motores de gasolina, aunque la principal diferencia radica en el tamaño de sus componentes (Sistema de admision y escape , 2024).

En el siguiente diagrama, se pueden observar los elementos que conforman este sistema, así como el recorrido que sigue el aire y los gases de escape.

Figura 35 Sistema de admisión y escape



Fuente: sacada de la web <https://cursodeequipopesado.online/motor-diesel/sistema-de-admision-y-escape/>

4. CAPITULO IV: TIPOS DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR DIESEL

4.1 Mantenimientos en los motores diésel

El mantenimiento de un motor diésel es el conjunto de técnicas y procedimientos que se consideran preventivos o correctivos en su mantenimiento periódico, con la intención de garantizar un buen estado de operación, buena eficiencia y durabilidad del motor. Este proceso de mantenimiento incluye operaciones de inspección, ajuste, limpieza, cambio de piezas desgastadas, verificación de los sistemas de combustión, lubricación, refrigeración y admisión.

Los motores diésel, a pesar de que existen más motores, trabajan con relaciones de compresión más severas, producen altas temperaturas y presiones, por lo que requieren un mantenimiento más intensivo y específico. Una adecuada planificación del mantenimiento hace posible evitar fallos mecánicos, que se traduzca en una reducción del consumo de combustible y de emisiones contaminantes y que logre una buena duración del motor.

4.2 Tipos de mantenimiento de un motor diésel

4.2.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es entonces el tipo de mantenimiento que se realiza, de forma planificada y periódica, con la finalidad de prevenir fallos, averías o desgastes de los equipos, maquinarias o sistemas antes de que suceda. Su objetivo fundamental es el de prologar la vida útil de los activos, garantizar su correcto funcionamiento y disminuir el riesgo de paradas sobrevenidas que puedan afectar la productividad o la seguridad. Ejemplo de mantenimiento preventivo en motores diésel.

- **Cambio de Aceite y Filtros:** Reemplazar el aceite del motor y los filtros de aceite, combustible y aire a intervalos regulares es crucial para mantener el motor limpio y en buen estado.
- **Revisión del Sistema de Combustible:** Inspeccionar y limpiar los inyectores, la bomba de inyección, los filtros de combustible y el tanque de combustible para asegurar una correcta entrega del combustible.
- **Inspección del Sistema de Refrigeración:** Verificar el nivel y la calidad del refrigerante, revisar radiador, mangueras, bomba de agua y termostato para evitar el sobrecalentamiento.
- **Revisión del Sistema de Escape:** Inspeccionar el múltiple de escape, el silencioso y el tubo de escape en busca de fugas y daños.
- **Diagnóstico del Sistema Eléctrico:** Revisar el cableado, los conectores y las bujías incandescentes (si las tiene) para asegurar un buen funcionamiento.
- **Otros Mantenimientos:** Revisar correas, mangueras, ventilador, radiador, termostato, bomba de agua, tanque de expansión, entre otros, según sea necesario.

4.2.2 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es el mantenimiento realizado cuando se ha producido una avería o fallo en una máquina, sistema o equipo, con el fin de restituir su funcionamiento normal. En cierto sentido es una acción reactiva, es decir que se aplica cuando ya se ha producido el daño. Además, es preciso indicar que está planificado o no planificado en función de la criticidad de la avería o fallo que sufrió la maquinaria o equipo. Ejemplos del mantenimiento correctivo en los motores diésel.

- **Reparación de Fugas:** Sellar o reemplazar cualquier fuga de aceite, refrigerante o combustible.
- **Cambio de Piezas Desgastadas:** Reemplazar piezas desgastadas como pistones, aros, válvulas, asientos de válvula, etc., según sea necesario.
- **Reparación de Componentes Eléctricos:** Reparar o reemplazar componentes eléctricos dañados como bujías, sensores, etc.

4.2.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo consiste en una estrategia de mantenimiento fundamentada en la observación continuada o periódica del estado real de las máquinas utilizando técnicas de diagnóstico, con el objeto de predecir cuando tenga lugar una avería y operar justo antes de que tenga lugar la falla, eludido las detenciones y optimizando la eficiencia de los recursos. Ejemplo de mantenimiento predictivo en motores diésel.

- **Análisis de Aceite:** Realizar análisis de aceite para identificar signos de desgaste, contaminación o degradación del aceite.
- **Inspecciones Detalladas:** Realizar inspecciones detalladas de los componentes del motor para identificar posibles problemas antes de que causen fallas.
- **Uso de Herramientas de Diagnóstico:** Utilizar herramientas de diagnóstico para monitorear el estado del motor y detectar posibles problemas.

4.2.4 Mantenimiento TPM

El TPM es una metodología de mantenimiento sistémico que busca eliminar las pérdidas asociadas con las averías, las detenciones imprevistas, las deficiencias y los tiempos perdidos a partir de la colaboración del conjunto de los empleados en el mantenimiento y la mejora progresiva de los equipos.

- **Mantenimiento Autónomo:** El operador realiza inspecciones diarias: niveles de aceite, fugas, temperatura, presión.
- **Mantenimiento Planificado:** Cambio de filtros, aceite, inspección de inyectores, válvulas, turbos según horas de trabajo.
- **Mejoras enfocadas (Kaizen):** Identificación y corrección de causas recurrentes de fallas.
- **Capacitación del personal:** Formación técnica continua para operadores y mecánicos sobre motores diésel específicos.
- **Control de calidad:** Control de emisiones, consumo de combustible, ruido y vibraciones del motor.
- **Seguridad y medio ambiente:** Manejo adecuado de aceites usados.

4.2.5 Mantenimiento basado en la confiabilidad

El mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) de un motor diésel está orientado a percibir el concepto de la vida útil del mismo, además de disminuir sus niveles de fallas mediante un enfoque sistemático para el mantenimiento. Dicho enfoque permite analizar los modos de fallas potenciales, determinar sus efectos y causas, a partir de ahí, seleccionar las tareas de mantenimiento más efectivas para mitigar o prevenir las caídas del motor.

- **Análisis de fallas:** Es importante identificar los distintos problemas que pueden disminuir el desempeño del motor diésel.
- **Evaluación de la criticidad:** Nos permite enfocar los recursos técnicos y económicos en las fallas más críticas.
- **Desarrollo de estrategias de mantenimiento:** La combinación estratégica de mantenimiento preventivo y predictivo permite minimizar tiempos de paro y

costos operativos, garantizando un funcionamiento seguro y confiable del motor.

- **Implementación y seguimiento:** Este ciclo de ejecución y revisión asegura un mantenimiento efectivo y una gestión dinámica que responde a las condiciones reales del equipo.

Conclusiones

- Se concluye que la creación de un manual de instrucciones para llevar a cabo prácticas en la materia de motores marinos de la carrera de ingeniería marítima fue crucial para estandarizar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, el manual ayuda como referencia permanente, fortaleciendo la independencia del alumno, mejorando el trabajo en prácticas y garantizando la coherencia entre la teoría enseñada y la forma de practicar en el taller de motores, ayudando así a una formación más fuerte y enfocada a las necesidades del área marítima.
- La comprensión de los fundamentos generales del funcionamiento de un motor diésel y de las prácticas de mantenimiento mecánica constituyen un pilar esencial para el diagnóstico preciso. Tener este conocimiento general le permite aplicar procedimientos de inspección, de ajuste y de reparación siguiendo un criterio técnico adecuado en la seguridad del medio.
- El desarrollo de habilidades en el desmontaje y montaje del motor permitirá a los estudiantes aplicar correctamente procedimientos técnicos, fortaleciendo sus competencias prácticas y garantizando la ejecución de las tareas bajo normas de seguridad establecidas en las guías prácticas. Esto va a contribuir a una formación más sólida y a la preparación para enfrentar de manera eficiente situaciones reales en el ámbito marítimo.

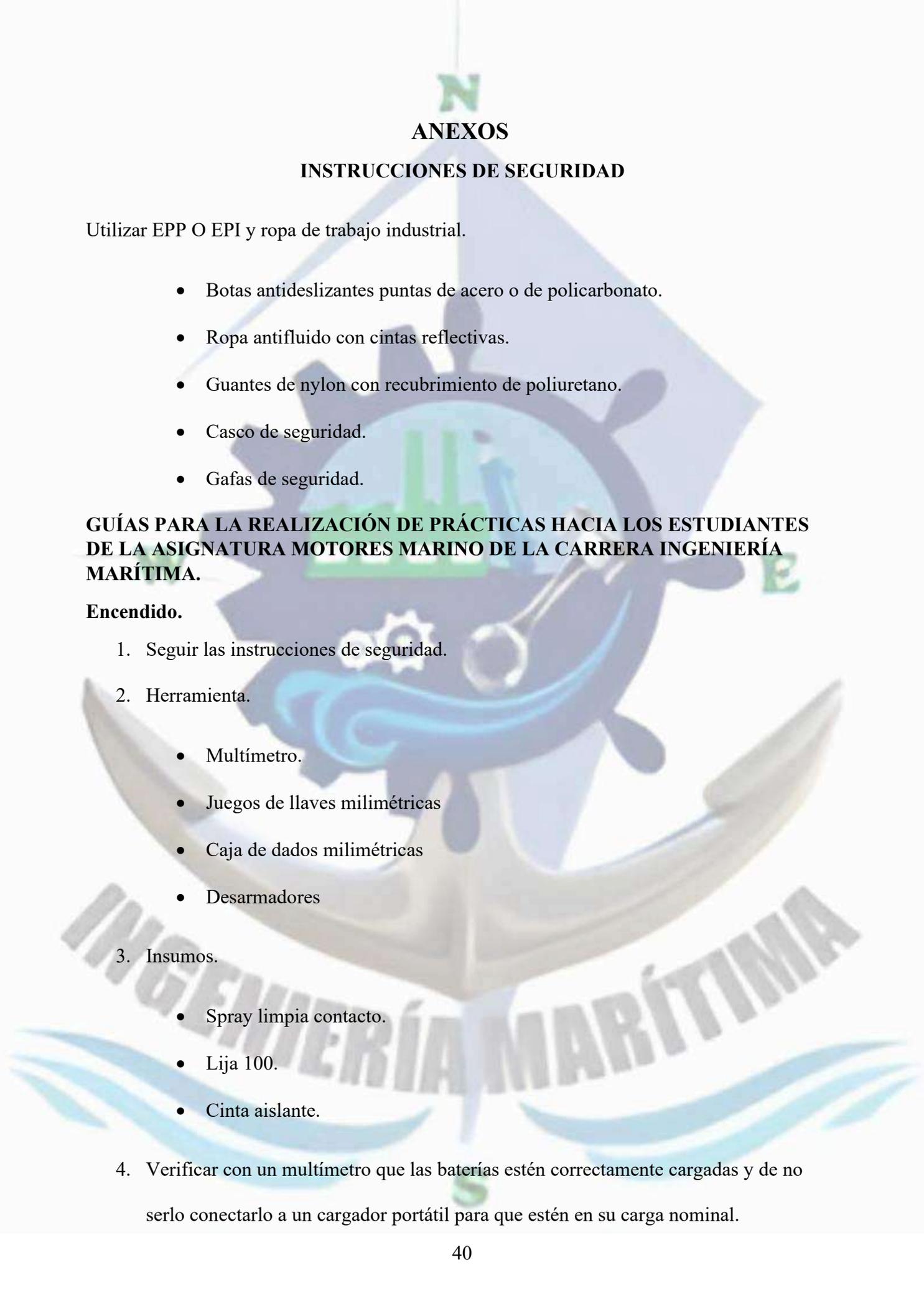
Recomendaciones

- Se recomienda mantener actualizado el manual de prácticas de Motores Marinos incorporando nuevas metodologías, herramientas y normas de seguridad vigentes, de modo que continúe siendo un recurso útil y pertinente para los estudiantes. Así mismo, es aconsejable complementar su uso con actividades prácticas supervisadas que refuercen la autonomía del alumno y fortalezcan la integración entre la teoría y la práctica en el taller de motores.
- Se recomienda fortalecer la formación teórico y práctico con el fin de garantizar diagnósticos más precisos y la correcta aplicación de procedimientos de inspección, ajuste y reparación bajo criterios técnicos y de seguridad.
- Se recomienda que los estudiantes continúen reforzando sus habilidades en el desmontaje y montaje de motores mediante prácticas constantes y guiadas, ya que la experiencia directa no solo fortalece sus competencias técnicas, sino que también les brinda seguridad, confianza y responsabilidad al momento de enfrentar retos reales en el ámbito marítimo.

Bibliografía

- Arias-Paz, M. (2004). *Manueal de automoviles* . Madrid : CiE .
- Curso de maquinaria pesada*. (21 de febrero de 2024). Obtenido de https://cursodeequipopesado.online/motor-diesel/sistema-de-admision-y-escape/#google_vignette
- EMSA GENERATOR*. (2024 de Junio de 2024). Obtenido de <https://www.emsa.gen.tr/es/soporte/preguntas-frecuentes/que-es-un-motor-diesel-cual-es-su-principio-de-funcionamiento>
- Leonardo, J. (28 de abril de 2020). *Blog desguaces Alcala*. Obtenido de <https://www.desguacesalcala.com/blog/las-partes-que-componen-un-motor-diesel/>
- MJ, S. (18 de junio de 2019). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/SaulMJ/marco-teorico-motores-de-combustion-interna>
- Pacheco, S. C. (2007). *Motores diesel* . Barranquilla : ITSA.
- PRONAUTIC*. (27 de Enero de 2023). Obtenido de <https://pronautictc.com/funcionamiento-motor-diesel-marino/>
- Q, O. (2 de junio de 2023). *Ubicalo*. Obtenido de <https://www.ubicalo.com.mx/blog/compresion-del-motor/>
- Sergio, A. M., Anthony, S. H., & Abel, C. C. (2017). *El motor diesel* . TECSUP .
- Vargas, S., & Cardenas, J. (2014). *Dspace*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/6a5280a1-bd23-46a3-b673-9362804f9b5a/content>
- Castaños, J. A. (2006). *Motores térmicos. Volumen II: Motores de combustión interna alternativos*. Ediciones UPC.
- Benito, J. M. (2010). *Motores diésel: Tecnología y mantenimiento*. Marcombo.
- González, J. A. (2008). *Motores de combustión interna alternativos*. Paraninfo.
- Noriega, R. (2014). *Motores diésel: Principios de funcionamiento, componentes y diagnóstico*. Alfaomega.

- Domínguez, M. (2009). Motores de combustión interna: Fundamentos, componentes y sistemas auxiliares. McGraw-Hill Interamericana.
- Marín, A. (2012). Manual práctico del motor diésel. Editorial Síntesis.
- Instituto Nacional de Aprendizaje (INA – Costa Rica). (2017). Manual de reparación de motores diésel.
- Rodríguez, C. J. (2015). Diagnóstico y reparación de motores diésel. Ediciones CEAC.
- Heywood, J. B. (1988). Motores de combustión interna alternativos. McGraw-Hill.
- Martínez Díaz, M. Á. (2015). Motores térmicos. Motores de combustión interna alternativos. Editorial Paraninfo.
- Bosch, R. (2005). Manual del automóvil: Tecnología de motores diésel. Robert Bosch GmbH.
- Carbajo, J. J. (2003). Motores de combustión interna alternativos: teoría, diseño y cálculo. Editorial Reverté.
- Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA. (2012). Cartilla de motores diésel. SENA. Obtenido de <https://www.sena.edu.co>
- INACAP. (2010). Motores de combustión interna. Instituto Profesional INACAP.



ANEXOS

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Utilizar EPP O EPI y ropa de trabajo industrial.

- Botas antideslizantes puntas de acero o de policarbonato.
- Ropa antifluido con cintas reflectivas.
- Guantes de nylon con recubrimiento de poliuretano.
- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad.

GUÍAS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS HACIA LOS ESTUDIANTES DE LA ASIGNATURA MOTORES MARINO DE LA CARRERA INGENIERÍA MARÍTIMA.

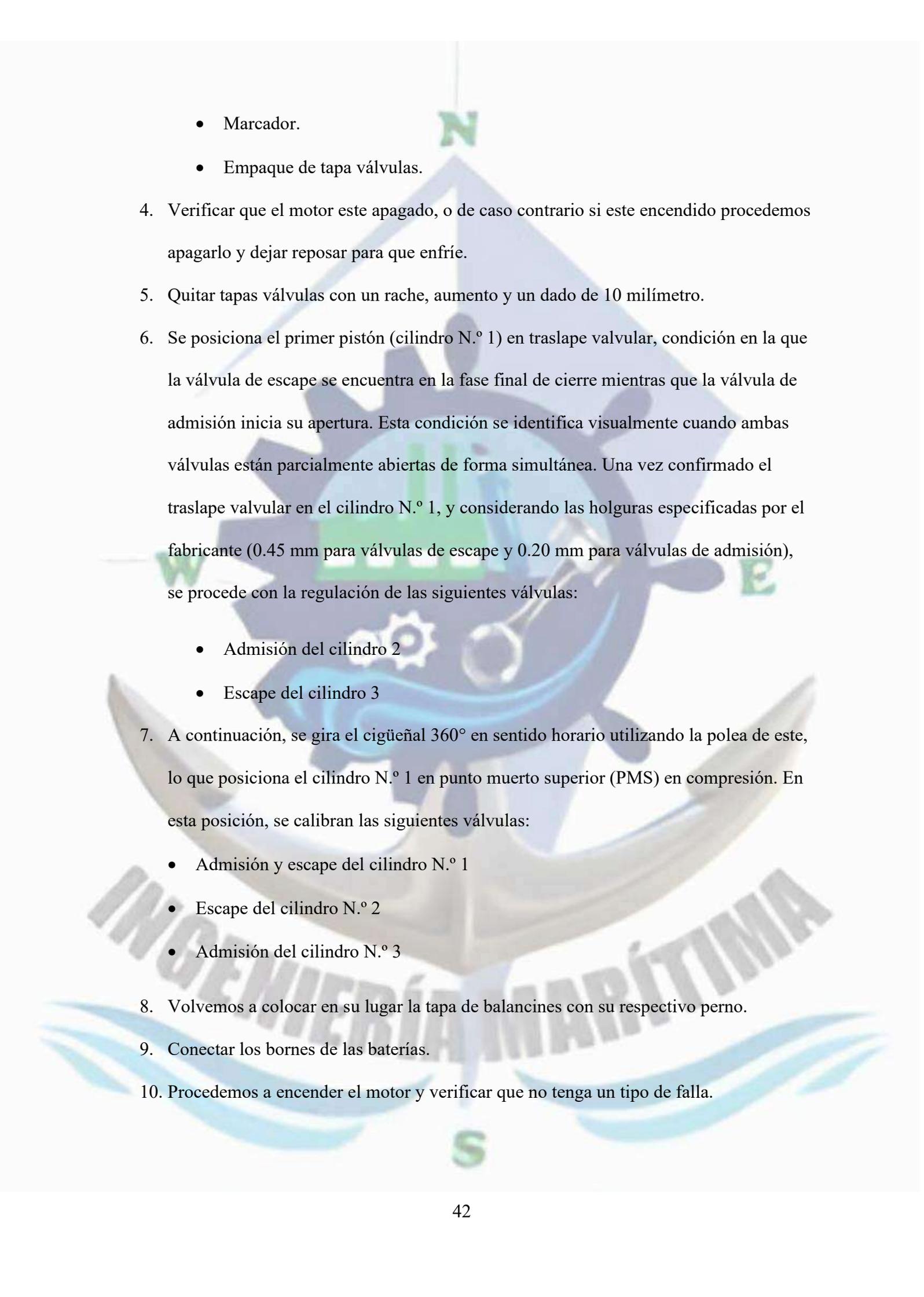
Encendido.

1. Seguir las instrucciones de seguridad.
2. Herramienta.
 - Multímetro.
 - Juegos de llaves milimétricas
 - Caja de dados milimétricas
 - Desarmadores
3. Insumos.
 - Spray limpia contacto.
 - Lija 100.
 - Cinta aislante.
4. Verificar con un multímetro que las baterías estén correctamente cargadas y de no serlo conectarlo a un cargador portátil para que estén en su carga nominal.

5. Revisar el combustible que este más arriba de $\frac{1}{4}$ en la caneca y que las mangueras se encuentren sumergidas en el combustible para evitar fallas.
6. Observar que la torre de enfriamiento este encendida y recirculando, verificar que las válvulas de la toma agua estén abierta.
7. Hay que asegurar que el nivel de aceite esté dentro de los rangos recomendados para evitar daños al motor por falta o exceso de lubricante.
8. Realizar una inspección técnica alrededor del motor verificando visualmente la ausencia de fugas de fluidos operativos.
9. Es fundamental hacer una evaluación técnica del área circundante al motor, con el fin de garantizar condiciones seguras de operación y prevenir riesgos mecánicos, eléctricos o ambientales.
10. Con todos los parámetros verificados, se procede al encendido del motor, observando un régimen estable sin ruidos anómalos ni fallos de funcionamiento.
11. Observar que no haya ningún tipo de liqueo de los fluidos del motor durante el encendido.

Calibración de válvula.

1. Seguir las instrucciones de seguridad.
2. Herramienta.
 - Juego de llaves milimétricas.
 - Caja de dado milimétricas.
 - Desarmadores.
 - Galgas de calibración.
3. Insumos.
 - Waipe.

- 
- Marcador.
 - Empaque de tapa válvulas.
4. Verificar que el motor este apagado, o de caso contrario si este encendido procedemos apagarlo y dejar reposar para que enfríe.
 5. Quitar tapas válvulas con un rache, aumento y un dado de 10 milímetro.
 6. Se posiciona el primer pistón (cilindro N.º 1) en traslape valvular, condición en la que la válvula de escape se encuentra en la fase final de cierre mientras que la válvula de admisión inicia su apertura. Esta condición se identifica visualmente cuando ambas válvulas están parcialmente abiertas de forma simultánea. Una vez confirmado el traslape valvular en el cilindro N.º 1, y considerando las holguras especificadas por el fabricante (0.45 mm para válvulas de escape y 0.20 mm para válvulas de admisión), se procede con la regulación de las siguientes válvulas:
 - Admisión del cilindro 2
 - Escape del cilindro 3
 7. A continuación, se gira el cigüeñal 360° en sentido horario utilizando la polea de este, lo que posiciona el cilindro N.º 1 en punto muerto superior (PMS) en compresión. En esta posición, se calibran las siguientes válvulas:
 - Admisión y escape del cilindro N.º 1
 - Escape del cilindro N.º 2
 - Admisión del cilindro N.º 3
 8. Volvemos a colocar en su lugar la tapa de balancines con su respectivo perno.
 9. Conectar los bornes de las baterías.
 10. Procedemos a encender el motor y verificar que no tenga un tipo de falla.

Cigüeñal, chapa de bancada y biela.

1. Seguir las instrucciones de seguridad.
2. Desconectar baterías y verificar la ausencia de corriente en el cable negativo y positivo del arranque.
3. Evacuar aceite del motor.
4. Herramienta
 - Cajas de dado milimétrica.
 - Juego de llaves.
 - Desarmadores y espátula.
 - Torquímetro.
 - Micrómetro y pie de rey.
 - Faja de sacar filtro.
5. Insumos.
 - Empaquetaduras de cartel y orrin de la bomba de aceite.
 - Silicon de alta temperatura Loctite 5699.
 - Waipe.
 - Aceite lubricante de clase CC o superior (Servicio de Clasificación API).
 - Filtro de aceite.
 - Prueba plastigage del cigüeñal.
6. Desmontar el cárter inferior extrayendo los pernos de fijación con herramienta apropiada, asegurando el vaciado total del aceite y evitando daños en la superficie de asentamiento.

7. Ejecutar el desmontaje de la bomba de aceite retirando los pernos de anclaje y desacoplando el conjunto del bloque motor, evitando daños en los engranajes de arrastre y superficies de contacto.
8. Aflojar gradualmente los pernos de la tapa de biela en secuencia cruzada, con herramienta adecuada, para evitar tensiones que generen deformaciones en la biela o pernos.
9. Retirar las tapas de biela y cojinetes, verificando su condición y espesor con micrómetro, registrando su posición original para el posterior montaje.
10. Inspeccionar los muñones del cigüeñal verificando ausencia de desgaste, rayaduras o daño superficial.
11. Aflojar los pernos de la tapa de bancada con herramienta adecuada, aplicando par inverso para liberar sujeción.
12. Retirar las tapas de bancada del cigüeñal, conservando la central en su posición.
13. Verificar el espesor de los cojinetes de bancada con micrómetro y comprobar visualmente ausencia de rayaduras.
14. Inspeccionar los muñones de bancada verificando ausencia de desgaste y rayaduras.
15. Verificar el estado de los separados de bronce o media lunas con el micrómetro.
16. Ejecutar limpieza exhaustiva y confirmar la permeabilidad de los orificios de lubricación.
17. Instalar bancadas en orden original, lubricar chapas con aceite y asegurar que la muesca esté orientada hacia la bomba de inyección.
18. Con el torquímetro darle 100 lb de ajuste a los pernos de la chapa de bancada.
19. Lubricar e instalar chapas de biela, asegurando que la muesca quede orientada hacia la bomba de inyección.
20. Con el torquímetro darle 80 lb de ajuste a los pernos de la chapa de biela.

21. Montar bomba de aceite y cedazo con su empaque correspondiente.
22. Instalar empaque y cárter en su posición correspondiente.
23. Verificar que el nivel de aceite esté dentro de los rangos recomendados para prevenir daños por lubricación insuficiente o excesiva.
24. Conectar los bornes de las baterías.
25. Es fundamental realizar una evaluación técnica del área circundante al motor, con el fin de garantizar condiciones seguras de operación.
26. Con todos los parámetros verificados, se procede al encendido del motor.

Camisas, pistones y rines.

1. Seguir las instrucciones de seguridad.
2. Desconectar baterías y verificar la ausencia de corriente en el cable negativo y positivo del arranque.
3. Evacuar aceite del motor.
4. Herramienta
 - Cajas de dado milimétricas.
 - Juego de llaves.
 - Desarmadores, espátula y lijas 180.
 - Torquímetro.
 - Faja de pistones.
 - Pinzas para meter rines.
5. Insumos.
 - Waipe.
 - Filtro de aceite.
 - Aceite lubricante de clase CC o superior (Servicio de Clasificación API).

- Empaquetadura completa de cabezote, camisas y cartel.
 - Silicona Loctite 5699.
6. Retirar los pernos con la herramienta adecuada para sacar las tapas válvulas.
 7. Desajustar los pernos del sistema de escape y admisión.
 8. Retirar los pernos con la herramienta adecuada para sacar las barras de balancines.
 9. Retirar varilla empujadora de balancines.
 10. Aflojar pernos de cabezote y retirar el cabezote.
 11. Retirar el aceite del motor.
 12. Proceder con el desmontaje del cárter inferior del motor, retirando los pernos de sujeción mediante herramienta adecuada, asegurando el drenaje completo del lubricante y evitando la deformación de la superficie de sellado.
 13. Ejecutar el desmontaje de la bomba de lubricación, extrayendo los pernos de fijación y desacoplando cuidadosamente el conjunto del bloque motor, asegurando no dañar los engranajes impulsores ni las superficies de apoyo.
 14. Aflojar progresivamente los pernos de sujeción de la tapa de biela utilizando la herramienta especificada, siguiendo un patrón cruzado para evitar esfuerzos desiguales que puedan provocar deformaciones en la biela o en el perno.
 15. Retirar pistones para verificar su estado y revisar rines.
 16. Retirar las camisas del motor y verificar su estado.
 17. Hacer limpieza tanto del cabezote como en la parte superior del block y también internamente donde van las camisas.
 18. Limpiar pistones y poner en posición sus rines nuevos si es necesario. (Primer rin en posición con el pasador de pistón, segundo rin 180° y tercer rin 90°).
 19. Colocar camisas de pistones con sus respectivos orrin nuevos.

20. Colocar pistones en su posición correcta y verificar que la muesca apunte hacia la bomba de inyección.

21. Colocar chapa de biela con sus respectivos pernos y torquear a 100 lb.

22. Colocar empaque del cabezote con sus respectivo ferrules de agua.

23. Colocar cabezote con sus respectivos pernos y torquear con 80 lb.

24. Colocar barras de balancines y torquear a 80 lb.

25. Colocar sistema de escape y admisión.

26. Poner en tiempo el motor y verificando que la bomba de inyección esté en punto.

11. Se posiciona el primer pistón (cilindro N.º 1) en traslape valvular, condición en la que la válvula de escape se encuentra en la fase final de cierre mientras que la válvula de admisión inicia su apertura. Esta condición se identifica visualmente cuando ambas válvulas están parcialmente abiertas de forma simultánea. Una vez confirmado el traslape valvular en el cilindro N.º 1, y considerando las holguras especificadas por el fabricante (0.45 mm para válvulas de escape y 0.20 mm para válvulas de admisión), se procede con la regulación de las siguientes válvulas:

- Admisión del cilindro 2
- Escape del cilindro 3

A continuación, se gira el cigüeñal 360° en sentido horario utilizando la polea de este, lo que posiciona el cilindro N.º 1 en punto muerto superior (PMS) en compresión. En esta posición, se calibran las siguientes válvulas:

- Admisión y escape del cilindro N.º 1
- Escape del cilindro N.º 2
- Admisión del cilindro N.º 3

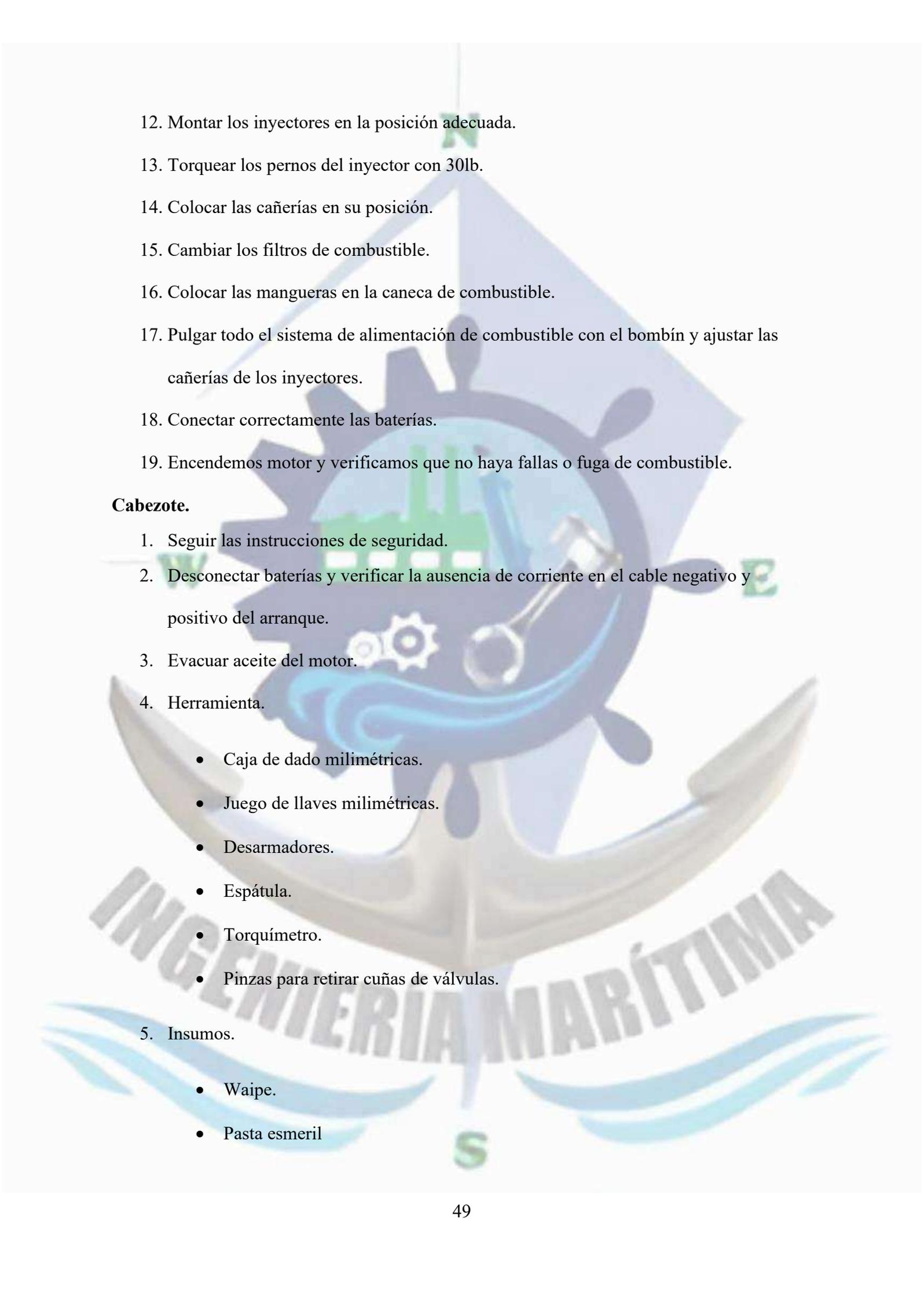
27. Volvemos a colocar en su lugar la tapa de balancines con su respectivo perno.

28. Conectar correctamente las baterías.

29. Procedemos a encender el motor.

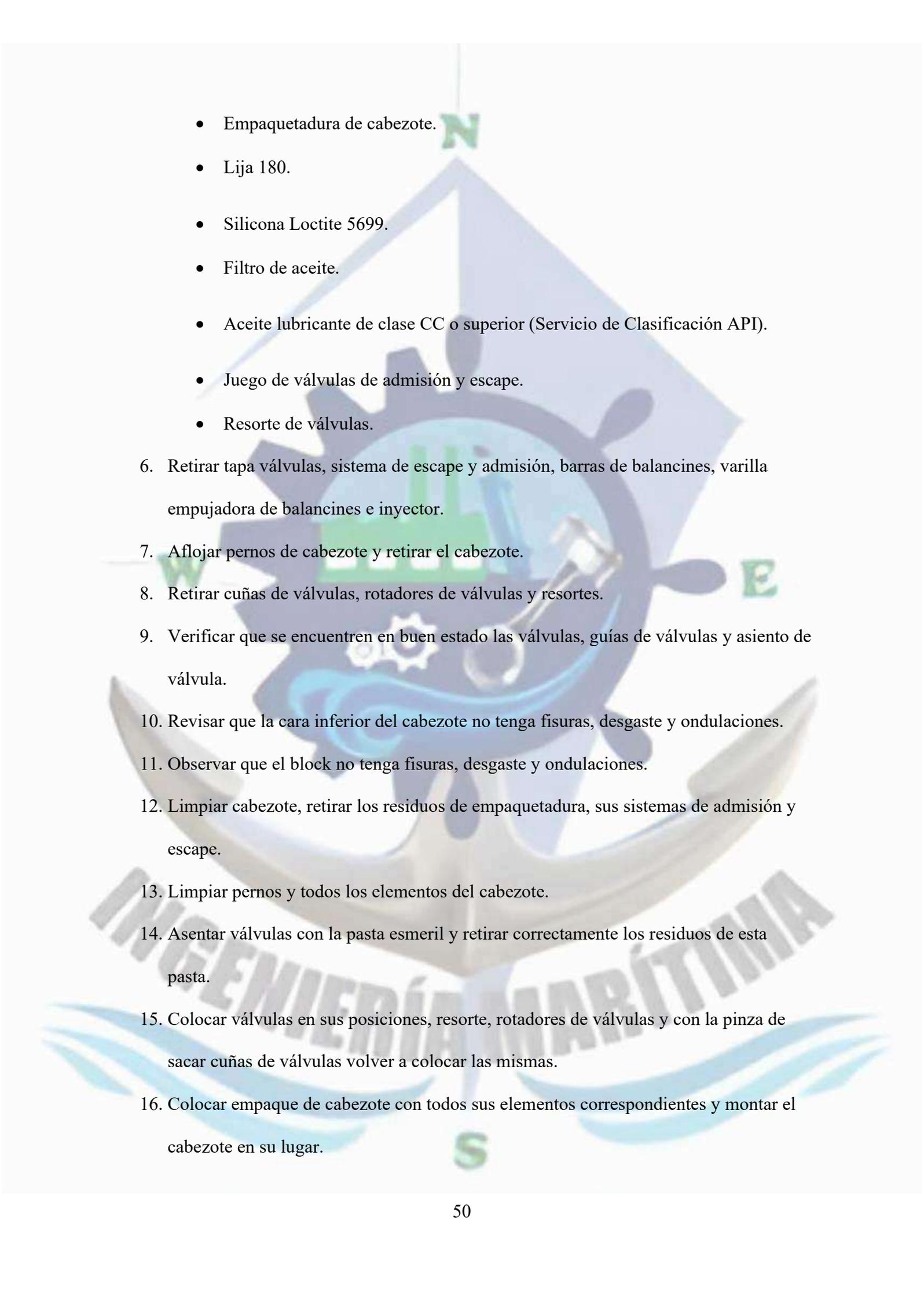
Mantenimiento de inyectores.

1. Seguir las instrucciones de seguridad.
2. Desconectar baterías y verificar la ausencia de corriente en el cable negativo y positivo del arranque.
3. Herramienta.
 - Juego de llaves milimétricas.
 - Caja de dados milimétricas.
 - Torquímetro.
 - Extractor de inyectores
 - Limpiadora de inyectores ultrasonido.
4. Insumos.
 - Waípe.
 - Spray limpiador de inyector.
 - Orrin de inyectores.
 - Filtro de combustible.
5. Cerrar línea de alimentación de combustible.
6. Retirar las cañerías de combustible de los inyectores.
7. Desmontar los inyectores del cabezote con el extractor de inyectores.
8. Hacer limpieza de los inyectores con spray limpiadores de inyectores.
9. Una vez que están desmontados se procede a montarlos en la maquina limpiadora de inyectores y ultrasonido.
10. Verificar los parámetros en la maquina ultrasonido.
11. Hacer una buena limpieza en la capsula del inyector.

- 
12. Montar los inyectores en la posición adecuada.
 13. Torquear los pernos del inyector con 30lb.
 14. Colocar las cañerías en su posición.
 15. Cambiar los filtros de combustible.
 16. Colocar las mangueras en la caneca de combustible.
 17. Pulgar todo el sistema de alimentación de combustible con el bombín y ajustar las cañerías de los inyectores.
 18. Conectar correctamente las baterías.
 19. Encendemos motor y verificamos que no haya fallas o fuga de combustible.

Cabezote.

1. Seguir las instrucciones de seguridad.
2. Desconectar baterías y verificar la ausencia de corriente en el cable negativo y positivo del arranque.
3. Evacuar aceite del motor.
4. Herramienta.
 - Caja de dado milimétricas.
 - Juego de llaves milimétricas.
 - Desarmadores.
 - Espátula.
 - Torquímetro.
 - Pinzas para retirar cuñas de válvulas.
5. Insumos.
 - Waipe.
 - Pasta esmeril

- 
- Empaquetadura de cabezote.
 - Lija 180.
 - Silicona Loctite 5699.
 - Filtro de aceite.
 - Aceite lubricante de clase CC o superior (Servicio de Clasificación API).
 - Juego de válvulas de admisión y escape.
 - Resorte de válvulas.
6. Retirar tapa válvulas, sistema de escape y admisión, barras de balancines, varilla empujadora de balancines e inyector.
 7. Aflojar pernos de cabezote y retirar el cabezote.
 8. Retirar cuñas de válvulas, rotadores de válvulas y resortes.
 9. Verificar que se encuentren en buen estado las válvulas, guías de válvulas y asiento de válvula.
 10. Revisar que la cara inferior del cabezote no tenga fisuras, desgaste y ondulaciones.
 11. Observar que el block no tenga fisuras, desgaste y ondulaciones.
 12. Limpiar cabezote, retirar los residuos de empaquetadura, sus sistemas de admisión y escape.
 13. Limpiar pernos y todos los elementos del cabezote.
 14. Asentar válvulas con la pasta esmeril y retirar correctamente los residuos de esta pasta.
 15. Colocar válvulas en sus posiciones, resorte, rotadores de válvulas y con la pinza de sacar cuñas de válvulas volver a colocar las mismas.
 16. Colocar empaque de cabezote con todos sus elementos correspondientes y montar el cabezote en su lugar.

17. Colocar pernos de cabezote con un torque de 80 lb.
18. Colocar inyectores, varillas elevadoras y barras de balancines torquedadas a 80 lb.
19. Colocar sistema de escape y admisión.
20. Poner en tiempo el motor y verificando que la bomba de inyección esté en punto.
12. Se posiciona el primer pistón (cilindro N.º 1) en traslape valvular, condición en la que la válvula de escape se encuentra en la fase final de cierre mientras que la válvula de admisión inicia su apertura. Esta condición se identifica visualmente cuando ambas válvulas están parcialmente abiertas de forma simultánea. Una vez confirmado el traslape valvular en el cilindro N.º 1, y considerando las holguras especificadas por el fabricante (0.45 mm para válvulas de escape y 0.20 mm para válvulas de admisión), se procede con la regulación de las siguientes válvulas:

- Admisión del cilindro 2
- Escape del cilindro 3

A continuación, se gira el cigüeñal 360° en sentido horario utilizando la polea de este, lo que posiciona el cilindro N.º 1 en punto muerto superior (PMS) en compresión. En esta posición, se calibran las siguientes válvulas:

- Admisión y escape del cilindro N.º 1
- Escape del cilindro N.º 2
- Admisión del cilindro N.º 3

21. Volvemos a colocar en su lugar la tapa de balancines con su respectivo perno.
22. Conectar los bornes de las baterías.
23. Procedemos a encender el motor.
24. Revisar los manómetros de temperatura de agua, presión de aceite y diésel.

Cambio de aceite y filtros.

1. Seguir las instrucciones de seguridad.

2. Herramientas.

- Faja para sacar filtro.
- Caja de dados milimétrica.

3. Insumos.

- Waipe.
- Filtro de aceite.
- Aceite lubricante de clase CC o superior (Servicio de Clasificación API).
- Arandela de cobre del tapón del cartel.

4. Drenamos el aceite del motor.

5. Cerramos línea de combustible

6. Retiramos filtro de aceite y combustible.

7. Retiramos filtro racor y drenamos el residuo de los mismo.

8. Colocamos el tapón del cárter del motor.

9. Colocamos los filtros de combustible y aceite llenos.

10. Colocamos filtro de racor y abrimos las líneas de combustibles para llenarlas totalmente.

11. Colocamos aceite del motor limpio y comprobamos el nivel de aceite con la bayoneta.

12. Encendemos el motor.



Tomando medidas para la base del motor.



Cortando con la pulidora las medidas correspondientes de la base del motor.



Soldando la base del motor



Haciendo orificios en una placa metálica



Las placas fueron incorporadas a nuestra base y el motor



Montaje de nuestro motor en la base.

TNE

YANMAR

MANUAL DE SERVICIO

MOTORES INDUSTRIALES DIESEL

series MODELO **TNE**



INTRODUCCIÓN

Este manual describe el procedimiento de mantenimiento y servicio de los motores industriales Yanmar de la serie TNE (con cámara de pre-combustión SWIRL [que denominaremos "sistema de combustión indirecta"] y sistemas de combustión directa).

Antes de iniciar el servicio y mantenimiento de un motor TNE, le rogamos lea detenidamente este manual y tenga en consideración que un motor TNE estándar puede diferir tanto en estructura como en especificación aplicable de los motores instalados en máquinas individuales (como generadores, bombas, compresores, etc).

Para más información, lea detenidamente los manuales proporcionados con cada máquina.

Este manual de servicio está sujeto a modificaciones, con o sin previo aviso, con respecto a su estructura y contenido de mantenimiento, debido a mejoras en la calidad del motor.

Antes de empezar a trabajar

Para poder trabajar eficientemente, deberá realizar la siguiente preparación:

1. Revisión del historial del cliente.

- (1) Fecha de la última revisión.
- (2) En qué mes fué realizado el último servicio, qué problemas hubo y cuál es el historial de ese motor.

2. Control de piezas en stock.

- (1) Revisión del stock de piezas que se utilizan, de piezas que hay que cambiar, etc. necesarias para el servicio.
- (2) Provisión de una lista de revisiones, despiece y tarjeta de piezas.

3. Provisión de un control de servicios.

- (1) Plan del tiempo de trabajo.
 - (2) Hoja de revisiones (incluyendo piezas usadas).
 - (3) Datos de medida de las piezas
 - (4) Datos y calidad de rendimiento
- } (para mantener funcionamiento y calidad)

4. Herramientas para desensamblaje y montaje.

- (1) Herramientas.
- (2) Utensilios de medición.
- (3) Otros instrumentos y equipo necesarios para el servicio.



Este producto ha sido desarrollado, diseñado y producido de acuerdo con el Sistema de Estándares de Calidad ISO 9001 (Organización Internacional de Estandarización) en las siguientes instituciones autorizadas: JMI (Instituto de Inspección de Maquinaria y Metales de Japon), BSI (Institución Británica de Estándares) y EQNET (Red Europea para Certificación y "ASSESSMENT" de Sistemas de Calidad).

Certificado bajo los siguientes estándares:
ISO 9001 - 1987 / BS 5750: Parte 1 : 1987 /
EN 29001 - 1987 / JIS Z9901 - 1991

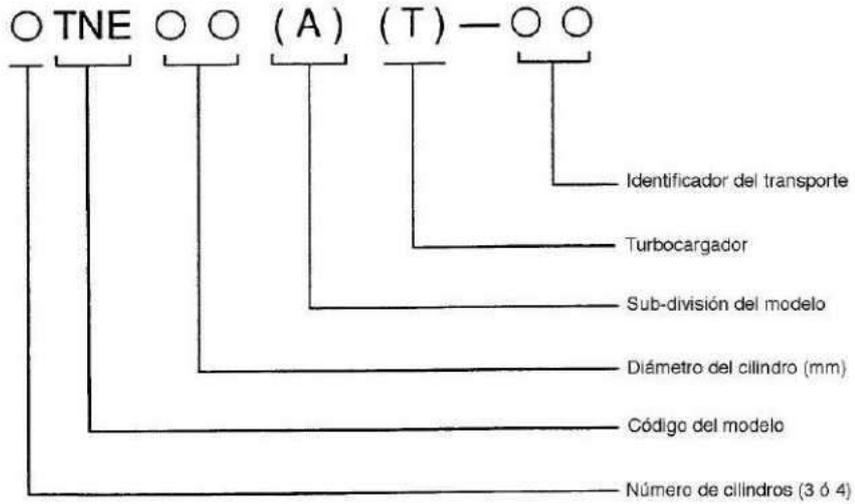
ÍNDICE

1. Características y rendimiento	1-1
1-1 2TNE68	1-1
1-2 3TNE68	1-2
1-3 3TNE74	1-3
1-4 3TNE78A	1-4
1-5 3TNE82A	1-5
1-6 3TNE82	1-6
1-7 3TNE84	1-7
1-8 3TNE88	1-8
1-9 4TNE82	1-9
1-10 4TNE84	1-10
1-11 4TNE88	1-11
1-12 3TNE84T	1-12
1-13 4TNE84T	1-13
2. Partes del motor	2-1
2-1 Sistema de inyección indirecta	2-1
2-2 Sistema de inyección directa	2-2
3. Agua de refrigeración, aceite lubricante y combustible	3-1
3-1 Agua de refrigeración	3-1
3-2 Aceite lubricante	3-2
3-3 Combustible	3-3
4. Diagnóstico de problemas	4-1
4-1 Causas y remedios	4-1
4-2 Diagnóstico mediante la medición de la presión de compresión	4-3
5. Herramientas especiales para el servicio e instrumentos de medición	5-1
5-1 Herramientas especiales para el servicio	5-1
5-2 Instrumentos de medición	5-3
6. Medición, inspección y ajuste	5-1
6-1 Medición de la presión de compresión	6-1
6-2 Ajuste del huelgo de la culata	6-3
6-3 Revisión de la tensión de la correa V	6-4
6-4 Medición y revisión de la presión de inyección y patrones de pulverización de la válvula de inyección de combustible	6-4
6-5 Revisión y ajuste de los intervalos de inyección de combustible	6-8
6-6 Ajuste de revoluciones a carga máxima y a ralentí	6-10
6-7 Revisión del sistema de refrigeración y fugas de agua en el radiador	6-10
6-8 Revisión de la batería	6-11
6-9 Revisión de los sensores	6-13
6-10 Revisión de la refrigeración del aceite	6-14
6-11 Revisión de la boquilla de refrigeración del pistón	6-15

7. Procedimientos de medición, Datos de servicio y Correcciones	7-1
7-1 Culata	7-1
7-2 Bloque del cilindro	7-7
7-3 Balancín	7-10
7-4 Pistón y segmentos	7-12
7-5 Biela	7-17
7-6 Árbol de levas	7-20
7-7 Cigüeñal	7-22
7-8 Engranaje	7-25
7-9 Bomba trocoidal	7-27
8. Desmontaje y ensamblaje	8-1
4-1 Desmontaje	8-1
4-2 Precauciones antes y durante el ensamblaje	8-6
9. Datos de servicio	9-1
9-1 Culata	9-1
9-2 Bloque del cilindro	9-2
9-3 Balancín	9-2
9-4 Pistón	9-3
9-5 Segmentos	9-4
9-6 Biela	9-5
9-7 Árbol de levas	9-5
9-8 Cigüeñal	9-5
9-9 Huelgo lateral y huelgo de las piezas	9-6
9-10 Otros	9-6
10. Par de apriete	10-1
10-1 Tuercas y tornillos principales	10-1
10-2 Tuercas y tornillos estándar	10-1
11. Bomba de inyección para el sistema de inyección indirecta	11-1
11-1 Despiece (Tipo YPFR)	11-1
11-2 Desmontaje	11-2
11-3 Inspección	11-3
11-4 Ensamblaje	11-5
12. Bomba de inyección para el sistema de inyección directa	12-1
12-1 Despiece (Tipo YPES)	12-1
12-2 Herramientas especiales para el desmontaje y ensamblaje	12-2
12-3 Desmontaje	12-2
12-4 Inspección	12-3
12-5 Ensamblaje	12-5

13. Regulador	13-1
13-1 Despiece del regulador para el sistema de inyección indirecta	13-1
13-2 Despiece del regulador para el sistema de inyección directa	13-2
13-3 Desmontaje	13-3
13-4 Inspección	13-7
13-5 Ensamblaje	13-9
14. Turboalimentador	14-1
14-1 Especificaciones	14-1
14-2 Construcción	14-1
14-3 Método de ajuste de la válvula de presión	14-3
14-4 Despiece del turbocargador (con válvula de presión)	14-5
14-5 Par de apriete	14-6
14-6 Estándares de servicio	14-6
15. Información de servicio para la normativa CARB ULG	15-1
15-1 Etiquetas de control de emisiones	15-1
15-2 Limitación de las revoluciones máximas y mínimas	15-8
15-3 Limitación del volumen de inyección	15-8
Anexo Ilustración 1. Despiece del motor	A-1
Anexo Ilustración 2. Despiece del motor	A-2

Desglose descriptivo del nombre del motor



Categoría de aplicaciones

Código de aplicación	Utilización	Tipo de revoluciones del motor	Velocidad de revoluciones (rpm)
CL	Generador	Constante	1500 / 1800
CH			3000 / 3600
VM	Uso general	Variable	2000 ~ 3000
VH			3000 ~ 3600

* Para las categorías de aplicaciones descritas en el Capítulo 1, Especificaciones y Rendimiento

1. Características y rendimiento

1-1 2TNE68

• **Condiciones de salida:** Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mmAq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	2TNE68											
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	–	VM				CH			VH				
	Tipo	–	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua											
	Sistema de combustión	–	Cámara especial de pre-combustión turbulenta											
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	2 – 68 x 72											
	Desplazamiento	l	0,523											
	Orden de encendido	–	1 – 2											
	Velocidad de revoluciones	rpm	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3000	3600	3200	3400	3600	
	Potencia	continua	kW (HP)	–	–	–	–	–	–	7,72 (10,5)	9,12 (12,4)	–	–	–
		máxima	kW (HP)	5,74 (7,8)	6,25 (8,5)	6,84 (9,3)	7,43 (10,1)	7,94 (10,8)	8,46 (11,5)	8,46 (11,5)	10,0 (13,6)	8,68 (11,8)	9,19 (12,5)	9,64 (13,1)
	Velocidad máxima sin carga ⁺³⁰ ₀	rpm	2180	2375	2570	2780	2970	3180	3180	3780	3425	3640	3850	
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 800						≤ 1500			≤ 800		
	Sentido de la rotación	–	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)											
	Toma de fuerza	–	Volante											
	Ratio de compresión	–	23,0											
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	14 \pm 1						16 \pm 1					
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm ²)	3,24 \pm 0,1 a 250 rpm (33 \pm 1) a 250 rpm											
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm ²)	11,8 ^{+1,0} ₀ (120 ^{+1,0} ₀)											
	Gasoil recomendado	–	ISO 8217 BMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)											
	Sistema de lubricación	–	Lubricación forzada por bomba trocoidal											
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l	1,6 / 0,6						2,3 / 1,0					
	Aceite recomendado	–	Grado API clase CC o superior											
	Sistema de refrigeración	–	Líquida / radiador											
	Capacidad agua refrigeración	l	0,6 (sólo para el motor)											
	Ventilador (nº cuchillas x dia.)	mm	Tipo descarga, 5 x ϕ 290											
	Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	ϕ 95 / ϕ 85											
	Regulador	–	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)											
Sistema de encendido	–	Eléctrico												
Dimensiones (l x an x al)	mm	373,5 x 417 x 498 383,5 x 417 x 498						383,5 x 403 x 540			373,5 x 417 x 540 383,5 x 417 x 540			
Peso en seco	kg	55 / 65						65			55 / 65			
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador (velocidad total)	Dif ^o vel. transitoria	%		≤ 12				≤ 10			≤ 12		
		Banda vel. ralenti	%		≤ 9	≤ 8	≤ 7	≤ 6	≤ 5			≤ 7		
	total)	Tiempo recuperación	sec		≤ 6									
		Fluctuación revol.	rpm		≤ 30				≤ 20			≤ 30		
	Presión aceite	Funcionamiento estipulado	MPa (kgf / cm ²)		0,25 \pm 0,05 (2,5 \pm 0,5)		0,29 \pm 0,05 (3,0 \pm 0,5)			0,34 \pm 0,05 (3,5 \pm 0,5)				
Ralenti		MPa (kgf / cm ²)		$\geq 0,06$ ($\geq 0,6$)										

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales

Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante

Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1-2 3TNE68

* Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	3TNE68											
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	–	VM					CH		VH				
	Tipo	–	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua											
	Sistema de combustión	–	Cámara especial de pre-combustión turbulenta											
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	6 – 68 x 72											
	Desplazamiento	l	0,784											
	Orden de encendido	–	1 – 3 – 2 – 1											
	Velocidad de revoluciones	rpm	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3000	3600	3200	3400	3600	
	Potencia	continua	kW (HP)	–	–	–	–	–	–	11,7 (15,7)	13,7 (18,4)	–	–	–
		máxima	kW (HP)	8,6 (11,5)	9,4 (12,6)	10,3 (13,8)	11,2 (15,0)	12,0 (16,1)	12,9 (17,3)	12,9 (17,3)	15,1 (20,2)	13,1 (17,6)	13,8 (18,5)	14,5 (19,4)
	Velocidad máxima sin carga ⁺⁵⁰ ₀	rpm	2180	2375	2570	2780	2970	3180	3180	3780	3455	3670	3890	
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 800					≤ 1500		≤ 800				
	Sentido de la rotación	–	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)											
	Toma de fuerza	–	Volante											
	Radio de compresión	–	23,0											
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	14 ± 1					16 ± 1						
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm²)	3,24 ± 0,1 a 250 rpm (33 ± 1) a 250 rpm											
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm²)	11,8 ^{+1,0} ₀ (120 ^{+1,0} ₀)											
	Gasóleo recomendado	–	ISO 8217 BMA, BS 2889 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)											
	Sistema de lubricación	–	Lubricación forzada por bomba trocoidal											
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l	2,4 / 1,0					3,0 / 1,0						
Aceite recomendado	–	Grado API clase CC o superior												
Sistema de refrigeración	–	Líquida / radiador												
Capacidad agua refrigeración	l	0,9 (sólo para el motor)												
Ventilador (nº cuchillas x dia.)	mm	Tipo empuje, 5 x ø 310												
Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	ø 105 / ø 85												
Regulador	–	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)												
Sistema de encendido	–	Eléctrico												
Dimensiones (l x an x al)	mm	463,5 x 401 x 496 473,5 x 401 x 496					473,5 x 401 x 496		463,5 x 401 x 496 473,5 x 401 x 496					
Peso en seco	kg	70 / 81					81		70 / 81					
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador (velocidad total)	Dif ^o vel. transitoria	%		≤ 12			≤ 10		≤ 12				
		Banda vel. ralenti	%		≤ 9	≤ 8	≤ 7	≤ 6	≤ 5	≤ 8				
	Fluctuación revol.	Tiempo recuperación	sec		≤ 6									
		Fluctuación revol.	rpm		≤ 30			≤ 20		≤ 30				
	Presión aceite	Funcionamiento estipulado	MPa	0,25 ± 0,05		0,29 ± 0,05		0,34 ± 0,05						
(kgf / cm²)			(2,5 ± 0,5)		(3,0 ± 0,5)		(3,5 ± 0,5)							
Ralenti		MPa	≥ 0,06											
		(kgf / cm²)	(≥ 0,6)											

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales

Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante

1-2 Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1-3 3TNE74

• **Condiciones de salida:** Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	3TNE74											
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	–	VM				CH			VH				
	Tipo	–	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua											
	Sistema de combustión	–	Cámara especial de pre-combustión turbulenta											
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	3 – 74 x 78											
	Desplazamiento	l	1,006											
	Orden de encendido	–	1 – 3 – 2 – 1											
	Velocidad de revoluciones	rpm	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3000	3600	3200	3400	3600	
	Potencia	continua	kW (HP)	–	–	–	–	–	–	15,1 (20,2)	17,4 (23,3)	–	–	–
		máxima	kW (HP)	11,00 (14,8)	12,1 (16,2)	13,2 (17,7)	14,3 (19,2)	15,5 (20,8)	16,6 (22,3)	16,6 (22,3)	19,1 (25,6)	16,6 (22,3)	17,1 (22,9)	17,7 (23,7)
	Velocidad máxima sin carga ⁺⁵⁰	rpm	2180	2375	2570	2780	2970	3180	3180	3780	3455	3670	3890	
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 800						≤ 1500			≤ 800		
	Sentido de la rotación	–	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)											
	Toma de fuerza	–	Volante											
	Ratio de compresión	–	23,0											
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	14 \pm 1						16 \pm 1					
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm ²)	3,43 \pm 0,1 a 250 rpm (35 \pm 1) a 250 rpm											
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm ²)	11,8 ^{+1,0} ₀ (120 ^{+1,0} ₀)											
	Gasoil recomendado	–	ISO 8217 BMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)											
	Sistema de lubricación	–	Lubricación forzada por bomba trocoidal											
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l	2,4 / 1,0						3,3 / 1,4					
	Aceite recomendado	–	Grado API clase CC o superior											
	Sistema de refrigeración	–	Líquida / radiador											
	Capacidad agua refrigeración	l	0,9 (sólo para el motor)											
Ventilador (nº cuchillas x dia.)	mm	Tipo empuje, 5 x ø 310						Tipo empuje, 6 x ø 335						
Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	ø 110 / ø 85						ø 110 / ø 97						
Regulador	–	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)												
Sistema de encendido	–	Eléctrico												
Dimensiones (l x an x al)	mm	469,1 x 440 x 502 476,6 x 440 x 502						476,6 x 440 x 502			469,1 x 440 x 502 476,6 x 440 x 502			
Peso en seco	kg	85 / 102						100			85 / 100			
RENDIMIENTO	Rendim ^{to} regulador	Dif ^o vel. transitoria	% ≤ 12											
		Banda vel. ralenti	%	≤ 9	≤ 8	≤ 7	≤ 6	≤ 5	≤ 8					
	(velocidad total)	Tiempo recuperación	sec	≤ 6										
		Fluctuación revol.	rpm	≤ 30						≤ 20			≤ 30	
	Presión aceite	Funcionamiento estipulado	MPa (kgf / cm ²)	0,25 \pm 0,05 (2,5 \pm 0,5)			0,29 \pm 0,05 (3,0 \pm 0,5)			0,34 \pm 0,05 (3,5 \pm 0,5)				
Ralenti		MPa (kgf / cm ²)	$\geq 0,06$ ($\geq 0,6$)											

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales

Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante

Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1. Características y rendimiento

1-3 3TNE78A * Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	3TNE78A												
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	—	CL	VM						CH	VH				
	Tipo	—	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua												
	Sistema de combustión	—	Sistema de inyección directa												
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	3 – 78 x 84												
	Desplazamiento	l	1,204												
	Orden de encendido	—	1 – 3 – 2 – 1												
	Velocidad de revoluciones	rpm	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3600	3200	3400	3600	
	Potencia	continua	kW (HP)	9,1 (12,2)	10,8 (14,5)	—	—	—	—	—	—	18,0 (24,1)	21,0 (28,2)	—	—
		máxima	kW (HP)	9,9 (13,3)	11,9 (16,0)	13,2 (17,7)	14,6 (19,6)	15,9 (21,3)	17,2 (23,1)	18,5 (24,8)	19,9 (26,7)	19,9 (26,7)	23,2 (31,1)	20,5 (27,5)	21,6 (29,0)
	Velocidad máxima sin carga ⁺⁵⁰	rpm	1575	1870	2180	2375	2570	2780	2970	3180	3150	3745	3455	3670	3890
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 1200			≤ 800						≤ 1500		≤ 800	
	Sentido de la rotación	—	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)												
	Toma de fuerza	—	Volante												
	Ratio de compresión	—	18,0												
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	10 ± 1	12 ± 1	14 ± 1	16 ± 1	24 ± 1	18 ± 1	20 ± 1	24 ± 1					
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm ²)	3,14 ± 0,1 a 250 rpm (32 ± 1) a 250 rpm												
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm ²)	19,6 ^{+1,0} ₀ (200 ^{+1,0} ₀)												
	Gasoil recomendado	—	ISO 8217 DMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)												
	Sistema de lubricación	—	Lubricación forzada por bomba trocoidal												
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l	3,6 / 1,3						5,0 / 1,7						
Aceite recomendado	—	Grado API clase CC o superior													
Sistema de refrigeración	—	Líquida / radiador													
Capacidad agua refrigeración	l	1,8 (sólo para el motor)													
Ventilador (nº cuchillas x dia.)	mm	Tipo empuje, 6 x ø 335													
Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	ø 120/ø 90			ø 110/ ø 110										
Regulador	—	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)													
Sistema de encendido	—	Eléctrico													
Dimensiones (l x an x al)	mm	553 x 489 x 565			520,5 x 489 x 565 528 x 489 x 565						528 x 489 x 565		520,5 x 489 x 565 528 x 489 x 565		
Peso en seco	kg	138			112 / 128						124		112 / 124		
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador	Dif ^a vel. transitoria	%	≤ 10	≤ 8	≤ 12						≤ 10	≤ 8	≤ 12	
		Banda vel. ralenti	%	≤ 5	≤ 4	≤ 9	≤ 8	≤ 7	≤ 6	≤ 5	≤ 4	≤ 8			
	(velocidad total)	Tiempo recuperación	sec	≤ 5			≤ 6						≤ 5		≤ 6
		Fluctuación revol.	rpm	≤ 15			≤ 25						≤ 30		
	Presión aceite	Funcionamiento estipulado	MPa (kgf / cm ²)	0,29 ± 0,05						0,34 ± 0,05					
		Ralenti	MPa (kgf / cm ²)	≥ 0,06 (≥ 0,6)											

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales
Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante
Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1-5 3TNE82A

Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	3TNE82A								
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	–	CL				VM				
	Tipo	–	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua								
	Sistema de combustión	–	Sistema de inyección directa								
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	3 – 82 x 84								
	Desplazamiento	l	1,330								
	Orden de encendido	–	1 – 3 – 2 – 1								
	Velocidad de revoluciones	rpm	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	
	Potencia	continua	kW (HP)	9,9 (13,3)	12,0 (16,1)	–	–	–	–	–	–
		máxima	kW (HP)	11,0 (14,8)	13,2 (17,7)	14,6 (19,6)	16,0 (21,5)	17,5 (23,5)	19,0 (25,5)	20,5 (27,5)	21,9 (29,4)
	Velocidad máxima sin carga ⁺⁹⁰	rpm	1575	1870	2180	2375	2570	2780	2970	3180	
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 1200				≤ 800				
	Sentido de la rotación	–	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)								
	Toma de fuerza	–	Volante								
	Radio de compresión	–	18,0								
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	10 \pm 1		12 \pm 1		14 \pm 1		16 \pm 1		
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm ²)	3,04 \pm 0,1 a 250 rpm (31 \pm 1) a 250 rpm								
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm ²)	19,6 ^{+1,0} ₀ (200 ^{+1,0} ₀)								
	Gasoil recomendado	–	ISO 8217 DMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)								
	Sistema de lubricación	–	Lubricación forzada por bomba trocoidal								
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l	3,6 / 1,3				5,0 / 1,7				
	Aceite recomendado	–	Grado API clase CC o superior								
	Sistema de refrigeración	–	Líquida / radiador								
	Capacidad agua refrigeración	l	1,8 (sólo para el motor)								
	Ventilador (nº cuchillas x dia.)	mm	Tipo empuje, 6 x ϕ 335								
	Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	ϕ 120 / ϕ 90				ϕ 110 / ϕ 110				
	Regulador	–	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)								
Sistema de encendido	–	Eléctrico									
Dimensiones (l x an x al)	mm	553 x 489 x 565				520,5 x 489 x 565 528 x 489 x 565					
Peso en seco	kg	138				112 / 128					
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador (velocidad total)	Dif ^a vel. transitoria	%	≤ 10	≤ 8	≤ 12					
		Banda vel. ralenti	%	≤ 5	≤ 4	≤ 9	≤ 8	≤ 7	≤ 6		
		Tiempo recuperación	sec	≤ 5				≤ 6			
	Presión aceite	Funcionamiento estipulado	MPa	0,25 \pm 0,05				0,29 \pm 0,05			
			(kgf / cm ²)	(2,5 \pm 0,5)				(3,0 \pm 0,5)			
		Ralenti	MPa (kgf / cm ²)	$\geq 0,06$ ($\geq 0,6$)							

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales

Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante

Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1-6 3TNE82

* Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	3TNE82																
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	–	CL	VM						CH		VH							
	Tipo	–	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua																
	Sistema de combustión	–	Sistema de inyección directa																
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	3 – 82 x 90																
	Desplazamiento	l	1,425																
	Orden de encendido	–	1 – 3 – 2 – 1																
	Velocidad de revoluciones	rpm	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3000	3600	3200	3400	3600				
	Potencia	continua	kW (HP)	10,5 (14,1)	12,7 (17,0)	–	–	–	–	–	–	21,0 (28,2)	24,4 (32,7)	–	–	–			
		máxima	kW (HP)	11,6 (15,6)	14,0 (18,8)	15,5 (20,8)	16,9 (22,7)	18,4 (24,7)	19,9 (26,7)	21,3 (28,6)	23,2 (31,1)	23,2 (31,1)	26,9 (36,1)	24,4 (32,7)	25,6 (34,3)	26,9 (36,1)			
	Velocidad máxima sin carga ⁺⁵⁰	rpm	1570	1870	2160	2375	2570	2780	2970	3180	3150	3745	3455	3670	3890				
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 1200			≤ 800					≤ 1500		≤ 800						
	Sentido de la rotación	–	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)																
	Toma de fuerza	–	Volante																
	Radio de compresión	–	18,0																
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	10 ± 1		12 ± 1		14 ± 1		16 ± 1		24 ± 1		18 ± 1		20 ± 1		24 ± 1		
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm ²)	3,04 ± 0,1 a 250 rpm (31 ± 1) a 250 rpm																
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm ²)	19,6 ^{+1,0} ₀ (200 ^{+1,0} ₀)																
	Gasoil recomendado	–	ISO 8217 BMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)																
	Sistema de lubricación	–	Lubricación forzada por bomba trocoidal																
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l	4,7 / 1,8						6,9 / 2,1										
	Aceite recomendado	–	Grado API clase CC o superior																
	Sistema de refrigeración	–	Líquida / radiador																
	Capacidad agua refrigeración	l	2,0 (sólo para el motor)																
	Ventilador (nº cuchillas x dia.)	mm	Tipo empuje, 6 x ø 335																
Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	ø 120/ø 90			ø 110/ø 110														
Regulador	–	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)																	
Sistema de encendido	–	Eléctrico																	
Dimensiones (l x an x al)	mm	589x486x623			556 x 486 x 623 / 564 x 486 x 623 (*)					564x486x623		igual (*)							
Peso en seco	kg	161			138 / 155					149		138 / 149							
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador (velocidad total)	Dif ^a vel. transitoria	%	≤ 10		≤ 8		≤ 12				≤ 10		≤ 8		≤ 12			
		Banda vel. ralenti	%	≤ 5		≤ 4		≤ 8		≤ 7		≤ 6		≤ 5		≤ 4		≤ 8	
		Tiempo recuperación	sec	≤ 5		≤ 6										≤ 5		≤ 6	
		Fluctuación revol.	rpm	≤ 15		≤ 25						≤ 30							
	Presión aceite	Funcionamiento estipulado	MPa (kgf / cm ²)	0,29 ± 0,05			0,34 ± 0,05												
Ralenti		MPa (kgf / cm ²)	(3,0 ± 0,5)			(3,5 ± 0,5)													
						≥ 0,06 (≥ 0,6)													

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales
 Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante
 Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1-7 3TNE84

* Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq; otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	3TNE84													
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	–	CL	VM						CH	VH					
	Tipo	–	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua.													
	Sistema de combustión	–	Sistema de inyección directa													
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	3 – 84 x 90													
	Desplazamiento	l	1,496													
	Orden de encendido	–	1 – 3 – 2 – 1													
	Velocidad de revoluciones	rpm	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3000	3600	3200	3400	3600	
	Potencia	continua	kW (HP)	11,3 (15,2)	13,5 (18,1)	–	–	–	–	–	–	22,4 (30,0)	26,1 (35,0)	–	–	–
		máxima	kW (HP)	12,4 (16,6)	14,8 (19,8)	16,4 (22,0)	18,1 (24,3)	19,7 (26,4)	21,3 (28,6)	23,0 (30,8)	24,6 (33,0)	24,6 (33,0)	28,7 (38,5)	25,6 (34,9)	27,0 (36,2)	28,3 (38,0)
	Velocidad máxima sin carga ^{+5%}	rpm	1600	1900	2175	2375	2600	2800	3000	3225	3200	3800	3455	3670	3870	
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 1200			≤ 800					≤ 1500		≤ 800			
	Sentido de la rotación	–	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)													
	Toma de fuerza	–	Volante													
	Radio de compresión	–	18,0													
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	10 \pm 1	12 \pm 1	14 \pm 1	16 \pm 1	24 \pm 1	18 \pm 1	20 \pm 1	24 \pm 1						
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm ²)	3,24 \pm 0,1 a 250 rpm (33 \pm 1) a 250 rpm													
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm ²)	19,6 ^{+1,0} ₀ (200 ^{+1,0} ₀)													
	Gasoiil recomendado	–	ISO 8217 BMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano n ^o 45 min.)													
	Sistema de lubricación	–	Lubricación forzada por bomba trocoidal													
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l	4,7 / 1,8						6,9 / 2,1							
Aceite recomendado	–	Grado API clase CC o superior														
Sistema de refrigeración	–	Líquida / radiador														
Capacidad agua refrigeración	l	2,0 (sólo para el motor)														
Ventilador (n ^o cuchillas x dia.)	mm	Tipo empuje, 6 x ϕ 335														
Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	ϕ 120/ ϕ 90			ϕ 110/ ϕ 110											
Regulador	–	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)														
Sistema de encendido	–	Eléctrico														
Dimensiones (l x an x al)	mm	589x486x623			556 x 486 x 623 / 564 x 486 x 623 (*)					564x486x623		igual (*)				
Peso en seco	kg	161			138 / 155					149		138 / 149				
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador	Dif ^o vel. transitoria	%	≤ 10	≤ 8	≤ 12				≤ 10	≤ 8	≤ 12				
		Banda vel. ralenti	%	≤ 5	≤ 4	≤ 9	≤ 8	≤ 7	≤ 5	≤ 4	≤ 8					
	(velocidad total)	Tiempo recuperación	sec.	≤ 5			≤ 6			≤ 5			≤ 6			
		Fluctuación revol.	rpm	≤ 15			≤ 25			≤ 30						
	Funcionamiento	MPa	0,29 \pm 0,05			0,34 \pm 0,05					0,39 \pm 0,05					
Presión aceite	estipulado	(kgf / cm ²)	(3,0 \pm 0,5)			(3,5 \pm 0,5)					(4,0 \pm 0,5)					
	Ralenti	MPa (kgf / cm ²)	$\geq 0,06$ ($\geq 0,6$)													

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales

Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante

Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1. Características y rendimiento

1-8 3TNE88

* Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	3TNE88								
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	—	CL				VM				
	Tipo	—	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua								
	Sistema de combustión	—	Sistema de inyección directa								
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	3 – 88 x 90								
	Desplazamiento	l	1,642								
	Orden de encendido	—	1 – 3 – 2 – 1								
	Velocidad de revoluciones	rpm	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	
	Potencia	continua	kW (HP)	12,3 (16,5)	14,8 (19,8)	—	—	—	—	—	—
		máxima	kW (HP)	13,5 (18,1)	16,3 (21,9)	18,0 (24,1)	19,9 (26,7)	21,6 (29,0)	23,5 (31,5)	25,2 (33,8)	27,1 (36,3)
	Velocidad máxima sin carga ⁺⁵⁰ ₀	rpm	1600	1900	2175	2375	2600	2800	3000	3225	
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 1200			≤ 800					
	Sentido de la rotación	—	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)								
	Toma de fuerza	—	Volante								
	Ratio de compresión	—	18,0								
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	10 \pm 1		12 \pm 1		14 \pm 1		16 \pm 1		
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm ²)	3,43 \pm 0,1 a 250 rpm (35 \pm 1) a 250 rpm								
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm ²)	19,6 ^{+1,0} ₀ (200 ^{+1,0} ₀)								
	Gasoil recomendado	—	ISO 8217 DMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)								
	Sistema de lubricación	—	Lubricación forzada por bomba trocoidal								
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l					4,7 / 1,8		6,9 / 2,1		
Aceite recomendado	—	Grado API clase CC o superior									
Sistema de refrigeración	—	Líquida / radiador									
Capacidad agua refrigeración	l	2,0 (sólo para el motor)									
Ventilador (nº cuchillas x dia.)	mm	Tipo empuje, 6 x ϕ 335									
Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	ϕ 120 / ϕ 90			ϕ 110 / ϕ 110						
Regulador	—	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)									
Sistema de encendido	—	Eléctrico									
Dimensiones (l x an x al)	mm	589 x 486 x 623				556 x 486 x 623 564 x 486 x 623					
Peso en seco	kg	161				138 / 155					
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador (velocidad total)	Dif ^a vel. transitoria	%	≤ 10	≤ 8	≤ 12					
		Banda vel. ralenti	%	≤ 5	≤ 4	≤ 9	≤ 8	≤ 7			
		Tiempo recuperación	sec	≤ 5			≤ 6				
		Fluctuación revol.	rpm	≤ 15			≤ 25				
	Presión aceite	Funcionamiento estipulado	MPa (kgf / cm ²)	0,29 \pm 0,05 (3,0 \pm 0,5)		0,34 \pm 0,05 (3,5 \pm 0,5)					
		Ralenti	MPa (kgf / cm ²)	$\geq 0,06$ ($\geq 0,6$)							

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales
Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante
Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1-9 4TNE82

* Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mmAq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	4TNE82												
Aplicación		–	CL	VM						CH	VH				
Tipo		–	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua												
Sistema de combustión		–	Sistema de inyección directa												
Nº cilindros – Diámetro x carrera		mm	4 – 82 x 90												
Desplazamiento		l	1,901												
Orden de encendido		–	1 – 3 – 4 – 2 – 1												
Velocidad de revoluciones		rpm	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3000	3600	3200	3400	3600
Potencia	continua	kW (HP)	14,3 (19,2)	17,1 (22,9)	–	–	–	–	–	–	27,7 (37,1)	32,7 (43,9)	–	–	–
	máxima	kW (HP)	15,7 (21,1)	18,8 (25,2)	20,6 (27,6)	22,6 (30,3)	24,5 (32,9)	26,5 (35,5)	28,5 (38,2)	30,5 (40,9)	30,5 (40,9)	36,0 (48,3)	32,4 (43,4)	34,2 (45,9)	36,0 (48,3)
Velocidad máxima sin carga ^{+5%}		rpm	1575	1870	2160	2375	2570	2780	2970	3180	3150	3745	3455	3670	3890
Velocidad mínima sin carga		rpm	≤ 1200			≤ 800						≤ 1500		≤ 800	
Sentido de la rotación		–	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)												
Toma de fuerza		–	Volante												
Radio de compresión		–	18,0												
Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)		deg	10 \pm 1	12 \pm 1	14 \pm 1	16 \pm 1	24 \pm 1	18 \pm 1	20 \pm 1	24 \pm 1					
Presión de compresión		MPa (kgf/cm ²)	3,04 \pm 0,1 a 250 rpm (31 \pm 1) a 250 rpm												
Presión de la inyección		MPa (kgf/cm ²)	19,6 ^{+1,0} ₀ (200 ^{+1,0} ₀)												
Gasoil recomendado		–	ISO 8217 BMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)												
Sistema de lubricación		–	Lubricación forzada por bomba trocoidal												
Capacidad de aceite máxima / efectiva		l	5,8 / 2,3						7,9 / 2,5						
Aceite recomendado		–	Grado API clase CC o superior												
Sistema de refrigeración		–	Líquida / radiador												
Capacidad agua refrigeración		l	2,7 (sólo para el motor)												
Ventilador (nº cuchillas x dia.)		mm	Tipo empuje, 6 x ϕ 370												
Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V		mm	ϕ 120/ ϕ 90			ϕ 110/ ϕ 110									
Regulador		–	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)												
Sistema de encendido		–	Eléctrico												
Dimensiones (l x an x al)		mm	683 x 498,5 x 618			632 x 448,5 x 618			658 x 498,5 x 618			650 x 498,5 x 618			
Peso en seco		kg	184			160 / 170			170			160 / 170			
RENDIMIENTO	Rendim ^o														
	regulador	Dif ^o vel. transitoria	%	≤ 10	≤ 8	≤ 12						≤ 10	≤ 8	≤ 12	
		Banda vel. ralenti	%	≤ 5	≤ 4	≤ 8	≤ 7	≤ 6	≤ 5	≤ 4	≤ 8				
	(velocidad total)	Tiempo recuperación	sec	≤ 5			≤ 6						≤ 5	≤ 6	
Fluctuación revol.		rpm	≤ 15			≤ 25						≤ 30			
Funcionamiento	Presión	estipulado	MPa	0,29 \pm 0,05			0,34 \pm 0,05								
			(kgf / cm ²)	(3,0 \pm 0,5)			(3,5 \pm 0,5)								
	aceite	Ralenti	MPa	$\geq 0,06$											
		(kgf / cm ²)	$(\geq 0,6)$												

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales

Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante

Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1. Características y rendimiento

1-10 4TNE84

* Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	4TNE84																
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	—	CL	VM						CH	VH								
	Tipo	—	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua																
	Sistema de combustión	—	Sistema de inyección directa																
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	4 – 84 x 90																
	Desplazamiento	l	1,995																
	Orden de encendido	—	1 – 3 – 4 – 2 – 1																
	Velocidad de revoluciones	rpm	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3000	3600	3200	3400	3600				
	Potencia	continua	kW (HP)	14,9 (20,0)	17,7 (23,7)	—	—	—	—	—	—	29,9 (40,1)	34,7 (46,5)	—	—	—			
		máxima	kW (HP)	16,4 (22,0)	19,5 (26,1)	21,9 (29,4)	24,1 (32,3)	26,3 (35,3)	28,5 (38,2)	30,7 (41,2)	32,9 (44,1)	32,9 (44,1)	38,2 (51,2)	33,9 (45,5)	35,8 (48,0)	38,2 (51,2)			
	Velocidad máxima sin carga ⁺⁵⁰ ₀	rpm	1575	1870	2180	2400	2590	2810	2995	3210	3150	3745	3455	3670	3890				
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 1200			≤ 800						≤ 1500		≤ 800					
	Sentido de la rotación	—	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)																
	Toma de fuerza	—	Volante																
	Ratio de compresión	—	18,0																
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	10 \pm 1			12 \pm 1		14 \pm 1		16 \pm 1		24 \pm 1		18 \pm 1		20 \pm 1		24 \pm 1	
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm ²)	3,24 \pm 0,1 a 250 rpm (33 \pm 1) a 250 rpm																
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm ²)	19,6 ^{+1,0} ₀ (200 ^{+1,0} ₀)																
	Gasoil recomendado	—	ISO 8217 BMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)																
	Sistema de lubricación	—	Lubricación forzada por bomba trocoidal																
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l	5,8 / 2,3						7,9 / 2,5										
Aceite recomendado	—	Grado API clase CC o superior																	
Sistema de refrigeración	—	Líquida / radiador																	
Capacidad agua refrigeración	l	2,7 (sólo para el motor)																	
Ventilador (nº cuchillas x dia.)	mm	Tipo empuje, 6 x ϕ 370																	
Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	ϕ 120/ ϕ 90			ϕ 110/ ϕ 110														
Regulador	—	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)																	
Sistema de encendido	—	Eléctrico																	
Dimensiones (l x an x al)	mm	683 x 498,5 x 618			632 x 498,5 x 618 858 x 498,5 x 618						658 x 498,5 x 618		650 x 498,5 x 618 658 x 498,5 x 618						
Peso en seco	kg	184			160 / 170						170		160 / 170						
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador (velocidad total)	Dif ^a vel. transitoria	%	≤ 10	≤ 8	≤ 12						≤ 10	≤ 8	≤ 12					
		Banda vel. ralenti	%	≤ 5	≤ 4	≤ 9	≤ 8	≤ 7	≤ 5	≤ 4	≤ 8								
		Tiempo recuperación	sec	≤ 5			≤ 6						≤ 5			≤ 6			
		Fluctuación revol.	rpm	≤ 15			≤ 25						≤ 30						
	Funcionamiento	MPa	0,29 \pm 0,05			0,34 \pm 0,05													
Presión aceite	estipulado	(kgf / cm ²)	(3,0 \pm 0,5)			(3,5 \pm 0,5)													
	Ralenti	MPa (kgf / cm ²)	$\geq 0,06$ ($\geq 0,6$)																

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales
Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante
Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1-11 4TNE88

* Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	4TNE88								
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	–	CL				VM				
	Tipo	–	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua								
	Sistema de combustión	–	Sistema de inyección directa								
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	4 – 88 x 90								
	Desplazamiento	l	2,189								
	Orden de encendido	–	1 – 3 – 4 – 2 – 1								
	Velocidad de revoluciones	rpm	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	
	Potencia	continua	kW (HP)	18,4 (22)	19,6 (26,3)	–	–	–	–	–	–
		máxima	kW (HP)	18,0 (24,1)	21,6 (29,0)	24,1 (32,3)	26,5 (35,5)	28,8 (38,6)	31,3 (42,0)	33,7 (45,2)	36,0 (48,3)
	Velocidad máxima sin carga ^{+50%}	rpm	1575	1870	2180	2400	2590	2810	2995	3210	
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 1200			≤ 800					
	Sentido de la rotación	–	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)								
	Toma de fuerza	–	Volante								
	Radio de compresión	–	18,0								
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	10 \pm 1		12 \pm 1		14 \pm 1		16 \pm 1		
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm ²)	3,43 \pm 0,1 a 250 rpm (35 \pm 1) a 250 rpm								
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm ²)	19,6 ^{+10%} ₀ (200 ^{+10%} ₀)								
	Gasoil recomendado	–	ISO 8217 DMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)								
	Sistema de lubricación	–	Lubricación forzada por bomba trocooidal								
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l					5,8 / 2,3		7,9 / 2,5		
	Aceite recomendado	–	Grado API clase CC o superior								
	Sistema de refrigeración	–	Líquida / radiador								
	Capacidad agua refrigeración	l	2,7 (sólo para el motor)								
	Ventilador (nº cuchillas x dia.)	mm	Tipo empuje, 6 x \varnothing 370								
	Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	\varnothing 120 / \varnothing 90			\varnothing 110 / \varnothing 110					
	Regulador	–	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)								
Sistema de encendido	–	Eléctrico									
Dimensiones (l x an x al)	mm	683 x 498,5 x 618				632 x 498,5 x 618 658 x 498,5 x 618					
Peso en seco	kg	184				160 / 170					
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador (velocidad total)	Dif ^a vel. transitoria	%	≤ 10	≤ 8	≤ 12					
		Banda vel. ralenti	%	≤ 5	≤ 4	≤ 9	≤ 8	≤ 7			
		Tiempo recuperación	sec	≤ 5			≤ 6				
		Fluctuación revol.	rpm	≤ 15			≤ 25				
	Presión aceite	Funcionamiento estipulado	MPa (kgf / cm ²)	0,29 \pm 0,05 (3,0 \pm 0,5)	0,34 \pm 0,05 (3,5 \pm 0,5)						
		Ralenti	MPa (kgf / cm ²)	$\geq 0,06$ ($\geq 0,6$)							

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales

Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante

Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1. Características y rendimiento

1-12 3TNE84T * Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	3TNE84T													
CARACTERÍSTICAS	Aplicación	—	CL	VM						CH	VH					
	Tipo	—	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua													
	Sistema de combustión	—	Sistema de inyección directa													
	Nº cilindros – Diámetro x carrera	mm	3 – 84 x 90													
	Desplazamiento	l	1,496													
	Orden de encendido	—	1 – 3 – 2 – 1													
	Velocidad de revoluciones	rpm	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3000	3600	3200	3400	3600	
	Potencia	continua	kW (HP)	14,0 (18,8)	16,6 (22,3)	—	—	—	—	—	—	28,0 (37,5)	30,5 (40,9)	—	—	—
		máxima	kW (HP)	15,8 (21,2)	18,8 (25,2)	21,0 (28,2)	22,8 (30,6)	25,0 (33,5)	28,9 (36,1)	29,1 (39,0)	30,9 (41,4)	30,9 (41,4)	34,2 (45,9)	32,0 (42,9)	33,1 (44,4)	34,2 (45,9)
	Velocidad máxima sin carga ⁺⁵⁰ ₀	rpm	1600	1900	2175	2375	2600	2800	3020	3240	—	—	—	—	—	
	Velocidad mínima sin carga	rpm	≤ 1200			≤ 800						—				
	Sentido de la rotación	—	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)													
	Toma de fuerza	—	Volante													
	Ratio de compresión	—	18,0													
	Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)	deg	10 \pm 1	12 \pm 1	14 \pm 1	16 \pm 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Presión de compresión	MPa (kgf/cm ²)	2,94 \pm 0,1 a 250 rpm (30 \pm 1) a 250 rpm													
	Presión de la inyección	MPa (kgf/cm ²)	19,6 ^{+1,0} ₀ (200 ^{+1,0} ₀)													
	Gasoil recomendado	—	ISO 8217 BMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano nº 45 min.)													
	Sistema de lubricación	—	Lubricación forzada por bomba trocoidal													
	Capacidad de aceite máxima / efectiva	l	4,8 / 1,9						—							
Aceite recomendado	—	Grado API clase CC o superior														
Sistema de refrigeración	—	Líquida / radiador														
Capacidad agua refrigeración	l	2,0 (sólo para el motor)														
Ventilador (nº cuchillas x dia.)	mm	Tipo empuje, 6 x ϕ 335														
Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V	mm	ϕ 110/ ϕ 90			ϕ 110/ ϕ 110											
Regulador	—	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)														
Sistema de encendido	—	Eléctrico														
Dimensiones (l x an x al)	mm	589 x 540			632 x 540 x 629						—					
	mm	x 629			632 x 540 x 629						—					
Peso en seco	kg	166			147 / 160						—					
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador (velocidad total)	Dif ^o vel. transitoria	%	≤ 10	≤ 8	≤ 12						—	—	—		
		Banda vel. ralenti	%	≤ 5	≤ 4	≤ 9	≤ 8	≤ 8	—	—	—	—				
	Funcionamiento	Tiempo recuperación	sec	≤ 5			≤ 6						—	—		
		Fluctuación revol.	rpm	≤ 15			≤ 22						—			
	Presión aceite	estipulado	MPa (kgf / cm ²)	0,29 \pm 0,05			0,34 \pm 0,05						—			
Ralenti		MPa (kgf / cm ²)	(3,0 \pm 0,5)			(3,5 \pm 0,5)						—				
						$\geq 0,06$						$(\geq 0,6)$				

*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales
Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante
Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

1-13 4TNE84T * Condiciones de salida: Presión de admisión ≤ 250 mmAq, presión de escape ≤ 550 mm Aq, otras condiciones según la norma JIS D 1005-1986. Después de un mínimo de 30 horas de funcionamiento.

		Unidad	4TNE84T															
Aplicación		–	CL		VM					CH		VH						
Tipo		–	Motor diesel de 4 tiempos, eje vertical, refrigeración por agua															
Sistema de combustión		–	Sistema de inyección directa															
Nº cilindros – Diámetro x carrera		mm	4 – 84 x 90															
Desplazamiento		l	1,995															
Orden de encendido		–	1 – 3 – 4 – 2 – 1															
Velocidad de revoluciones		rpm	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3000	3600	3200	3400	3600			
Potencia	continua	kW (HP)	19,1 (25,9)	24,3 (32,6)	–	–	–	–	–	–	37,1 (49,8)	40,8 (54,7)	–	–	–			
	máxima	kW (HP)	21,3 (28,6)	26,9 (36,1)	28,0 (37,5)	30,5 (40,9)	33,5 (44,9)	35,7 (47,9)	38,6 (51,8)	41,2 (55,3)	41,2 (55,3)	45,6 (61,2)	42,7 (57,3)	44,1 (59,1)	45,6 (61,2)			
Velocidad máxima sin carga ^{+5%}		rpm	1800	1900	2175	2375	2600	2800	3000	3225	–	–	–	–	–			
Velocidad mínima sin carga		rpm	≤ 1200			≤ 800					–		–					
Sentido de la rotación		–	Contrario a las agujas del reloj (visto desde el volante)															
Toma de fuerza		–	Volante															
Radio de compresión		–	18,0															
Intervalos de inyección (FID, B.T.D.C.)		deg	10 \pm 1		12 \pm 1		14 \pm 1		16 \pm 1		–		–		–			
Presión de compresión		MPa (kgf/cm ²)	2,94 \pm 0,1 a 250 rpm (30 \pm 1) a 250 rpm															
Presión de la inyección		MPa (kgf/cm ²)	19,6 ^{+1,0} ₀ (200 ^{+1,0} ₀)															
Gasoil recomendado		–	ISO 8217 BMA, BS 2869 A1 o A2 (Cetano n ^o 45 min.)															
Sistema de lubricación		–	Lubricación forzada por bomba trocoidal															
Capacidad de aceite máxima / efectiva		l	5,8 / 2,3					–										
Aceite recomendado		–	Grado API clase CC o superior															
Sistema de refrigeración		–	Líquida / radiador															
Capacidad agua refrigeración		l	2,7 (sólo para el motor)															
Ventilador (nº cuchillas x dia.)		mm	Tipo descarga, 6 x ϕ 370															
Diam. polea cigüeñal V/ Diam. ventilador polea V		mm	ϕ 110/ ϕ 90		ϕ 110/ ϕ 110													
Regulador		–	Centrifugación mecánica (todo tipo de velocidades)															
Sistema de encendido		–	Eléctrico															
Dimensiones (l x an x al)		mm mm	674x 498,5 x 713				641 x 498,5 x 713 649 x 498,5 x 713					–		–				
Peso en seco		kg	184				165 / 175					–		–				
RENDIMIENTO	Rendim ^o regulador	Di ^o vel. transitoria	%	≤ 10	≤ 8	≤ 12					–		–					
		Banda vel. ralenti	%	≤ 5	≤ 4	≤ 9	≤ 8	≤ 7	–		–		–					
	(velocidad total)	Tiempo recuperación	sec	≤ 5				≤ 6					–		–			
		Fluctuación revol.	rpm	≤ 15				≤ 22					–		–			
	Presión aceite	Funcionamiento	MPa	0,29 \pm 0,05				0,34 \pm 0,05										
estipulado		(kgf / cm ²)	(3,0 \pm 0,5)				(3,5 \pm 0,5)											
Ralenti		MPa (kgf / cm ²)					$\geq 0,06$ ($\geq 0,6$)											

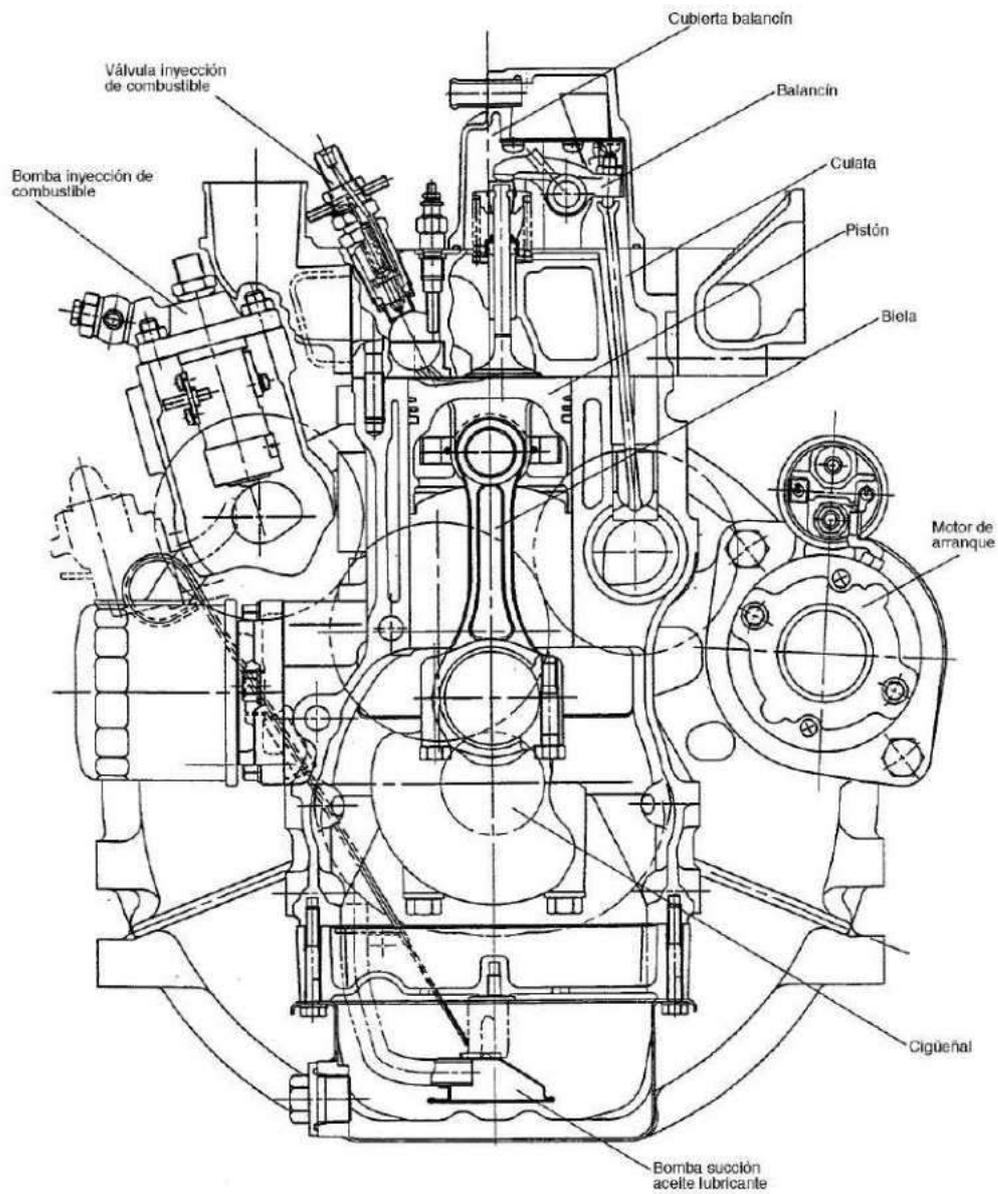
*1. Denominación de dimensiones y peso en seco del motor en numerales

Aplicaciones CL/CH: motor con carcasa del volante

Aplicaciones VM/VH: motor con placa posterior/con carcasa del volante

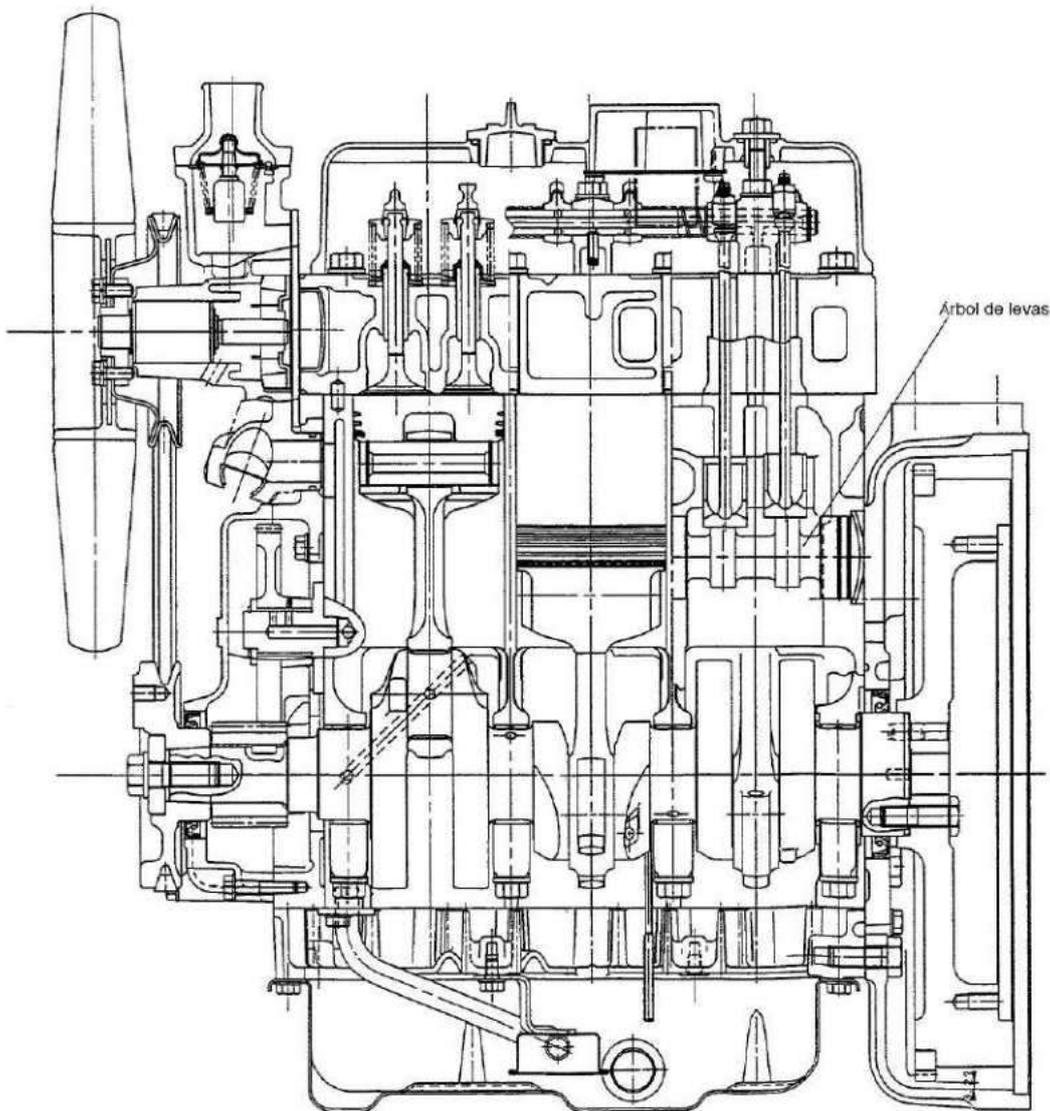
2. Partes del motor

2-1 Sistema especial con cámara de pre-combustión turbulenta (Sistema de inyección indirecta)



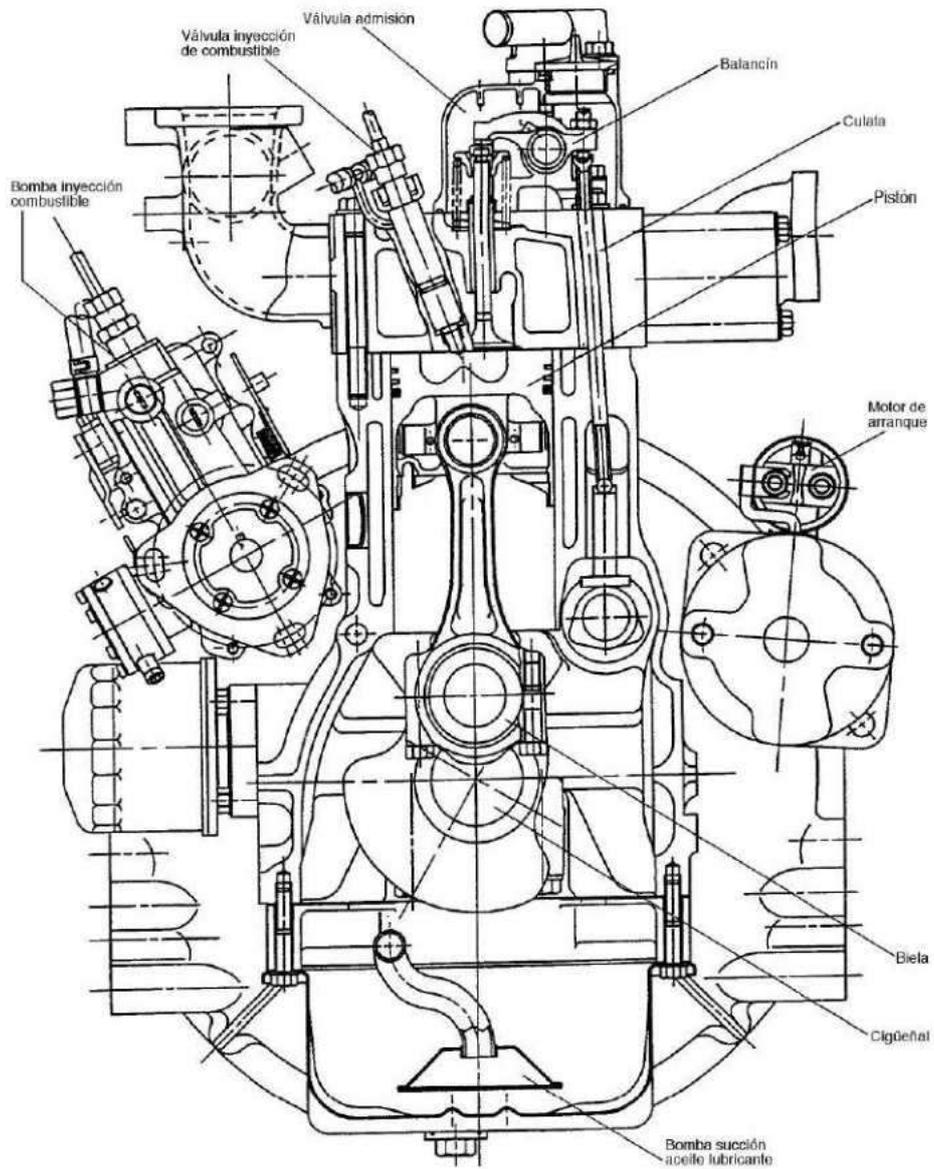
2-1 a)

**2-1 Sistema especial con cámara de pre-combustión turbulenta
(Sistema de inyección indirecta)**



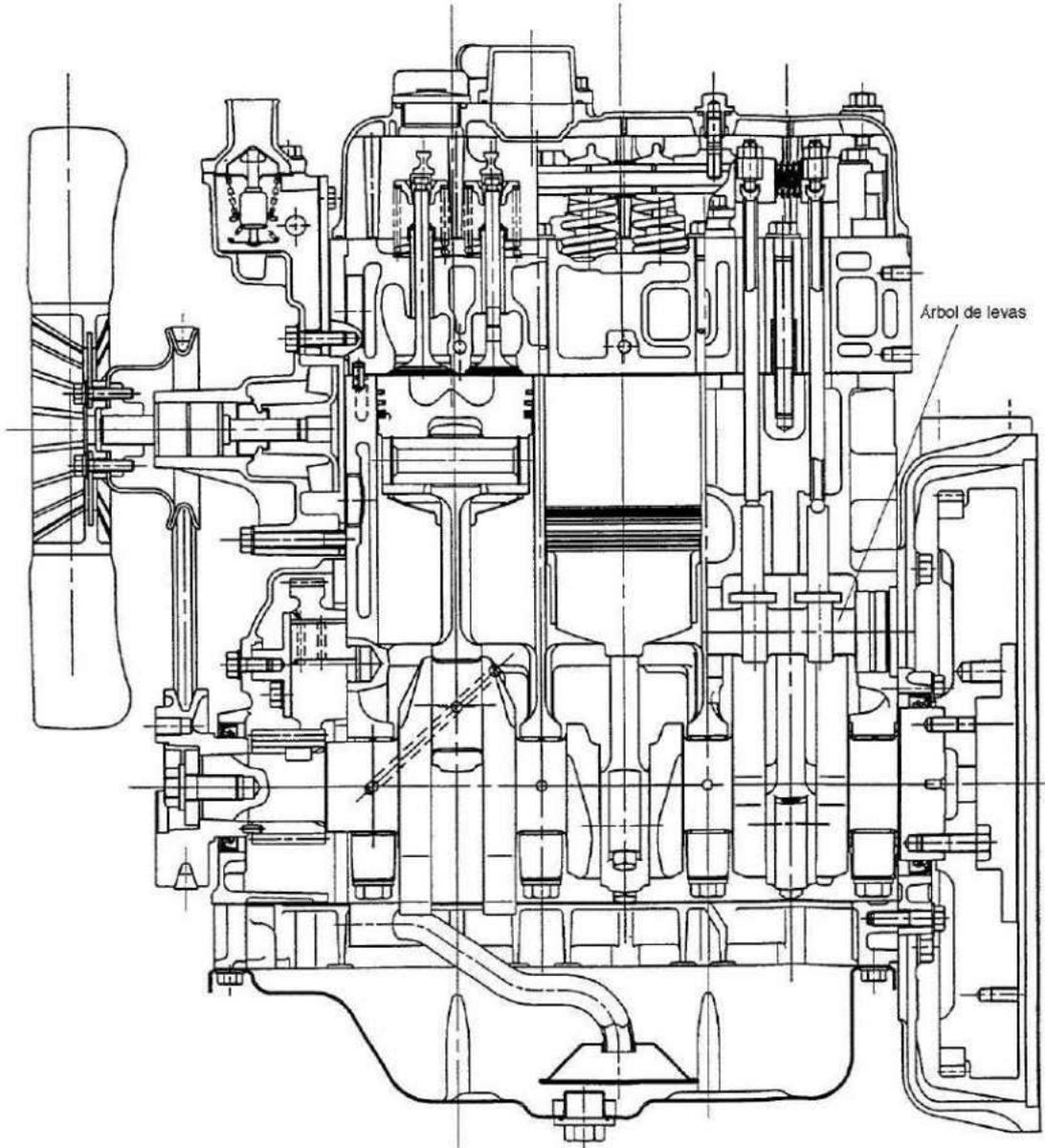
2-1 b)

2-2 Sistema de inyección directa



2-2 a)

2-2 Sistema de inyección directa



2-2 b)

3. Agua de refrigeración, aceite lubricante y combustible

3-1 Agua de refrigeración

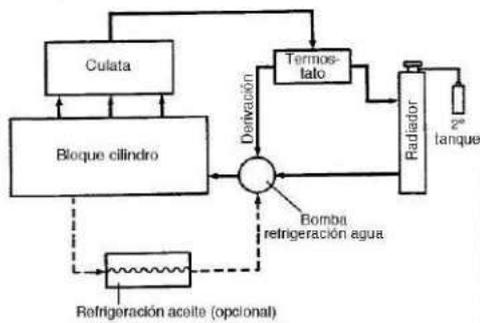
1. Uso adecuado del agua de refrigeración

Las impurezas del agua de refrigeración se incrustan en el motor y en el radiador y producen óxido. Por este motivo se dañan la conducción de calor del sistema de refrigeración y el flujo de agua, reduciendo las funciones de refrigeración y recalentando el motor. Para evitarlo, drene el agua de refrigeración cada 400 horas de funcionamiento del motor. Nunca utilice aguas duras en el sistema de refrigeración.

Para prevenir que, a bajas temperaturas, el agua de refrigeración se congele, asegúrese de utilizar un agente anticongelante. Para más información y para instrucciones de uso de agentes antioxidantes, anticongelantes y limpiadores, póngase en contacto con su proveedor más próximo.

2. Diagrama del sistema del agua de refrigeración

Sistema de inyección indirecta y sistema de inyección directa.



3-2 Aceite lubricante

1. Uso adecuado del aceite lubricante

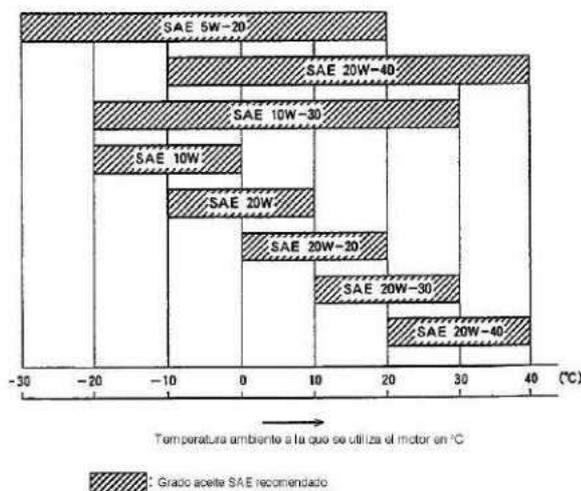
El uso del aceite lubricante adecuado proporciona las siguientes ventajas:

- (1) Las piezas del motor que friccionan están protegidas contra el roce y el desgaste.
- (2) Las piezas del motor están protegidas contra el óxido y la corrosión.
- (3) Las piezas del motor que se calientan son enfriadas de manera eficiente.
- (4) El motor está protegido contra fugas en la cámara de combustión.
- (5) Las piezas del motor están protegidas contra depósitos de sedimentos.

Por las razones expuestas, utilice aceite lubricante de clase CC o superior (Servicio de Clasificación API).

[Para su referencia: El aceite lubricante debe utilizarse a temperatura ambiente]

Seleccione la viscosidad del aceite lubricante dependiendo de la temperatura ambiente a la que se utilice el motor, siguiendo las indicaciones de la table siguiente (SAE):



3-3 Combustible

1. Uso adecuado del gasoil

Utilice un gasoil equivalente o superior al ISO 8217 DMA, BS 2869 Parte 1 Clase A1 o Parte 2 Clase A2 (Número cetano: 45 min.). Informe a sus clientes sobre el uso del combustible adecuado para evitar que puedan sufrir los siguientes problemas:

(1) Depósitos en la válvula de escape

Los depósitos en la válvula de escape producen una mezcla de aceite sin quemar en los gases de escape, así como erosión del asiento de la válvula, una compresión pobre, combustión defectuosa, consumo excesivo de aceite, etc.

(2) Depósitos en las muescas de los segmentos del pistón

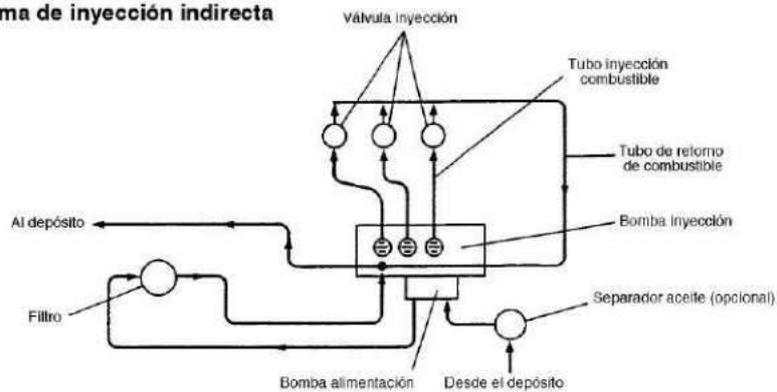
Los depósitos en las muescas de los segmentos del pistón producen circulación de gas, lubricación pobre, combustión defectuosa, consumo excesivo de aceite, contaminación del aceite lubricante, desgaste prematuro, etc. de la camisa del cilindro y de los segmentos del pistón.

(3) Atasco o corrosión del hueco de la tobera en la válvula de inyección

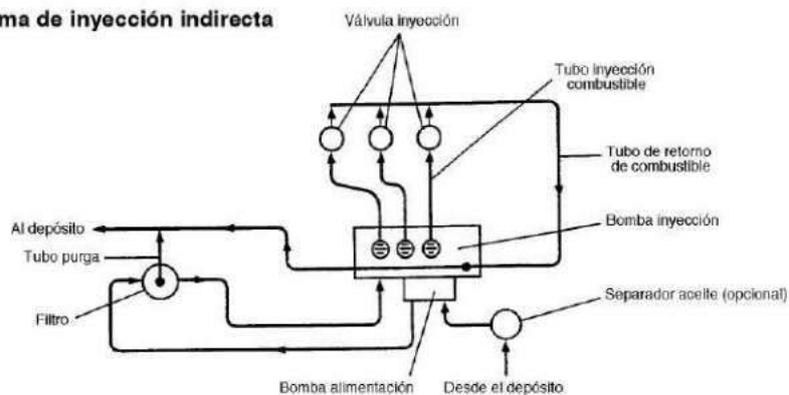
Una combustión defectuosa hace que se desgaste y se corra el mecanismo de inyección, así como que se atasque la tobera.

2. Diagrama del sistema de combustible

(1) Sistema de inyección indirecta



(2) Sistema de inyección indirecta



4.2 Diagnóstico del problema mediante la medición de la presión de compresión

*: Para el procedimiento de medición de la presión de compresión, remítase al capítulo 6, 6.1. Medición de la presión de compresión.

La reducción de la presión de compresión del cilindro es una de las causas principales de un aumento en las fugas de gases (que provoca contaminación y un mayor consumo de aceite lubricante además de otros problemas) así como fallos en el arranque del motor.

Los siguientes factores influyen en la presión de compresión:

1. La holgura entre el pistón y el cilindro.
2. La holgura alrededor de los asientos de válvula de admisión y escape.

3. La fuga de gas por la junta de la tobera o la junta de la culata.

Además, la presión de compresión disminuye cuando las piezas del motor están gastadas y pierden resistencia debido al uso del motor durante largos períodos de tiempo.

Los roces en el cilindro o en el pistón provocados por polvo o por cuerpos extraños a través del filtro de aire sucio, y el desgaste o la rotura del juego de segmentos también disminuyen la presión de compresión. Por esta razón, diagnostique el estado del motor midiendo la presión de compresión.

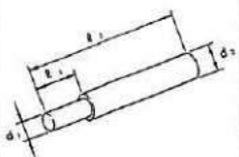
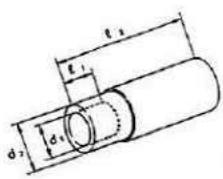
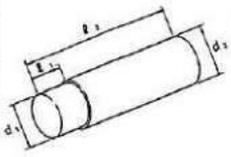
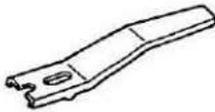
(1) Causas y medidas que deben adoptarse si la presión de compresión es menor que el valor límite.

* Para los valores límite de la presión de compresión, véase el capítulo 6, 6-1 Medición de la presión de compresión.

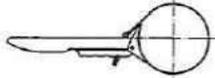
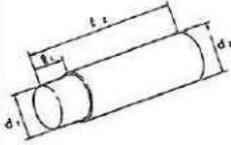
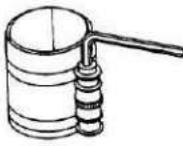
Nº	Pieza	Causa	Medidas
1	• Elemento filtro de aire	• Elemento filtrante obstruido • Elemento filtrante roto • Sello del elemento filtrante defectuoso	• Limpiar el elemento filtrante • Cambiar el elemento filtrante por uno nuevo
2	• Holgura de la válvula	• Holgura excesiva de la válvula o ninguna holgura	• Ajustar la holgura de la válvula (véase el capítulo 6, 6-2)
3	• Reglaje de la válvula	• Reglaje de la válvula incorrecto • Holgura de la válvula incorrecta	• Ajustar la holgura de la válvula (véase el capítulo 6, 6-2) • Inspeccionar y ajustar el balancín de la válvula. (véase el capítulo 7, 7-3, 7-6, 7-8.)
4	• Junta de la culata • Junta de la tobera	• Fuga de gas por la junta	• Cambie la junta • Reajuste la culata y la tobera al par especificado (véase el capítulo 10, 10-1)
5	• Válvula de admisión /escape • Asiento de la válvula	• Fuga de gas provocada por asientos de válvulas gastados o cuerpos extraños atrapados • Agrietamiento de las válvulas	• Dé un golpe seco a los asientos de las válvulas (véase el capítulo 7, 7-1. 2.) • Cambie las válvulas de admisión y escape
6	• Pistón • Juego de segmentos • Cilindro	• Fuga de gas provocada por roces o desgaste del pistón, del juego de segmentos o del cilindro.	• Rectifíquelos con piedra abrasiva y utilice piezas sobredimensionadas. (véase el capítulo 7, 7-2. 3. y 7-4.8.)

5. Herramientas especiales para el servicio e instrumentos de medición

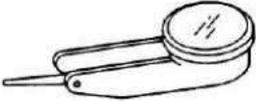
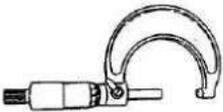
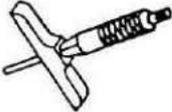
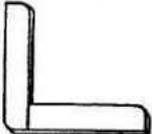
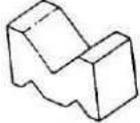
Aunque se puede montar y desmontar la mayoría de las piezas del motor con herramientas de reparaciones estándar, se recomienda suministrar las siguientes herramientas e instrumentos de medición para conseguir un trabajo más eficaz y exacto, así como una medición, un diagnóstico y una resolución de problemas correctos.

No.	Nombre herramienta	Modelos aplicables y tamaño de herramientas	Ilustración																																
1	Herramienta para extracción de guía de válvula	<p style="text-align: right;">(mm)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensión</th> <th>ℓ_1</th> <th>ℓ_2</th> <th>d_1</th> <th>d_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Modelo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2/3TNE68</td> <td>20</td> <td>55</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>3TNE74</td> <td>20</td> <td>75</td> <td>6.5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>3TNE78A/82A</td> <td>20</td> <td>75</td> <td>6.5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>3/4TNE82</td> <td rowspan="3">20</td> <td rowspan="3">75</td> <td rowspan="3">7.5</td> <td rowspan="3">11</td> </tr> <tr> <td>3/4TNE84(T)</td> </tr> <tr> <td>3/4TNE88</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Fabricación local</p>	Dimensión	ℓ_1	ℓ_2	d_1	d_2	Modelo					2/3TNE68	20	55	5	8	3TNE74	20	75	6.5	10	3TNE78A/82A	20	75	6.5	10	3/4TNE82	20	75	7.5	11	3/4TNE84(T)	3/4TNE88	
Dimensión	ℓ_1	ℓ_2	d_1	d_2																															
Modelo																																			
2/3TNE68	20	55	5	8																															
3TNE74	20	75	6.5	10																															
3TNE78A/82A	20	75	6.5	10																															
3/4TNE82	20	75	7.5	11																															
3/4TNE84(T)																																			
3/4TNE88																																			
2	Herramienta para inserción de la guía de válvula	<p style="text-align: right;">(mm)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensión</th> <th>ℓ_1</th> <th>ℓ_2</th> <th>d_1</th> <th>d_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Modelo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2/3TNE68</td> <td>7</td> <td>60</td> <td>11</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>3TNE74</td> <td>9</td> <td>60</td> <td>13</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>3TNE78A/82A</td> <td>12</td> <td>60</td> <td>13</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>3/4TNE82</td> <td rowspan="3">15</td> <td rowspan="3">65</td> <td rowspan="3">14</td> <td rowspan="3">20</td> </tr> <tr> <td>3/4TNE84(T)</td> </tr> <tr> <td>3/4TNE88</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Fabricación local</p>	Dimensión	ℓ_1	ℓ_2	d_1	d_2	Modelo					2/3TNE68	7	60	11	17	3TNE74	9	60	13	19	3TNE78A/82A	12	60	13	19	3/4TNE82	15	65	14	20	3/4TNE84(T)	3/4TNE88	
Dimensión	ℓ_1	ℓ_2	d_1	d_2																															
Modelo																																			
2/3TNE68	7	60	11	17																															
3TNE74	9	60	13	19																															
3TNE78A/82A	12	60	13	19																															
3/4TNE82	15	65	14	20																															
3/4TNE84(T)																																			
3/4TNE88																																			
3	Herramienta para cambiar el casquillo de la biela	<p style="text-align: right;">(mm)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensión</th> <th>ℓ_1</th> <th>ℓ_2</th> <th>d_1</th> <th>d_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Modelo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2/3TNE68</td> <td>22</td> <td>62</td> <td>$20_{-0.3}^{-0.6}$</td> <td>$22_{-0.3}^{-0.6}$</td> </tr> <tr> <td>3TNE74</td> <td>20</td> <td>80</td> <td>$21_{-0.3}^{-0.6}$</td> <td>$23_{-0.3}^{-0.6}$</td> </tr> <tr> <td>3TNE78A/82A</td> <td>25</td> <td>85</td> <td>$23_{-0.3}^{-0.6}$</td> <td>$26_{-0.3}^{-0.6}$</td> </tr> <tr> <td>3/4TNE82</td> <td rowspan="3">20</td> <td rowspan="3">100</td> <td rowspan="3">$26_{-0.3}^{-0.6}$</td> <td rowspan="3">$29_{-0.3}^{-0.6}$</td> </tr> <tr> <td>3/4TNE84(T)</td> </tr> <tr> <td>3/4TNE88</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Fabricación local</p>	Dimensión	ℓ_1	ℓ_2	d_1	d_2	Modelo					2/3TNE68	22	62	$20_{-0.3}^{-0.6}$	$22_{-0.3}^{-0.6}$	3TNE74	20	80	$21_{-0.3}^{-0.6}$	$23_{-0.3}^{-0.6}$	3TNE78A/82A	25	85	$23_{-0.3}^{-0.6}$	$26_{-0.3}^{-0.6}$	3/4TNE82	20	100	$26_{-0.3}^{-0.6}$	$29_{-0.3}^{-0.6}$	3/4TNE84(T)	3/4TNE88	
Dimensión	ℓ_1	ℓ_2	d_1	d_2																															
Modelo																																			
2/3TNE68	22	62	$20_{-0.3}^{-0.6}$	$22_{-0.3}^{-0.6}$																															
3TNE74	20	80	$21_{-0.3}^{-0.6}$	$23_{-0.3}^{-0.6}$																															
3TNE78A/82A	25	85	$23_{-0.3}^{-0.6}$	$26_{-0.3}^{-0.6}$																															
3/4TNE82	20	100	$26_{-0.3}^{-0.6}$	$29_{-0.3}^{-0.6}$																															
3/4TNE84(T)																																			
3/4TNE88																																			
4	Compresor del muelle de válvula (Cambio del muelle de la válvula)	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Modelo</td> <td>N° código Yanmar</td> </tr> <tr> <td>Todos los modelos</td> <td>129100-92630</td> </tr> </tbody> </table>	Modelo	N° código Yanmar	Todos los modelos	129100-92630																													
Modelo	N° código Yanmar																																		
Todos los modelos	129100-92630																																		

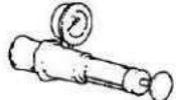
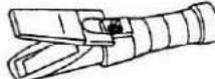
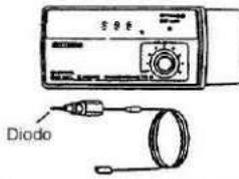
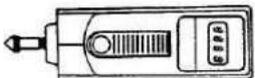
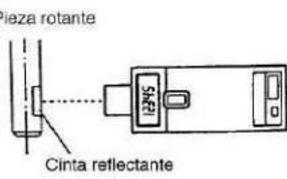
5. Herramientas de reparaciones especiales e instrumentos de medición

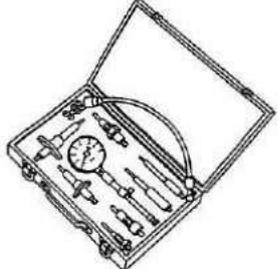
No.	Nombre herramienta	Modelos aplicables y tamaño de herramientas	Ilustración																														
5	Llave filtro (Extracción e instalación del filtro de aceite)	De venta en el mercado																															
6	Útil extractor (Para extraer el casquillo del árbol de levas)	(mm) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensión</th> <th>ξ</th> <th>ξ_2</th> <th>d_1</th> <th>d_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Modelo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2/3TNE68</td> <td>13</td> <td>60</td> <td>36^{-0.3}_{-0.6}</td> <td>39^{-0.3}_{-0.6}</td> </tr> <tr> <td>3TNE74</td> <td>14</td> <td>60</td> <td>40^{-0.3}_{-0.6}</td> <td>43^{-0.3}_{-0.6}</td> </tr> <tr> <td>3TNE78A/82A</td> <td>18</td> <td>70</td> <td>45^{-0.3}_{-0.6}</td> <td>48^{-0.3}_{-0.6}</td> </tr> <tr> <td>3/4TNE82 3/4TNE84(T) 3/4TNE88</td> <td>18</td> <td>70</td> <td>45^{-0.3}_{-0.6}</td> <td>48^{-0.3}_{-0.6}</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Fabricación local</p>	Dimensión	ξ	ξ_2	d_1	d_2	Modelo					2/3TNE68	13	60	36 ^{-0.3} _{-0.6}	39 ^{-0.3} _{-0.6}	3TNE74	14	60	40 ^{-0.3} _{-0.6}	43 ^{-0.3} _{-0.6}	3TNE78A/82A	18	70	45 ^{-0.3} _{-0.6}	48 ^{-0.3} _{-0.6}	3/4TNE82 3/4TNE84(T) 3/4TNE88	18	70	45 ^{-0.3} _{-0.6}	48 ^{-0.3} _{-0.6}	
Dimensión	ξ	ξ_2	d_1	d_2																													
Modelo																																	
2/3TNE68	13	60	36 ^{-0.3} _{-0.6}	39 ^{-0.3} _{-0.6}																													
3TNE74	14	60	40 ^{-0.3} _{-0.6}	43 ^{-0.3} _{-0.6}																													
3TNE78A/82A	18	70	45 ^{-0.3} _{-0.6}	48 ^{-0.3} _{-0.6}																													
3/4TNE82 3/4TNE84(T) 3/4TNE88	18	70	45 ^{-0.3} _{-0.6}	48 ^{-0.3} _{-0.6}																													
7	Bruñidor (para bruñir el interior del cilindro) <i>* Para instruc- ciones de uso, véase capítulo 7, 7-2, 3.</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Modelo</th> <th>Nº de código Yanmar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2/3TNE68</td> <td>129400-92400</td> </tr> <tr> <td>3TNE74</td> <td>129400-92410</td> </tr> <tr> <td>3TNE78A/82A 3/4TNE82 3/4TNE84(T) 3/4TNE88</td> <td>129400-92420 129400-92430</td> </tr> </tbody> </table>	Modelo	Nº de código Yanmar	2/3TNE68	129400-92400	3TNE74	129400-92410	3TNE78A/82A 3/4TNE82 3/4TNE84(T) 3/4TNE88	129400-92420 129400-92430																							
Modelo	Nº de código Yanmar																																
2/3TNE68	129400-92400																																
3TNE74	129400-92410																																
3TNE78A/82A 3/4TNE82 3/4TNE84(T) 3/4TNE88	129400-92420 129400-92430																																
8	Herramienta para la inserción del pistón	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Modelo</th> <th>Nº de código Yanmar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Todos los modelos</td> <td>95550-002476</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota: Esta herramienta es para pistones con un diámetro de 60 ~ 125mm.</i></p>	Modelo	Nº de código Yanmar	Todos los modelos	95550-002476																											
Modelo	Nº de código Yanmar																																
Todos los modelos	95550-002476																																
9	Herramienta para cambiar los segmentos del pistón	De venta en el mercado																															

5-2 Instrumentos de medición

No.	Herramienta	Finalidad	Ilustración
1	Galga de cuadrante	Mide la curvatura de los ejes, las superficies planas distorsionadas, los huelgos, etc.	
2	Indicador de pruebas	Mide límites y profundidades que no se pueden medir con la galga	
3	Soporte magnético	Para utilizar con la galga: la sujeta a distintos ángulos	
4	Micrómetro	Mide el diámetro exterior del cigüeñal, pistón, pasador, etc.	
5	Galga del cilindro	Mide el diámetro interior de la camisa del cilindro, metal de la biela, etc.	
6	Calibre de nonio (Vernier)	Mide el diámetro exterior, profundidad, grosor, etc. de distintas piezas	
7	Micrómetro de profundidad	Mide la profundidad de la válvula	
8	Escuadra	Mide la inclinación del muelle de válvula, la cuadratura de piezas del motor, etc.	
9	Bloque V	Mide la curvatura de los ejes	

5. Herramientas de reparaciones especiales e instrumentos de medición

No.	Herramienta	Finalidad	Ilustración
10	Llave dinamométrica	Utilizada para apretar tuercas y tornillos al par específico	
			
11	Cala de grosor	Mide el huelgo entre segmentos y sus correspondientes muescas, así como acoples de ejes durante la instalación	
12	Probador de capas	Revisa fugas en el sistema de agua	
13	Probador del refrigerante de batería	Comprueba la concentración del anticongelante y la densidad específica del electrolito de la batería y el estado de carga	
14	Probador de tobera	Comprueba los patrones de pulverización y la presión de la válvula de inyección	
15	Termómetro digital	Mide la temperatura de las piezas	 Diodo
16	Tacómetro	Probador rpm	Mide las rpm del eje en rotación poniendo en contacto la cabeza calibradora con el eje del cigüeñal
		Probador rpm	Aplica una cinta reflectante sobre la circunferencia de las piezas giratorias para medir las rpm.
			
			 Pieza rotante Cinta reflectante

No.	Herramienta	Finalidad	Ilustración
16	Tacómetro De sujeción al tubo de combustible de alta presión	Mide las rpm del motor utilizando un sistema de pulsaciones, independientemente del eje giratorio y de la circunferencia del objeto giratorio	
17	Galvanómetro	Mide la resistencia, el voltaje y la continuidad de los circuitos eléctricos	
18	Kit de galgas de compresión	Mide la presión de compresión N° de código Yanmar TOL-97190080	

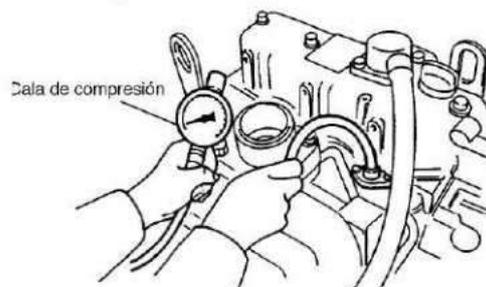
6. Medición, inspección y ajuste

6-1 Medición de la presión de compresión

1. Procedimiento de medición

- (1) Caliente el motor. Quite el tubo de inyección de combustible y la válvula de inyección del cilindro que se va a medir.
- (2) Arranque el motor antes de conectar el adaptador de la galga de compresión.
 - * 1. Arranque el motor cuando se haya girado la palanca del regulador a la posición de "PARADA" (sin inyección).
 2. Para la galga de compresión y el adaptador de la galga de compresión, remítase al capítulo 5, 5-2.
- (3) Conecte el adaptador de la galga de compresión y la galga de compresión al cilindro que se va a medir.

* Conecte siempre la junta a la punta del adaptador.



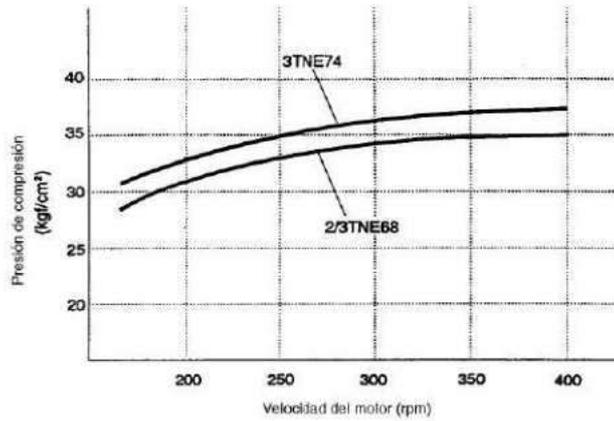
- (4) Arranque el motor con el motor de arranque hasta que la lectura de la galga de compresión esté estabilizada, siguiendo los pasos que se describen en (2), *1.

[Referencia: Lista de las presiones de compresión del motor]

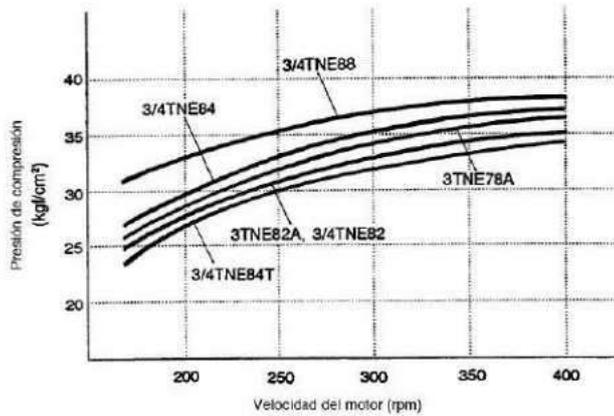
Modelo	Presión de compresión a 250 rpm (kgf/cm ²)		Dispersión de la presión de compresión entre los cilindros (kgf/cm ²)
	Estándar	Límite	
2TNE68	33 ± 1	25	2 ~ 3
3TNE68	33 ± 1	25	2 ~ 3
3TNE74	35 ± 1	27	2 ~ 3
3TNE78A	32 ± 1	25	2 ~ 3
3TNE82A	31 ± 1	24	2 ~ 3
3TNE82	31 ± 1	24	2 ~ 3
3TNE84	33 ± 1	25	2 ~ 3
3TNE88	35 ± 1	27	2 ~ 3
4TNE82	31 ± 1	24	2 ~ 3
4TNE84	33 ± 1	25	2 ~ 3
4TNE88	35 ± 1	27	2 ~ 3
3TNE84T	30 ± 1	24	2 ~ 3
4TNE84T	30 ± 1	24	2 ~ 3

[Referencia: Variación de la presión de compresión con la velocidad del motor]

(1) Sistema de inyección indirecta



(2) Sistema de inyección directa

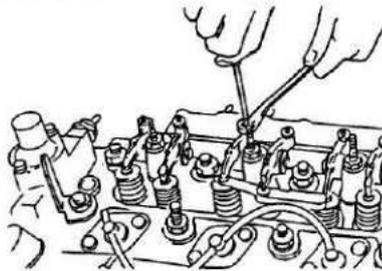
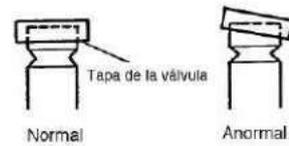


2. Acciones que se deben emprender cuando la lectura de la presión de compresión está por debajo del valor límite.

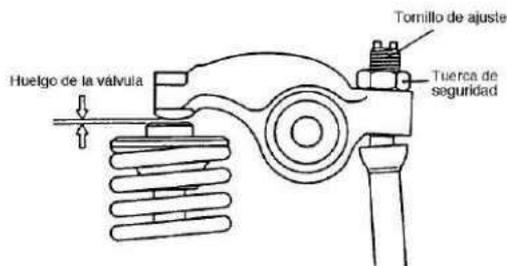
Alguna pieza del motor ocasiona problemas. Para la resolución de problemas, remítase al capítulo 4, 4-2 diagnóstico del problema mediante la medición de la presión de compresión.

6-2 Ajuste del la huelgo de la culata de la culata

- (1) Inspeccione y ajuste el huelgo de la culata con el motor en frío.
- (2) Levante el pistón del cilindro que va a medir, hasta el punto muerto superior de compresión.
- (3) Afloje la tuerca de seguridad y el tornillo de ajuste. Asegúrese de que la tapa de la válvula no esté inclinada ni tenga suciedad incrustada.



- (4) Inserte una galga de espesores entre el balancín y la tapa de la válvula. Apriete el tornillo de ajuste hasta que se obtenga la holgura especificada más abajo.



(Ajuste del huelgo de la cabeza de válvula)

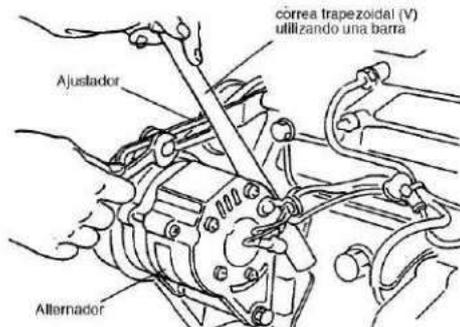
(mm)

	Todos los modelos
Huelgo de la cabeza de válvula de admisión / escape	0.15 ~ 0.25

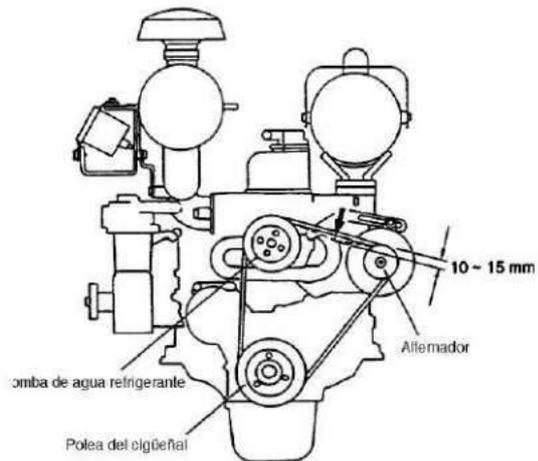
- *: 1. Si la tapa de la válvula está gastada o deteriorada en la culata, reemplácela por una nueva.
 2. Asegúrese de que la tapa de la válvula encaja en la culata de la válvula de admisión/escape.

6-3 Revisión de la tensión de la correa V

Empuje con el dedo el centro de la correa trapezoidal entre el alternador y la bomba de agua refrigerante. Si la desviación es de 10 - 15 mm, la tensión de la correa trapezoidal es aceptable. Si no es así, ajuste la tensión utilizando un ajustador en el alternador.



(Ajuste de la tensión de la correa trapezoidal)



6-4 Medición y comprobación de la presión de inyección y patrones de la pulverización de la válvula de inyección del combustible

1. Medición de la presión de inyección

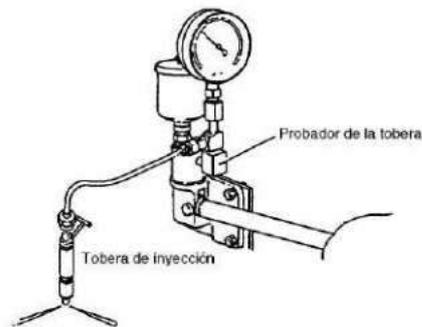
*: Quite cuidadosamente los posos de carbonilla de la tobera de inyección antes de medir.

(1) Conecte la válvula de inyección de combustible al tubo de alta presión del probador de la tobera.

(2) Mientras bombea la palanca del probador de la tobera, lea la galga de presión del probador de la tobera en el momento en que la tobera inicia la inyección de combustible.

*: Para la presión de inyección de cada motor, remítase al capítulo 1, "Especificaciones y Rendimiento"

(3) Si la lectura de la presión de inyección es menor que el valor especificado, cambie el separador de ajuste de presión por uno más grueso.



(Medición de la presión de inyección con un probador de toberas)

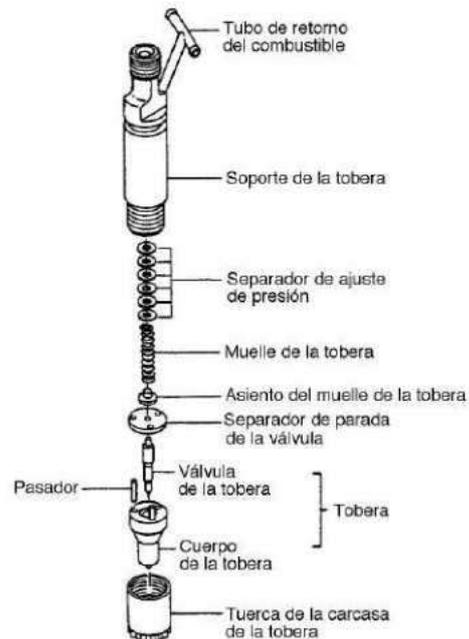
	Grosor del separador de ajuste de presión (mm.)	Ajuste de la presión de inyección
Sistema de inyección indirecta	0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5	Aumente el grosor del separador de ajuste de presión en 0,1 mm. y la presión de inyección aumenta aproximadamente en 7-10 kgf./cm ² .
Sistema de inyección directa	0,13, 0,15, 0,18, 0,4, 0,5, 0,8	Aumente el grosor del separador de ajuste de presión en 0,1 mm. y la presión de inyección aumenta aproximadamente en 19 kgf/cm ² .

[Referencia: Estructura de la válvula de inyección de combustible]

(Sistema de inyección indirecta)



(Sistema de inyección directa)

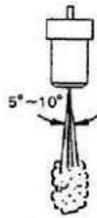


2. Patrón e la pulverización

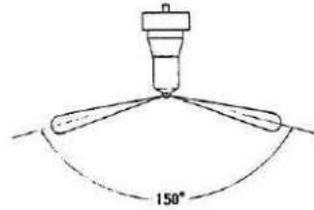
Mientras bombea la palanca del probador de la tobera de 4 a 6 veces por segundo a la presión de inyección especificada (véase el capítulo 1, Especificaciones y rendimiento), compruebe la pulverización. Si se encuentra con el siguiente problema, limpie o cambie la tobera.

- (1) Asegúrese de que la pulverización no es a chorro ni demasiado fina.
- (2) Asegúrese de que el combustible se pulveriza de forma cónica alrededor de la línea central de la tobera y de que el ángulo de expansión de la inyección del combustible es de 5-10 ° en el sistema de inyección indirecta o aproximadamente de 150° en el sistema de inyección directa.

[Patrón normal de pulverización]

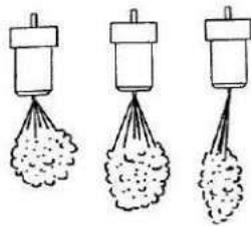


(Sistema de inyección indirecta)

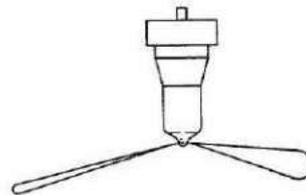


(Sistema de inyección directa)

[Patrones anormales de pulverización]



(Sistema de inyección indirecta)



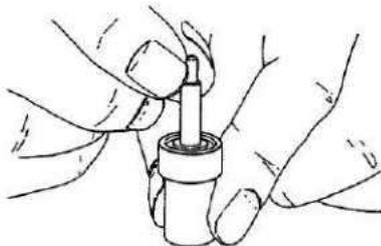
(Sistema de inyección directa)

- (3) Coloque una hoja de papel blanco a 30 cm por debajo de la tobera. La pulverización de inyección debería formar un círculo perfecto.
- (4) No debería gotear gasoil de la tobera después de la inyección.
- (5) No debería rezumar gasoil del orificio de inyección cuando se aumenta la presión a algo menos de los 20 kgf/cm² especificados.
- (6) Compruebe la inyección con el probador de la tobera. Ajustelo de nuevo y vuélvalo a comprobar si se produce una fuga excesiva de gasoil en la junta. Reemplace la tobera entera si la fuga de gasoil sigue siendo excesiva.

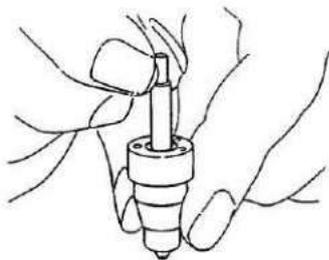
3. Prueba de deslizamiento de la válvula de la tobera

Lave cuidadosamente la válvula de la tobera utilizando aceite de diesel limpio. Sostenga el cuerpo de la tobera verticalmente y levante la válvula de la tobera aproximadamente 1/3 de su longitud con una mano.

Compruebe si la tobera cae suavemente por su propio peso al soltarla. Si es así, la válvula de la tobera está bien. En caso de que la tobera sea nueva, quite el precinto aislante, e introdúzcala en aceite diesel limpio, o similar, para limpiar las superficies interiores y exteriores y para quitar cuidadosamente el aceite antioxidante antes de utilizar la tobera. Fijese que una tobera nueva está revestida con aceite antioxidante y está precintada con un sello para aislarla del aire exterior.



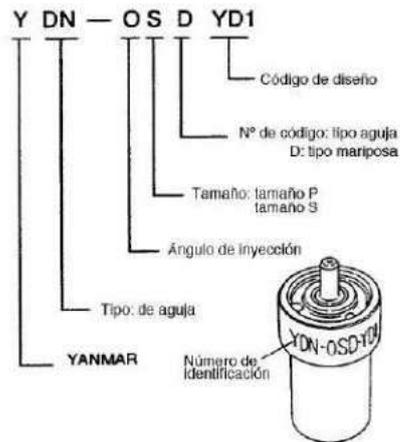
(Comprobación del deslizamiento de la válvula de la tobera por su peso para el sistema de inyección indirecta)



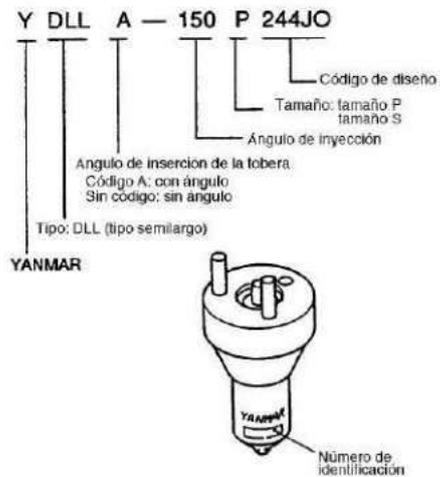
(Comprobación del deslizamiento de la válvula de la tobera por su peso para el sistema de inyección directa)

3. Número de identificación del cuerpo de la tobera

(Sistema de inyección indirecta)



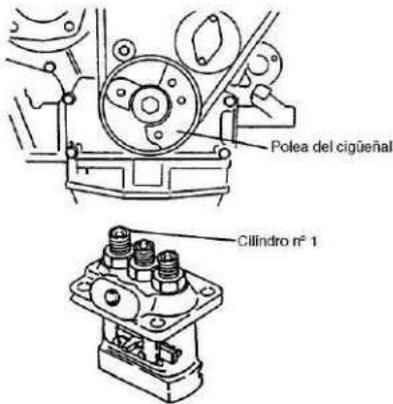
(Sistema de inyección directa)



6-5 Revisión y ajuste de los intervalos de inyección del combustible

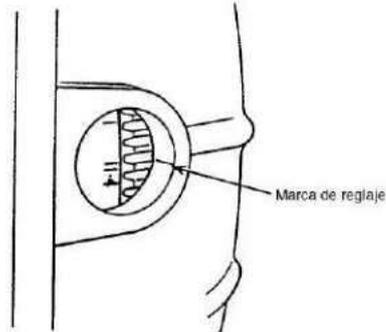
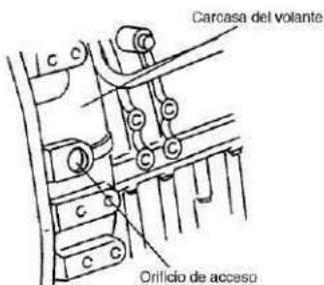
1. Sistema de inyección indirecta

- (1) Utilizando la polea del cigüeñal, gire el motor en la dirección especificada. Compruebe el reglaje de inyección en la válvula de descarga de la bomba de inyección del combustible para el cilindro nº1. (Los cilindros están numerados sucesivamente desde el cilindro nº1 del lado del volante).

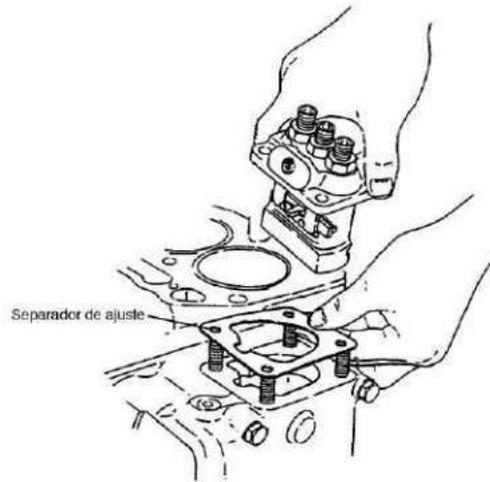


- (2) Cuando se gira el cigüeñal en la dirección indicada, aumenta el nivel de aceite en la punta del soporte del muelle de la válvula de descarga. En ese momento, pare el cigüeñal.
- (3) Identifique la marca de reglaje colocada en el volante a través del orificio de acceso de la carcasa del volante.

* Para el reglaje de inyección de combustible de cada modelo de motor, véase el capítulo 1, Especificaciones y Rendimiento.

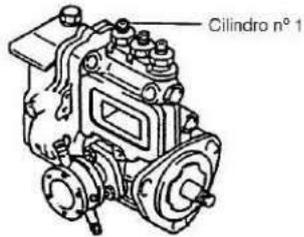
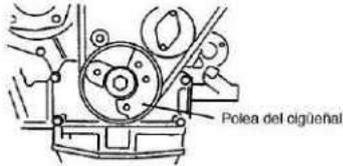


- (4) Si el reglaje de inyección actual difiere del reglaje especificado, quite la bomba de inyección de combustible, y ajuste el reglaje aumentando o disminuyendo el grosor del separador de ajuste entre la bomba de inyección del combustible y la caja de engranaje.
- Aumente el grosor del separador para retrasar el reglaje de inyección.
 - Disminuya el grosor del separador para adelantar el reglaje de inyección.



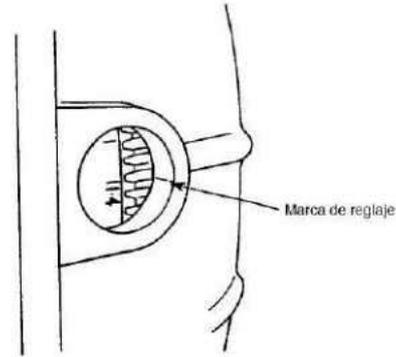
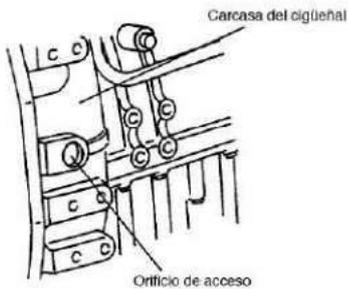
2. Sistema de inyección directa

- (1) Utilizando la polea del cigüeñal, gire el motor en la dirección especificada. Compruebe el reglaje de inyección en la válvula de descarga de la bomba de inyección del combustible para el cilindro nº1. (Los cilindros están numerados por orden desde el cilindro nº1 del lado del volante).

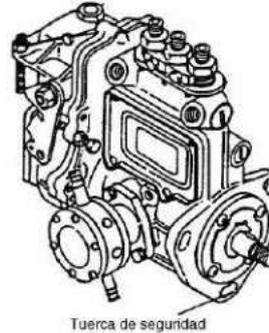


- (2) Cuando se gira el cigüeñal en la dirección indicada, aumenta el nivel de gasoil en la punta del soporte del muelle de la válvula de descarga. En ese momento, pare el cigüeñal.
- (3) Identifique la marca de reglaje colocada en el volante a través del orificio de acceso de la carcasa del volante.

*: Para el reglaje de inyección de combustible de cada modelo de motor, véase el capítulo 1, Especificaciones y Rendimiento.

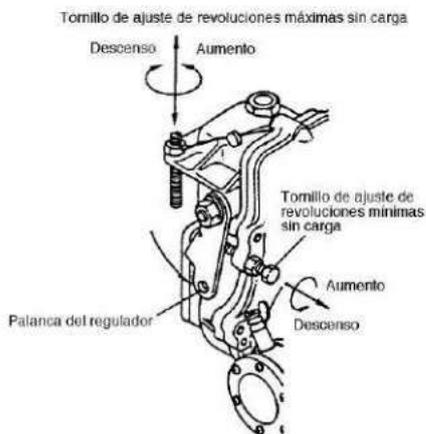


- (4) Si el reglaje de inyección medido difiere del reglaje especificado, ajuste el reglaje de inyección bajando la bomba de inyección de combustible hacia el motor o hacia el lado opuesto después de aflojar la tuerca de seguridad de la bomba de inyección de combustible.
- Si el reglaje de inyección se produce tarde, aleje la bomba de inyección de combustible del motor.
 - Si el reglaje del motor se produce demasiado temprano, baje la bomba de inyección hacia el motor.



6-6 Ajuste de las revoluciones a carga máxima y a ralentí

- (1) Primero caliente el motor. Después, aumente gradualmente la velocidad del motor hasta las revoluciones máximas a ralentí. (Véase el capítulo 1, Especificaciones y Rendimiento).
- (2) Si las revoluciones máximas a ralentí actuales son distintas de las especificadas, ajústelas utilizando el tornillo de ajuste de revoluciones máximas sin carga.
- (3) Ponga el motor a ralentí. (véase el capítulo 1, Especificaciones y Rendimiento) girando el tornillo de ajuste.



*: El gráfico muestra una vista en perspectiva parcial del regulador del sistema de inyección directa.

6-7 Revisión del sistema de refrigeración y fugas de agua en el radiador

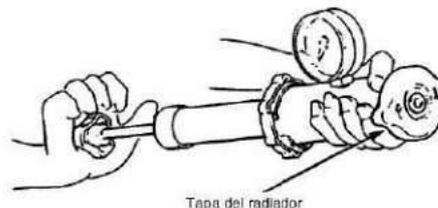
1. Comprobación de las fugas de agua en el sistema de refrigeración

*: El sistema de refrigeración puede ser revisado con el motor caliente. .

- (1) Suministre agua refrigerante hasta el nivel normal de agua del radiador. Conecte el comprobador de tapas al radiador.
- (2) Arranque la bomba de agua refrigerante, y póngala en una presión de $0,9 \pm 0,15$ kgf./cm². Una lectura inferior de la galga de presión del comprobador indica una fuga de agua del sistema de agua refrigerante. En ese caso, detecte la parte donde se produce la fuga de agua del sistema de agua refrigerante.



(Comprobación de fugas de agua en el sistema de refrigeración)



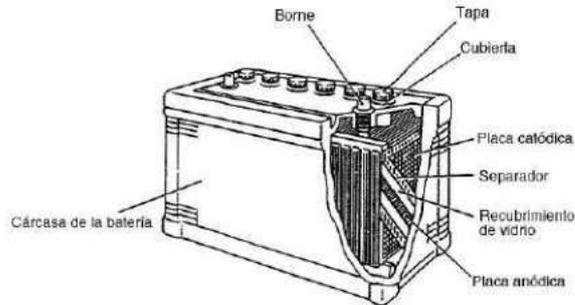
(Comprobación de la tapa del radiador)

1. Comprobación de la tapa del radiador

Conecte la tapa del radiador a un comprobador de tapas. Colóquelo a una presión de $0,9 \pm 0,15$ kgf./cm². Compruebe si la tapa se abre a la presión establecida. Si no se abre, cambie la tapa porque está defectuosa.

6-8. Revisión de la batería

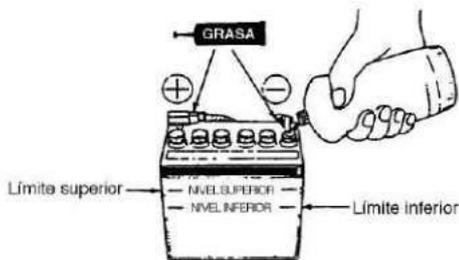
1. Estructura de la batería



2. Comprobación de la batería

(1) Nivel de electrolitos

Compruebe el nivel de electrolitos de cada celda. Si el nivel es bajo, añada agua desionizada para llegar al nivel superior (UPPER) como se ilustra a continuación.



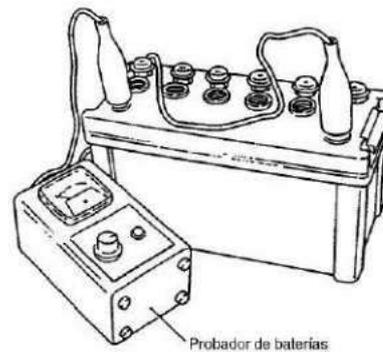
(2) Carga de la batería

Compruebe el estado de la batería utilizando un probador de baterías o un densímetro. Si la batería está descargada, cárguela de nuevo.

○ Medición con un probador de baterías

Para comprobar la batería con un probador de baterías, coloque firmemente la pinza roja en el borne positivo de la batería y la pinza negra en el borne negativo. Determine el nivel de carga de la batería según la posición de la aguja:

- Zona verde: normal
- Zona amarilla: algo descargada
- Zona roja: anormal o prácticamente descargada



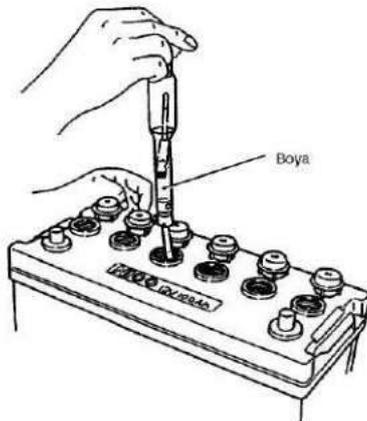
(Medición de la carga de la batería con un probador de baterías)

Medición con un densímetro

Al utilizar un densímetro, corrija la densidad específica conforme a la temperatura. La densidad específica del electrolito de la batería es la densidad estándar si se mide a 20°C. Corrija la densidad específica de acuerdo a la siguiente ecuación, ya que varía en 0,0007 por 1°C.

$$S_{20} = S_t + 0.0007 (t-20)$$

└──┬──┘ Temperatura del electrolito medido
└──┬──┘ Densidad específica medida
└──┬──┘ Densidad específica convertida a 20°C



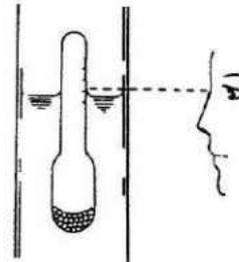
(Medición de la carga restante de la batería con un densímetro)

Densímetro y carga restante de la batería

Densidad específica (a 20°C)	Nivel descargado (%)	Nivel restante (%)
1.260	0	100
1.210	25	75
1.160	50	50
1.110	75	25
1.060	100	0



(Densímetro)



(Cómo leer un densímetro)

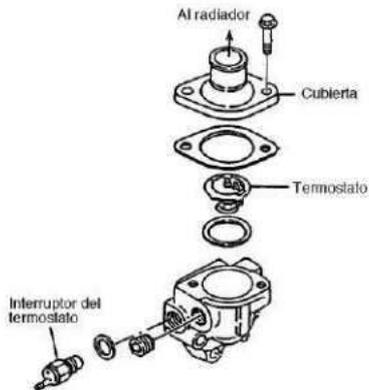
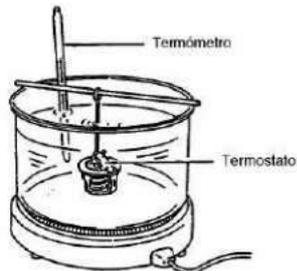
- (3) **Bornes**
Arregle o limpie los bornes si están corroídos o sucios.
- (4) **Empalmes**
Arregle o cambie los empalmes si están corroídos. Ajustelos de nuevo si están flojos.
- (5) **Estado de la batería**
Cambie la batería si está agrietada o deformada. Limpiela con agua limpia si está sucia.

6-9. Revisión de los sensores

1. Revisión del termostato y del interruptor del termostato

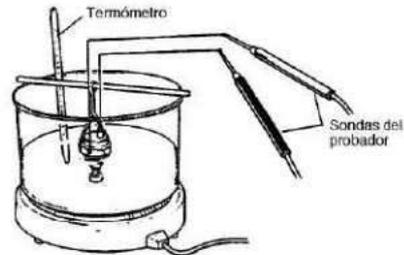
(1) Termostato

Coloque el termostato en un recipiente con agua. Caliente el agua mientras mide la temperatura de esta. Asegúrese de que el termostato funciona a la temperatura de 69,5 – 72,5°C. (80,5 – 83,5°C se utiliza como partes opcionales)



(2) Interruptor del termostato

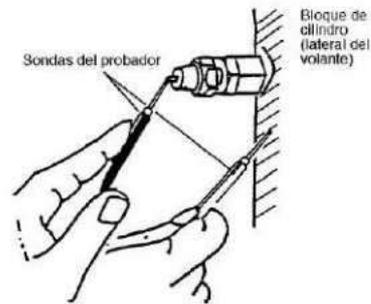
Coloque el interruptor del termostato en un recipiente con anticongelante o aceite. Caliente el líquido mientras mide la temperatura de éste. Si el probador indica continuidad a la temperatura de 107–113°C, el interruptor del termostato es aceptable.



2. Interruptor de presión de aceite lubricante.

Quite la conexión del interruptor de presión de aceite lubricante.

Mientras hace funcionar el motor, ponga las sondas del probador en contacto con el terminal del interruptor y el bloque del cilindro. Si el probador indica continuidad, el interruptor de presión de aceite lubricante está defectuoso.



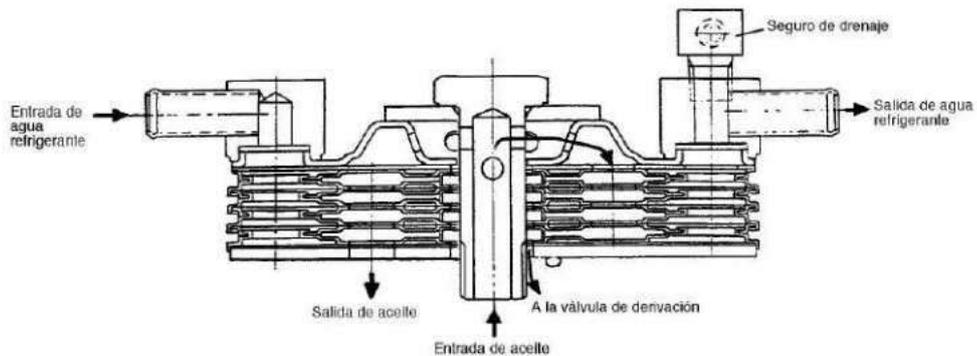
(Prueba de continuidad)

6-10. Revisión de la refrigeración del aceite

El radiador del aceite es de tipo central y se refrigera con agua limpia. Se instala como un componente estándar de los motores con turboalimentador de la serie TNE.

- (1) Cuando vuelva a montar el radiador, cambie la junta del seguro y las arandelas.
- (2) Cuando desmonte y limpie el refrigerador de aceite para su inspección periódica, quite las incrustaciones utilizando el agente desincrustante tipo "Unicon 146".
- (3) Comprobación de fugas del tubo de refrigeración.

Cierre todas las entradas y salidas del tubo del radiador. Aplique presión de aire (5,0 kg/cm²) desde el otro extremo y compruebe si se produce una fuga de aire al sumergir el tubo en el agua. Si existe una fuga, arregle o cambie el tubo del radiador.



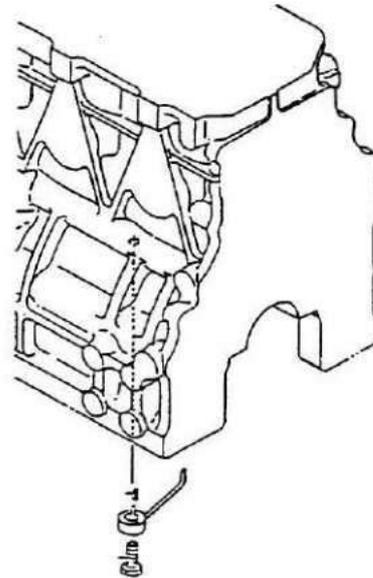
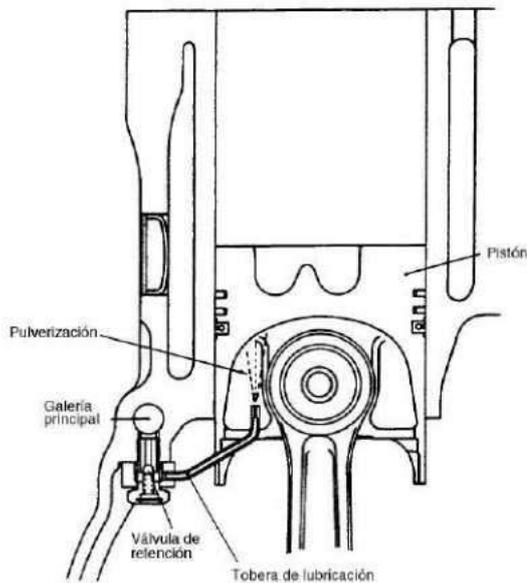
6-11. Revisión de la boquilla de refrigeración del pistón

La boquilla de refrigeración del pistón se instala como un componente estándar en los motores con turboalimentador de la serie TNE.

(1) Función de la boquilla de refrigeración

Se instala una boquilla hecha de tubo de acero bajo la galería principal del cuerpo del cilindro. El aceite lubricante de la galería principal se concentra en el orificio de la boquilla (\varnothing 1,77 mm.) en el extremo del tubo de acero para pulverizarlo a chorro. Este chorro entra en contacto con la cara posterior del pistón para refrigerarlo.

Tasa de flujo del chorro	1.3 e/ min
Presión del chorro	3.5 kg / cm ²



(2) Comprobación de la tobera de lubricación del pistón

1. Compruebe si el orificio de la tobera situado en el extremo está obstruido por suciedad o cuerpos extraños y límpielo.
2. Compruebe si la parte soldada del tubo de acero está suelto o vibra. Cámbielo por uno nuevo si está defectuoso.

7. Procedimiento de medición, Datos de servicio y Correcciones

Para el mantenimiento de las distintas piezas, asegúrese de realizar las mediciones conforme al siguiente procedimiento de medición. Si se detecta algún problema o si alguna pieza tiene un tamaño diferente al estándar, cámbiela por una nueva. Sin embargo, si alguna pieza dentro del límite se prevé que va a ser distinta del estándar, probablemente debido a su uso, asegúrese de cambiarla por adelantado.

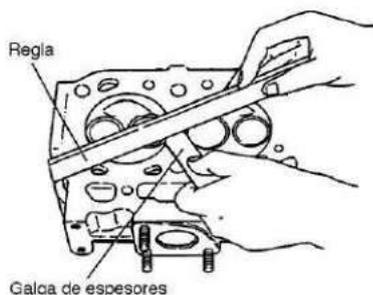
7-1 Culata

1. Distorsión e inspección de la superficie de combustión

- (1) Quite las válvulas de admisión / escape y la válvula de inyección del combustible del motor. Limpie la superficie de la culata.
- (2) Coloque una regla a lo largo de los cuatro laterales y de cada diagonal de la culata. Mida la holgura entre la regla y la superficie de combustión con una galga de espesores.

(mm)

Distorsión de la superficie de combustión	Estándar	Límite de desgaste
Todos los modelos	0.05 o menos	0.15



(Medición de la distorsión de la superficie de combustión)

- (3) Compruebe visualmente si la superficie de combustión está descolorida o tiene grietas. Además, utilice el estuche de comprobación del color para las grietas.

2. Asientos de las válvula de admisión/escape

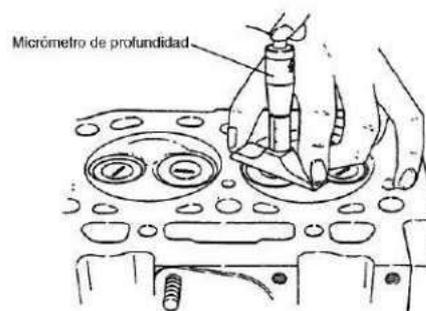
(1) Profundidad de la válvula

El rendimiento de la combustión puede descender después de largos periodos de uso y de repetidos rectificandos. Mida la profundidad y cambie la válvula y el asiento de la válvula si la profundidad de la válvula es superior al valor estándar.

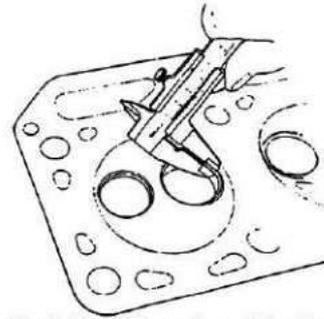
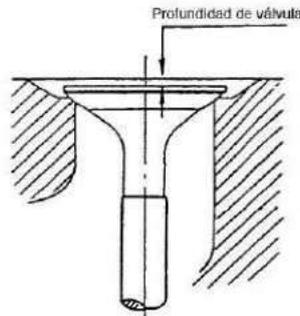
(mm)

		2/3TNE68		3TNE74	
		Estándar	Límite desgaste	Estándar	Límite desgaste
Profundidad de válvula	Válvula admisión	0.3~0.5	1.0	0.4~0.6	1.0
	Válvula escape	0.75~0.95	1.0	VM:0.75~0.95 CH:0.40~0.60 VH:0.40~0.60	1.0

		3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite desgaste	Estándar	Límite desgaste
Profundidad de válvula	Válvula admisión	0.296 ~0.496	1.0	0.306 ~0.506	1.0
	Válvula escape	0.3~0.5	1.0	0.3~0.5	1.0



(Medición de la profundidad de la válvula)



(Medición de la anchura del asiento de la válvula)

(2) Anchura y ángulo del asiento de la válvula

Quite los posos de carbonilla de la superficie del asiento. Mida la anchura y el ángulo del asiento utilizando el calibre Vernier y una galga de ángulos.

[Corrección del asiento de la válvula]

- (1) Si la superficie del asiento está gastada o áspera, rectifique la superficie del asiento con un compuesto de la válvula mezclado con aceite hasta que esté suave.
- (2) Cuando la superficie del asiento está gastada o muy áspera, corrija la superficie del asiento utilizando una rectificadora de asientos de válvulas o una fresadora y termínela según el paso (1).

(mm)

		2/3TNE68		3TNE74	
		Estándar	Límite desgaste	Estándar	Límite desgaste
Profundidad de válvula	Admisión	1.15	1.65	1.44	1.98
	Escape	1.41	1.91	1.77	2.27
Ángulo de asiento	Admisión	120°	—	120°	—
	Escape	90°	—	90°	—



[Uso de la rectificadora y de la fresadora]

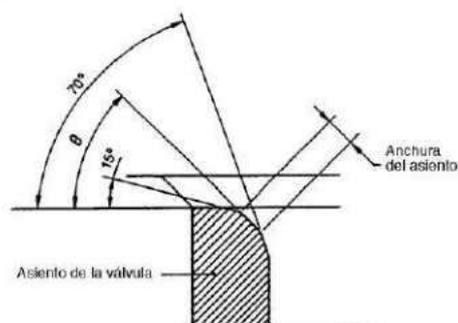
- (1) Corrija la superficie áspera del asiento con una rectificadora de asientos de válvula y una fresadora.

Rectificadora	Ángulo (q)
Válvula de admisión	30°
Válvula de escape	45°

- (2) Cuando la anchura del asiento sea mayor que el valor inicial, corrija la rectificando la superficie del asiento con una rectificadora o una fresadora de 70°. Después, rectifique el asiento hasta la anchura estándar con una rectificadora de 15°.

* Cuando utilice una fresadora, ejerza presión uniformemente, teniendo cuidado de evitar un corte desigual.

		3TNE78A 3TME82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite desgaste	Estándar	Límite desgaste
Profundidad de válvula	Admisión	1.36 ~1.53	1.98	1.07 ~1.24	1.74
	Escape	1.66 ~1.87	2.27	1.24 ~1.45	1.94
Ángulo de asiento	Admisión	120°	—	120°	—
	Escape	90°	—	90°	—

**(Ángulo de corrección del asiento de la válvula)**

(3) Unte el compuesto de la válvula con aceite y remate el asiento con un esmerilado.

* Si es necesario corregir algún valor, asegúrese de medir la holgura de engrase entre el diámetro exterior del vástago de la válvula y el diámetro interior de la guía. Si es superior al límite, cambie la válvula o la guía antes de corregir la superficie del asiento. (Para la holgura de engrase entre la válvula y la guía, véase la sección 3).

(4) Finalmente, rectifique la válvula utilizando sólo aceite.

* 1. Después de que se haya corregido el asiento, limpie cuidadosamente la válvula y la culata utilizando gasoil o similar. Quite con cuidado los restos o el polvo.

2. Si el contacto es malo, siga los pasos (3) y (4).

[Extracción del asiento de la válvula]

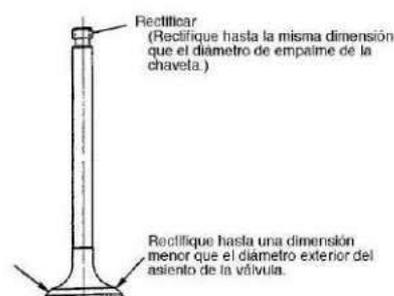
Sin asiento de válvula	2/3TNE68: 3 TNE74: Sistema de inyección directa:	All VM CL y VM
Con asiento de válvula	3TNE74 (IDI): Sistema de inyección directa: Motor con turboalimentador:	CH y VH CH y VH todos

(1) Rectifique la circunferencia de la cabeza de la válvula hasta una dimensión menor que el diámetro exterior del asiento.

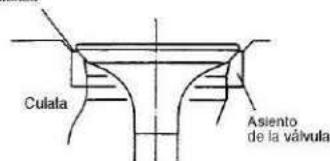
(2) Rectifique la circunferencia del extremo del vástago de la válvula hasta la misma dimensión que el diámetro de empalme de la chaveta.

(3) Suelde la cabeza de válvula con el asiento en tres posiciones.

(4) Golpee el extremo del vástago de la válvula para extraer el asiento de la válvula.



Suelde la válvula con el asiento en tres posiciones

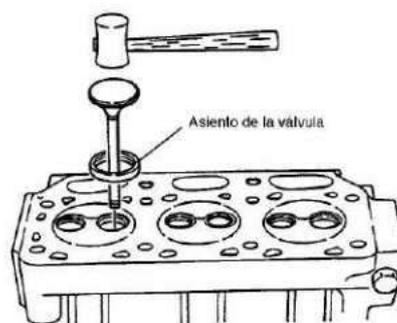
**[Inserción del asiento de la válvula]**

(1) Coloque el asiento de la válvula en un recipiente con nitrógeno líquido, éter o alcohol con hielo seco para enfriarlo lo suficiente.

(2) Caliente la culata alrededor de la parte donde se inserta el asiento de la válvula hasta 80 ~ 100°C con un secador.

(3) Con la nueva válvula de admisión/escape, inserte firmemente el asiento de la válvula lo suficientemente frío en la culata golpeando con un martillo suavemente la cabeza de la válvula de admisión/escape.

(4) Mantenga verticalmente la culata hasta que se haya enfriado a una temperatura normal.

**(Inserción del asiento de la válvula)**

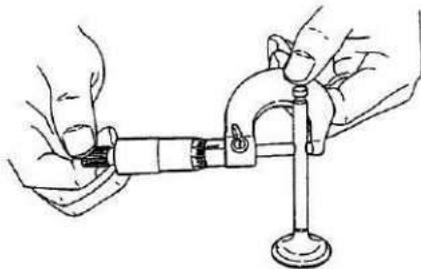
3. Válvula de admisión /escape

(1) Desgaste y curvatura del vástago

Cambie el vástago de la válvula si está muy curvado o gastado. En ese caso, cambie al mismo tiempo la guía.

(2) Vástago y guía de la válvula

La holgura de engrase es la diferencia entre el diámetro interior de la guía de la válvula medida con un micrómetro de tres puntos (capaz de medir el diámetro interior entre 4 mm. y 8 mm.) o una galga de cilindro (capaz de medir 6mm. o un diámetro mayor) y el diámetro exterior del vástago medido con un micrómetro. Si la holgura de engrase está cerca del límite, cambie la válvula de admisión/escape y la guía de la válvula por unas nuevas.



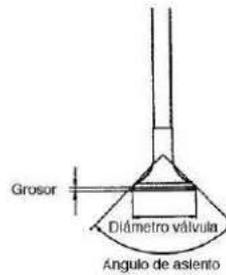
(Medición del diámetro exterior del vástago de la válvula)

		3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Válvula admisión	Diám. exterior del vástago	6.945 -6.960	6.9	7.955 -7.975	7.9
	Diám. interior de la guía	7.000 -7.015	7.08	8.010 -8.025	8.1
	Holgura de engrase	0.040 -0.070	0.18	0.035 -0.070	0.2
Válvula escape	Diám. exterior del vástago	6.940 -6.955	6.9	7.955 -7.970	7.9
	Diám. interior de la guía	7.015 -0.045	7.08	8.015 -8.030	8.1
	Holgura de engrase	0.045 -0.075	0.18	0.045 -0.075	0.2

(3) Grosor de la cabeza de válvula

Mida el grosor de la cabeza de válvula con un micrómetro.

Cuando el valor medido esté cerca del límite, cambie la válvula por una nueva.



(mm)

(mm)

		2/3TNE68		3TNE74	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Válvula admisión	Diám. exterior del vástago	5.460 -5.475	5.4	6.960 -6.975	6.9
	Diám. interior de la guía	5.500 -5.515	5.58	7.005 -7.020	7.08
	Holgura de engrase	0.025 -0.055	0.18	0.030 -0.060	0.18
Válvula escape	Diám. exterior del vástago	5.445 -5.460	5.4	6.945 -6.960	6.9
	Diám. interior de la guía	5.500 -5.515	5.58	7.005 -7.020	7.08
	Holgura de engrase	0.040 -0.070	0.18	0.045 -0.075	0.18

		2/3TNE68		3TNE74	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Grosor de la culata	Válvula admisión	0.85 -1.15	0.50	0.99 -1.29	0.50
	Válvula escape	0.95 -1.25		0.95 -1.25	

		3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Grosor de la culata	Válvula admisión	1.244 -1.444	0.50	1.244 -1.444	0.50
	Válvula escape	1.35 -1.55		1.35 -1.55	

[Cambio de la guía de la válvula]

(1) Extraiga la guía de la válvula de la culata utilizando la herramienta de extracción de la guía de la válvula.

* Para la herramienta de extracción de la guía de la válvula, véase el capítulo 5, 5-1.

(2) Coloque la guía de la válvula en un recipiente con nitrógeno líquido, éter o alcohol junto con hielo seco para enfriarla. Después, golpee la guía de la válvula lo suficientemente fría para que encaje en la culata utilizando la herramienta de inserción de la guía de la válvula.

* Para la herramienta de inserción de la guía de la válvula, véase el capítulo 5, 5-1.

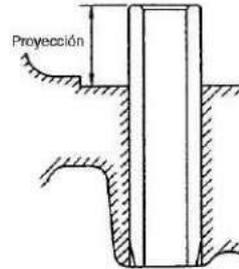
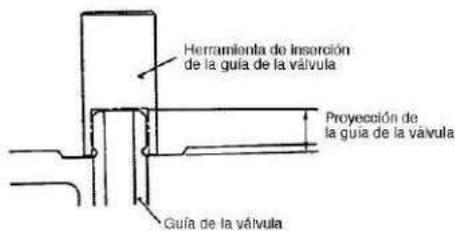
(3) Después de insertar la guía de la válvula, termine el interior de la guía de la válvula con un escariador.

(4) Compruebe la proyección de la guía de la válvula.

(mm)

	2/3TNE68		3TNE74	
	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Proyección de la guía de la válvula	7	—	9	—

	3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Proyección de la guía de la válvula	12	—	15	—



(Proyección de la guía de la válvula)

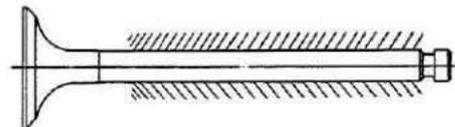
4. Sello del vástago de la válvula

[Momento de cambiarlo]

- (1) Cuando la pérdida de aceite es excesiva
- (2) Cuando se quita el sello
- (3) Cuando se quitan las válvulas de admisión/ escape

[Precauciones para la instalación]

Asegúrese de que toda la superficie del vástago de la válvula está lisa y aplíquelo el aceite lubricante necesario antes de volver a montar las válvulas de admisión /escape.



(La parte sombreada indica dónde se debe aplicar el aceite lubricante)

5. Comprobación del muelle de la válvula

- (1) Compruebe visualmente si el muelle de la válvula tiene defectos o está corroído.
- (2) Mida la longitud libre (longitud del muelle) y la inclinación (escuadra del lado de la bobina) y la inclinación (escuadra del lado de la bobina)

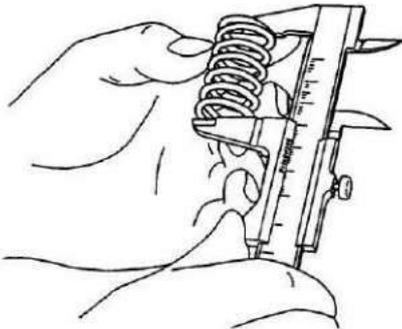
(mm)

		2/3TNE68		3TNE74	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Muelle de válvula	Longitud libre	28	—	37.4	—
	Inclinación	—	0.8	—	1.0
	Tensión (kg) (comprimido a 1 mm.)	1.14 ~1.40	—	*2.37/ 1.87	—

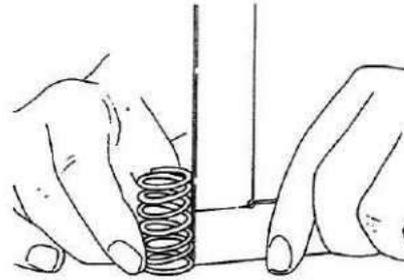
*Tensión con alargamiento variable

		3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Muelle de válvula	Longitud libre	44.4	—	42	—
	Inclinación	—	1.1	—	1.1
	Tensión (kg) (comprimido a 1 mm.)	*3.61 /2.71	—	*2.36 /3.101	—

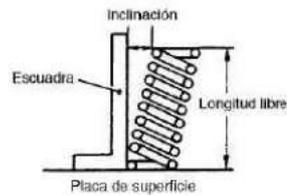
*Tensión con alargamiento variable



(Medición de la longitud libre)



(Medición de la inclinación del muelle de la válvula)



(Medición de la inclinación del muelle de la válvula)

6. Comprobación del soporte del muelle de la válvula y de la chaveta

Compruebe el contacto de la superficie interior del soporte del muelle de la válvula con la circunferencia de la chaveta, así como el contacto de la circunferencia interior de la chaveta con la ranura en la cabeza del vástago de la válvula. Si ese contacto no es uniforme o si la chaveta se hunde, cambie la chaveta por una nueva.

7-2 Bloque de cilindro

1. Comprobación del bloque de cilindro

- (1) Compruebe visualmente si el bloque del cilindro tiene fugas de agua, fugas de aceite y grietas. Si sospecha que el bloque del cilindro tiene grietas, compruébelo con la prueba del color.
- (2) Cambie el bloque del cilindro si está muy deteriorado y no se puede corregir.
- (3) Limpie cuidadosamente todos los orificios de engrase. Asegúrese de que no están obstruidos.

2. Medición de diámetro interior y de la distorsión del cilindro

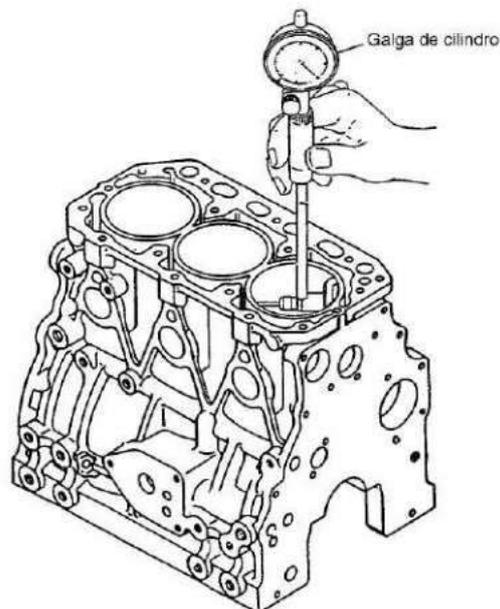
Mida el diámetro interior de cada cilindro con una galga. Mida el cilindro en el punto A, aproximadamente a 20 mm. por debajo de la cresta de la camisa y en los puntos b y c con una separación similar ($a-b = b-c$).

Obtenga la distorsión, redondez y cilindridad de cada cilindro a partir de los valores medidos como se detalla a continuación:

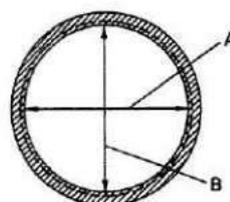
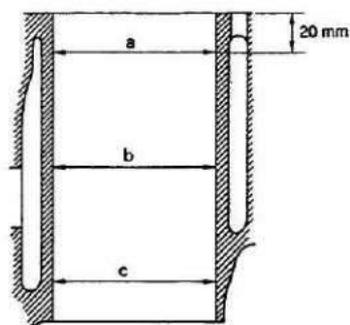
- O Redondez:
Diferencia entre los valores máximo y mínimo del diámetro interior del cilindro en la misma sección transversal de cada camisa.
- O Cilindridad
Diferencia entre los valores máximo y mínimo del diámetro interior del cilindro en la misma dirección de cada camisa.

Se necesita esmerilar y taladrar el cilindro cuando el valor medido es superior al límite.

- * Para el pistón y el juego de segmentos sobredimensionados, remítase a este capítulo, 7-4,8.



(Medición del diámetro interior del cilindro)



Nota: Debería medirse en los puntos a, b y c, en las direcciones A y B

(Posiciones de medición del diámetro interior del cilindro)

(mm)

	2/3TNE68		3TNE74	
	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Diámetro interior del cilindro	68.000 ~68.030	68.20	74.000 ~74.030	74.20
Redondez del cilindro	0.00 ~0.01	0.03	0.00 ~0.01	0.03
Cilindricidad	0.00 ~0.01	0.03	0.00 ~0.01	0.03

	3TNE78A		3TNE82A 3/4TNE82	
	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Diámetro interior del cilindro	78.000 ~78.030	78.20	82.000 ~82.030	82.20
Redondez del cilindro	0.00 ~0.01	0.03	0.00 ~0.01	0.03
Cilindricidad	0.00 ~0.01	0.03	0.00 ~0.01	0.03

	3/4TNE84(T)		3/4TNE88	
	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Diámetro interior del cilindro	84.000 ~84.030	84.20	88.000 ~88.030	88.20
Redondez del cilindro	0.00 ~0.01	0.03	0.00 ~0.01	0.03
Cilindricidad	0.00 ~0.01	0.03	0.00 ~0.01	0.03

3. Esmerilado

(1) Práctica del esmerilado

Esmerile o barre el cilindro si está gastado, defectuoso o deteriorado. El desgaste ligeramente desigual y los defectos pueden rectificarse perfectamente con una esmeriladora. Sin embargo, habría que barrenar primero y después esmerilar el desgaste muy desigual. Es importante tomar en consideración si el cilindro puede alcanzar una redondez perfecta después de rectificarlo, barrenarlo, o ambos, o considerar el desgaste máximo. Además, se debe estudiar cuidadosamente si se pueden aplicar los pistones sobredimensionados y el juego de segmentos. (Para los pistones y el juego de segmentos sobredimensionados, véase el capítulo 7-4, 8.)



(Esmeriladora)

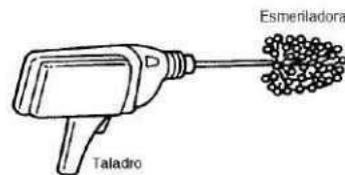
(2) Procedimiento para utilizar una esmeriladora

Es una práctica común utilizar una esmeriladora para rectificar el cilindro. El procedimiento para su utilización se detalla en la tabla siguiente. Cualquier material debe poder rectificarse aproximadamente 1/1000 mm.

A. Material necesario

Esmeriladora, taladro, y líquido para esmerilar

Modelo	Nº de código Yanmar de la esmeriladora	Diámetro aplicable (mm.)
2/3TNE68	129400-92400	63-70
3TNE74	129400-92410	70-76
3TNE78A/82A 3/4TNE82 3/4TNE84(T)	129400-92420	76-89
3/4TNE88	129400-92430	83-95

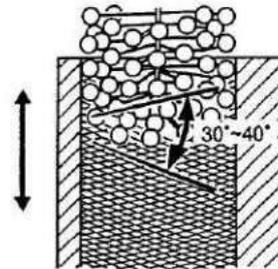


B. Procedimiento de manejo

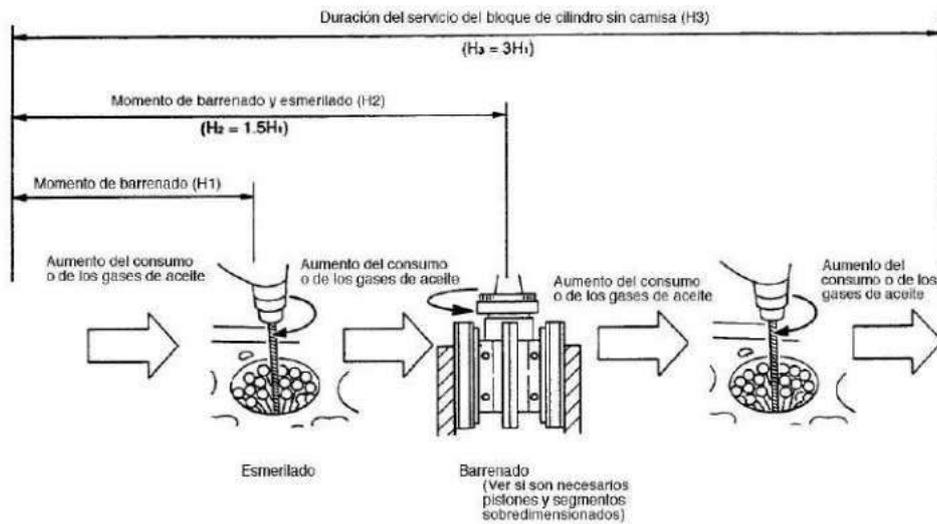
Aplique el líquido de esmerilar a la esmeriladora. Insértela en el cilindro mientras lo gira, muévelo hacia arriba y hacia abajo durante 30 segundos en un ángulo de 30 - 40° (sombreado en el gráfico). Extraiga la esmeriladora mientras lo gira.

* Utilice la esmeriladora a una velocidad de 300-1200 rpm. Podría ser peligroso utilizarla a una velocidad mayor.

* No inserte nunca ni extraiga la esmeriladora del cilindro con el taladro parado.



4. Revisión del cilindro (Referencia)



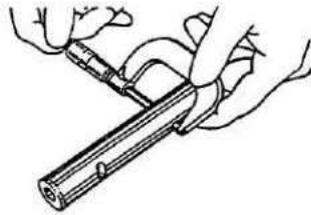
7-3 Balancín de la válvula

1. Medición del diámetro exterior del eje del balancín y diámetro interior del balancín

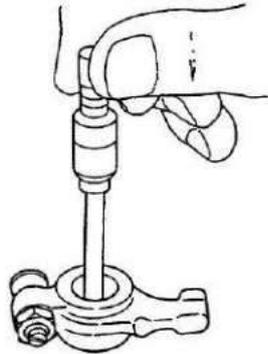
La holgura de engrase es la diferencia entre el diámetro interior del balancín medido con la galga de cilindros y el diámetro exterior del eje del balancín medido con un micrómetro. Cuando la holgura de engrase esté casi en el límite, cambie el eje del balancín y el balancín.

(mm)

		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A/82A 3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Balancín de la válvula de admisión/escape	Diámetro exterior del eje del balancín	9.972 ~9.987	9.95	11.966 ~11.984	11.95	15.966 ~15.984	15.95
	Diámetro interior del cojinete del balancín	10.000 ~10.020	10.09	12.000 ~12.020	12.09	16.000 ~16.020	16.09
	Holgura de engrase	0.013 ~0.048	0.14	0.016 ~0.054	0.14	0.016 ~0.054	0.14



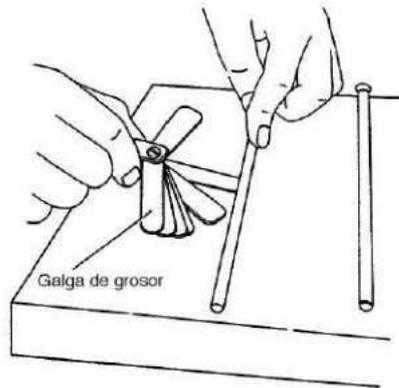
(Medición del diámetro exterior del eje del balancín)



(Medición del diámetro interior del balancín)

2. Comprobación de la curvatura de la varilla, del diámetro exterior del taqué y de la superficie de contacto

Coloque la varilla en un soporte y mida el hueco entre la varilla y el soporte para asegurarse de que la varilla está totalmente en contacto con el soporte. Mida, también, el diámetro exterior del taqué con un micrómetro.



(Medición de la curvatura de la varilla)

(mm)

		2/3TNE66		3TNE74		3TNE76A/82A, 3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Curvatura de la varilla		0.03 o menos	—	0.03 o menos	—	0.03 o menos	—
Taqué	Diámetro exterior del vástago del taqué	17.950 ~17.968	17.93	20.927 ~20.960	20.90	11.975 ~11.990	11.93
	Diámetro interior del orificio guía del taqué	18.000 ~18.018	18.05	21.000 ~21.021	21.05	12.000 ~12.018	12.05
	Holgura de engrase	0.032 ~0.068	0.12	0.040 ~0.094	0.15	0.010 ~0.043	0.12

3. Otras pruebas

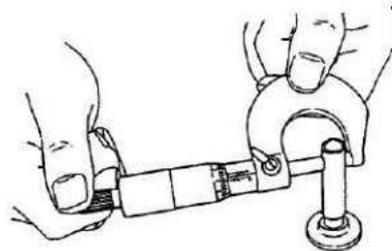
(1) Muelle del eje del balancín de la válvula

Compruebe si el muelle del eje del balancín de la válvula está corroído o gastado. Si lo está, cámbielo por otro.

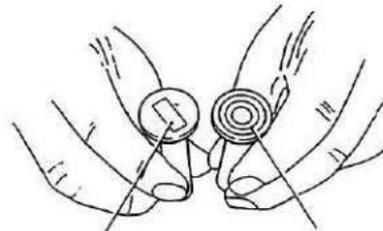
(2) Desgaste del balancín y de la tapa de la válvula

Compruebe las superficies de contacto del balancín de la válvula de admisión /escape con la tapa de la válvula. Si alguna de ellas está anormalmente gastada o parcialmente escamada, cámbielas.

(3) Compruebe la parte en la que el tornillo de ajuste de la holgura de la válvula está en contacto con la varilla. Si esta parte está gastada o escamada, cambie la varilla o el tornillo de ajuste.

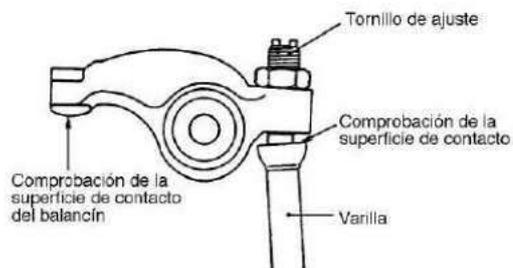


(Medición del diámetro exterior del taqué)



Superficie de contacto anormal Superficie de contacto normal

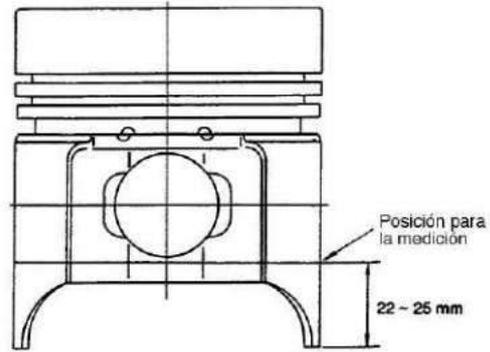
(Comprobación de la superficie de contacto del taqué)



7-4. Pistón y juego de segmentos

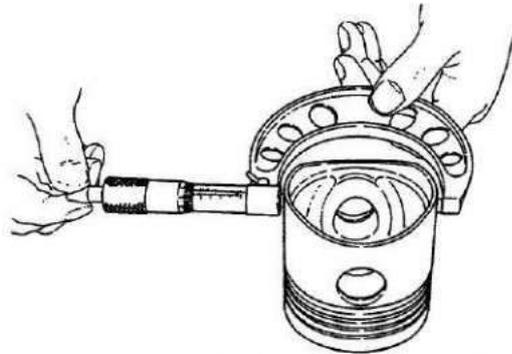
1. Comprobación del pistón

- (1) Quite los depósitos de carbonilla de la cabeza y de la superficie de combustión del pistón para no dañar el pistón. Compruebe que no haya ninguna grieta o desperfecto.
- (2) Examine la circunferencia y la ranura del segmento del pistón y cámbielo si está gastado o deteriorado.



2. Medición del diámetro exterior del pistón

Para medir el diámetro exterior del pistón, mida el diámetro mayor del orificio ovalado en dirección vertical hacia el orificio pequeño y a 22 - 25 mm. del extremo más bajo del pistón.

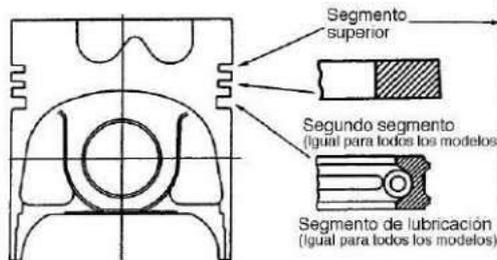


(Medición del diámetro exterior del pistón)

	2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A	3TNE82A	3/4TNE82	3/4TNE84(T)	3/4TNE88							
	VM, VH		CH													
	Estándar	Límite de uso														
Diámetro exterior del pistón	67.960 -67.990	67.90	67.940 -67.970	67.90	73.940 -73.970	73.90	77.950 -77.980	77.90	81.950 -81.980	81.90	81.945 -81.975	81.90	83.945 -83.975	83.90	87.945 -87.975	87.90
Holgura mínima entre el pistón y el cilindro	0.025 -0.055	-	0.045 -0.075	-	0.045 -0.075	-	0.035 -0.065	-	0.035 -0.065	-	0.040 -0.070	-	0.040 -0.070	-	0.040 -0.070	-

(mm)

3. Forma del juego de segmentos

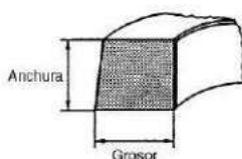


Modelo	2/3TNE68, 3TNE74
Aplicación	VM, CH, VH
Segmento superior	

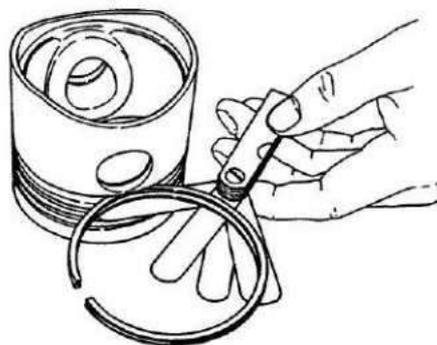
Modelo	3TNE78A/82A, 3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88
Aplicación	CL, VM CH, VH, con tuboalimentador
Segmento superior	

4. Medición del ancho de la ranura del segmento, el ancho del juego de segmentos y de la holgura de los extremos

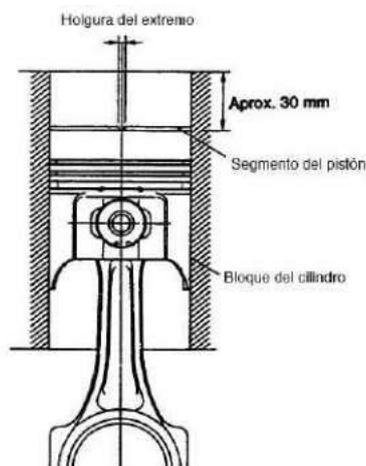
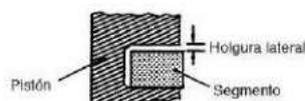
Para medir la anchura de la ranura del segmento, mida primero la anchura del juego de segmentos. Después, inserte el juego de segmentos en la ranura del segmento que se ha limpiado cuidadosamente. Inserte una galga de espesores entre el juego de segmentos y la ranura para medir el hueco entre ellos. Halle la anchura de la ranura del segmento sumando la anchura del segmento a la holgura que se ha medido.



Para medir la holgura del extremo, empuje el juego de segmentos hacia la camisa utilizando la cabeza del pistón, inserte una galga de espesores para medir la holgura de los extremos. Si la camisa está gastada, mida la holgura del extremo después de empujar el juego de segmentos hacia la parte de la camisa que esté menos gastada (aproximadamente a 30 mm. del extremo más bajo de la camisa).



(Medición de la holgura lateral)



(Medición de la holgura del extremo del segmento del pistón)

(mm)

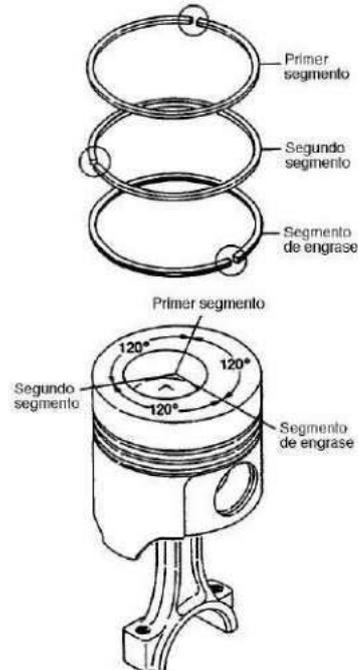
		2/3TNE68		3TNE74		3TNE76A		3TNE82A, 3/4TNE82, 3/4TNE84(T)		3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Segmento superior	Anchura de la ranura del segmento	1.550 ~1.570	—	1.550 ~1.570	—	2.035 ~2.050	—	2.065 ~2.080	—	2.060 ~2.075	—
	Anchura del segmento	1.470 ~1.490	—	1.470 ~1.490	—	1.940 ~1.960	—	1.970 ~1.990	—	1.970 ~1.990	—
	Holgura lateral mínima	0.060 ~0.100	—	0.060 ~0.100	—	0.075 ~0.110	—	0.075 ~0.110	—	0.070 ~1.105	—
	Holgura de los extremos	0.100 ~0.250	1.5	0.200 ~0.400	1.5	0.200 ~0.400	1.5	0.200 ~0.400	1.5	0.200 ~0.400	1.5
Segundo segmento	Anchura de la ranura del segmento	1.540 ~1.555	—	1.520 ~1.535	—	2.025 ~2.040	—	2.035 ~2.050	—	2.025 ~2.040	—
	Anchura del segmento	1.430 ~1.450	—	1.410 ~1.430	—	1.975 ~1.990	—	1.970 ~1.990	—	1.970 ~1.990	—
	Holgura lateral mínima	0.090 ~0.125	—	0.090 ~0.125	—	0.035 ~0.065	—	0.045 ~0.080	—	0.035 ~0.070	—
	Holgura de los extremos	0.150 ~0.350	1.5	0.200 ~0.400	1.5	0.250 ~0.400	1.5	0.200 ~0.400	1.5	0.200 ~0.400	1.5
Segmento de engrase	Anchura de la ranura del segmento	3.010 ~3.025	—	3.010 ~3.025	—	3.015 ~3.030	—	4.015 ~4.030	—	4.015 ~4.030	—
	Anchura del segmento	2.970 ~2.990	—	2.970 ~2.990	—	2.970 ~2.990	—	3.970 ~3.990	—	3.970 ~3.990	—
	Holgura lateral mínima	0.020 ~0.055	—	0.020 ~0.055	—	0.025 ~0.060	—	0.025 ~0.060	—	0.025 ~0.060	—
	Holgura de los extremos	0.150 ~0.350	1.5	0.150 ~0.350	1.5	0.200 ~0.400	1.5	0.200 ~0.400	1.5	0.200 ~0.400	1.5

5. Montaje del juego de segmentos

- Utilizando la herramienta para cambiar del juego de segmentos, inserte el juego de segmentos en la ranura, con la marca del fabricante cerca de la junta del juego de segmentos mirando hacia la cámara de combustión. Después de encajar el juego de segmentos, asegúrese de que el juego se mueva con libertad.



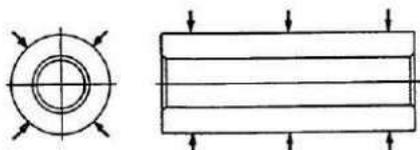
- Altere las juntas del juego de segmentos a intervalos de 120°, asegurándose de que no se alinean a lo largo del piñón. Aplique aceite lubricante a la circunferencia del pistón.



6. Medición del diámetro exterior y del diámetro del orificio del bulón

Mida el diámetro exterior del bulón y el diámetro del orificio del bulón. Cambie el bulón si se sobrepasa el límite de uso.

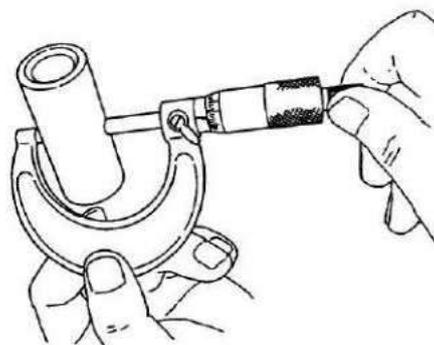
Aplique aceite lubricante al bulón antes de insertarlo en el pistón.



(Punto de medición del diámetro exterior del bulón)

(mm)

		2/3TNE68		3TNE74	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Pistón y bulón	Diámetro exterior del bulón	19.991 ~20.000	19.90	20.991 ~21.000	20.90
	Diámetro del orificio del bulón	20.000 ~20.008	20.02	21.000 ~21.008	21.02
	Holgura de engrase	0.000 ~0.017	0.12	0.000 ~0.017	0.12



(Medición del diámetro exterior del bulón)



Aplique aceite al bulón

Anillo de fijación

(Inserción del bulón)

		3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Pistón y bulón	Diámetro exterior del bulón	22.991 ~23.000	22.90	25.987 ~26.000	25.90
	Diámetro del orificio del bulón	23.000 ~23.008	23.02	26.000 ~26.009	26.02
	Holgura de engrase	0.000 ~0.017	0.12	0.000 ~0.022	0.12

7. [Referencia] Holgura superior

(mm)

	2/3TNE68		3TNE74	
	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Holgura superior	0.610 ~0.730	—	0.658 ~0.778	—

	3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Holgura superior	0.650 ~0.770	—	0.660 ~0.780	—

8. Lista de pistones y juegos de segmentos sobredimensionados

(0,250S: SOB. 0,25 mm.)

Modelo		Clasificación de tamaños	Código del pistón ENS (juego de segmentos ENS. incl.)	Código del juego de segmentos ENS.
2/3TNE68	VM VH	0.250S	119265—22930	119265—22950
	CH	0.250S	119265—22900	
3TNE74	VM CH VH	0.250S	119623—22900	119623—22950
3TNE78A	CL VM CH VH	0.250S	119818—22910	119818—22950
3TNE82A	CL VM	0.250S	119813—22900	129003—22950
3/4TNE82	CL VM	0.250S	129003—22900	129003—22950
	CH VH	0.250S	129003—22910	129003—22950
3/4TNE84(T)	CL VM	0.250S	129002—22900	129002—22950
	CH VH	0.250S	129002—22910	129002—22950
3/4TNE88	CL VM	0.250S	129001—22900	129001—22950

7-5. Biela

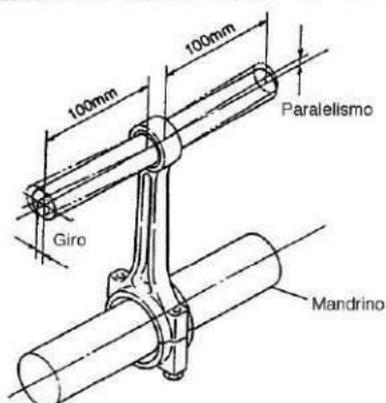
1. Inspección visual

Inspeccione si el límite de la parte biselada de los extremos grande y pequeño de la biela, así como la parte cercana al orificio de engrase del casquillo en el extremo pequeño tienen grietas, deformaciones o están descolorados.

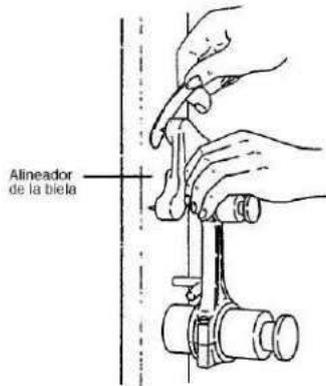
2. Medición del giro y del paralelismo

Mida el giro y el paralelismo utilizando el alineador de la biela.

	Todos los modelos	
	Estándar	Límite de uso
Giro y paralelismo	0.03 o menos por 100 mm	0.08



(Medición del giro y del paralelismo)



(Medición del giro con el alineador de la biela)

3. Medición de la holgura de la muñequilla del cigüeñal y del casquillo de pie de biela

Para obtener la holgura de engrase de la muñequilla del cigüeñal y del casquillo de pie de biela, mida el diámetro interior del cojinete de la muñequilla y el diámetro exterior de la muñequilla y calcule la diferencia entre ellos.

Si la holgura de engrase medida es superior o está cerca del límite de uso, cambie el cojinete. Si la muñequilla está excesivamente gastada o de forma desigual, púlala y utilice un metal de muñequilla de cigüeñal sobredimensionado.

* Para medir el diámetro interior del cojinete de la muñequilla, monte de nuevo el cojinete de la muñequilla a la biela y ajuste el tornillo de la biela al par especificado, asegurándose de que cada cojinete está encajado en la posición correcta.



(Medición del diámetro interior del cojinete del muñón del cigüeñal)

	(kgf-m)		
	2/3TNE68 3TNE74	3TNE78A 3TNE82A	3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88
Par de apriete del tornillo de la biela (aplique aceite al tornillo)	2.3-2.8	3.8-4.2	4.5-5.5

(mm)

		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A 4TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Lado del muñón	Diámetro interior de la entrada del muñón	39.000 ~39.016	—	43.000 ~43.016	—	46.000 ~46.016	—	51.000 ~51.010	—
	Grosor del metal del muñón	1.487 ~1.500	—	1.487 ~1.500	—	1.487 ~1.500	—	1.492 ~1.500	—
	Diámetro exterior del muñón	35.970 ~35.980	35.91	39.970 ~39.980	39.91	42.952 ~42.962	42.91	47.952 ~47.962	47.91
	Holgura de engrase	0.033 ~0.059	0.15	0.033 ~0.059	0.15	0.038 ~0.0900	0.16	0.038 ~0.074	0.16

4. Medición de la holgura de engrase entre el cojinete del bulón y el bulón

Para medir la holgura de engrase entre el cojinete del bulón y el bulón, mida el diámetro interior del cojinete del bulón y el diámetro exterior del bulón y obtenga la diferencia entre ellos.

(mm)

		2/3TNE68		3TNE74	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Bulón	Diámetro interior del cojinete del bulón	20.025 ~20.038	20.10	21.025 ~21.038	21.10
	Diámetro exterior del bulón	19.991 ~20.000	19.90	20.991 ~21.000	20.90
	Holgura de engrase	0.025 ~0.047	0.2	0.025 ~0.047	0.2

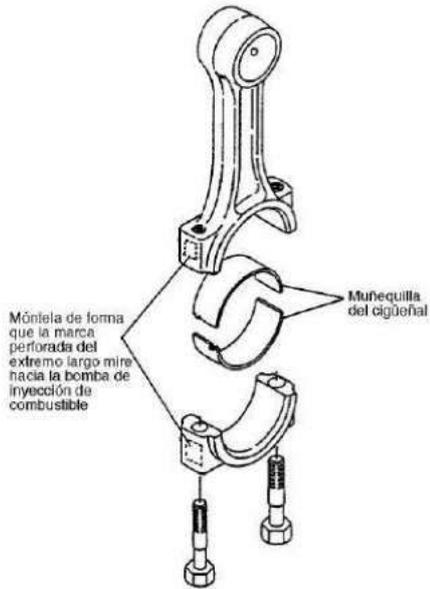


(Medición del diámetro interior del casquillo del pie de biela)

		3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Bulón	Diámetro interior del cojinete del bulón	23.025 ~23.038	23.10	26.025 ~26.038	26.10
	Diámetro exterior del bulón	22.991 ~23.000	22.90	25.987 ~26.000	25.90
	Holgura de engrase	0.025 ~0.047	0.2	0.025 ~0.051	0.2

5. Comprobación del contacto del cojinete de la muñequilla del cigüeñal

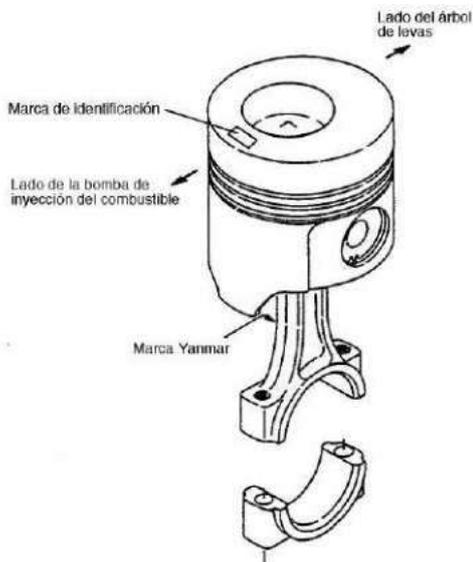
Aplique tinta azul o minio a la superficie superior del cojinete de la muñequilla. Fije el cojinete de la muñequilla a la biela y ajuste el tornillo de la biela al cigüeñal al par especificado. Véase la sección 3 para comprobar el contacto del cojinete. Si la superficie de contacto ocupa un 75% o más de la superficie total, el cojinete de la muñequilla es aceptable en cuanto al contacto.



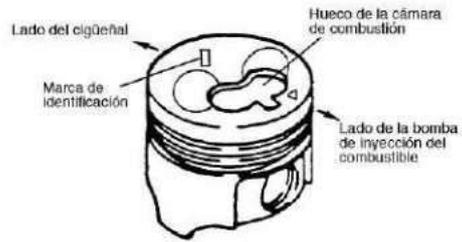
6. Montaje del pistón y de la biela

Monte el pistón con la biela, quedando la marca del extremo grande de la biela hacia la bomba de inyección de combustible. Monte de nuevo el pistón de forma que el hueco de la cámara de combustión se encuentre en el lado de la bomba de inyección de combustible al mirar desde arriba.

(Pistón del sistema de inyección directa)



(Pistón del sistema de inyección indirecta)

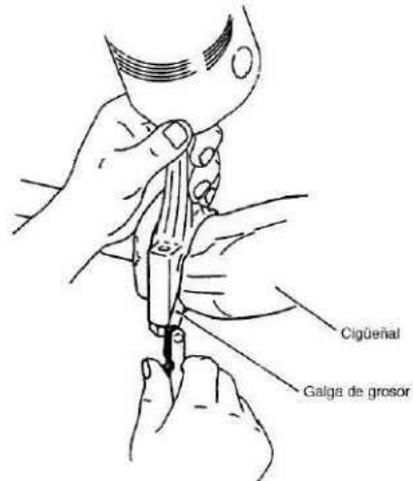


7. Hueco lateral de la biela

Después de unir la biela al cigüeñal, ajuste el tornillo de la biela al par especificado (véase esto en la sección 3). Mida el hueco lateral insertando una galga de espesores en el hueco. Si se sobrepasa la medida estándar, cambie el cojinete de la muñequilla del cigüeñal o la biela.

(mm)

	Todos los modelos
Hueco lateral	0.2~0.4



(Medición del hueco lateral de la biela)

8. Metal de la muñequilla del cigüeñal sobredimensionada

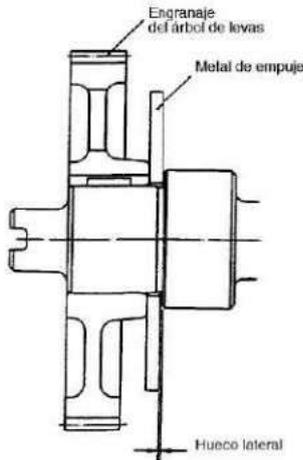
(0,25 mm., SOB)

	Metal del cojinete	
	N° código de pieza	Grosor del metal (mm)
		Estándar
2/3TNE68	119260—23350	1.625
3TNE74	119620—23350	1.625
3TNE78A/82A	119810—23350	1.625
3/4TNE82 3/4TNE84(T) 3/4TNE88	129150—23350	1.625

7-6. Árbol de levas

1. Hueco lateral del árbol de levas

Antes de extraer el árbol de levas, ponga una galga de cuadrante en contacto con el engranaje y mida el hueco lateral alrededor del árbol. Si el valor medido sobrepasa el límite, reemplace el metal de empuje.



(mm)

	Todos los modelos
Hueco lateral	0.05-0.25

2. Comprobación del estado del árbol de levas

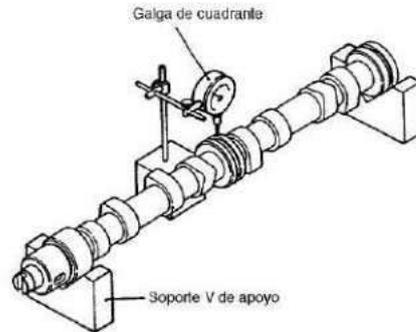
Compruebe la superficie de contacto del taqué con la leva, el agarrotamiento y desgaste del cojinete y el deterioro del engranaje.

3. Medición de la curvatura del árbol

Apoye el árbol de levas en el soporte. Utilice una galga de cuadrante para medir el descentramiento en el centro del árbol de levas, mientras gira el árbol. Considere el 50% de la carrera medida como la curvatura.

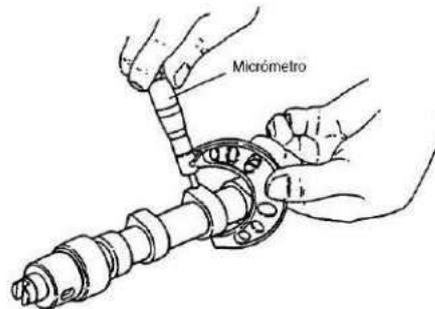
(mm)

	Todos los modelos	
	Estándar	Límite de uso
Curvatura del árbol de levas	0.02 o menos	0.05

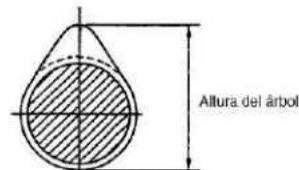


(Medición de la curvatura del árbol de levas)

4. Medición de la altura del árbol de admisión /escape



(Medición de la altura del árbol)

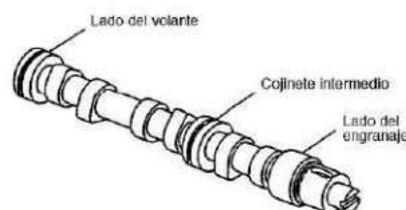


(mm)

		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A/82A, 3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Altura del árbol	Árbol de admisión	29.970 -30.030	29.75	33.950 -34.050	33.75	38.635 -38.765	38.40
	Árbol de escape	29.970 -30.030	29.75	33.950 -34.050	33.75	38.635 -38.765	38.40

5. Medición del diámetro exterior del centro del árbol de levas

Mida el diámetro exterior del árbol de levas con un micrómetro. Calcule la holgura de engrase a partir del diámetro exterior del árbol de levas y el diámetro interior del cojinete, medido con una galga de cilindros después de insertar el cojinete del árbol de levas en el bloque de cilindros.



(mm)

		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A/82A, 3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Lado del engranaje	Diámetro exterior del centro del árbol de levas	35.940 -35.960	35.85	39.940 -39.960	39.85	44.925 -44.950	44.85
	Holgura de engrase	0.040 -0.085	—	0.040 -0.085	—	0.040 -0.130	—
Intermedio	Diámetro exterior del centro del árbol de levas	35.910 -35.935	35.85	39.910 -39.935	39.85	44.910 -44.935	44.85
	Holgura de engrase	0.065 -0.115	—	0.065 -0.115	—	0.065 -0.115	—
Lado del volante	Diámetro exterior del centro del árbol de levas	35.940 -35.960	35.85	39.940 -39.960	39.85	44.925 -44.950	44.85
	Holgura de engrase	0.040 -0.125	—	0.040 -0.125	—	0.040 -0.100	—

6. Extracción del cojinete

Extraiga el cojinete con la herramienta del cojinete del árbol de levas (véase el capítulo 5, 5-1.)

7-21

7-7. Cigüeñal

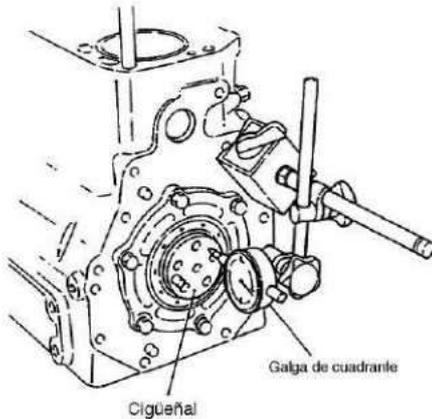
1. Hueco lateral alrededor del cigüeñal

Antes de extraer el cigüeñal y cuando lo vuelva a montar, ponga una galga de cuadrante en contacto con el extremo del cigüeñal. Fuerce el cigüeñal en ambos lados en la dirección axial para medir el hueco de empuje. O inserte una galga de espesores directamente en el hueco de empuje entre el metal de empuje de la pieza estándar y el cigüeñal para medir el hueco lateral.

Si se sobrepasa el límite, cambie el metal de empuje.

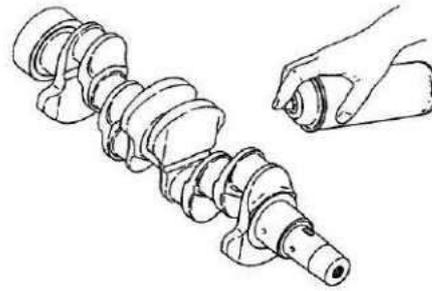
(mm)

	Todos los modelos
Hueco de empuje	0.090~0.271



2. Prueba del color del cigüeñal

Limpie el cigüeñal y examínelo utilizando un estuche de comprobación del color o un probador de defectos superficiales magnético. Cambie el cigüeñal si tiene grietas o está muy deteriorado. Si el cigüeñal está un poco deteriorado, corrijalo puliéndolo de nuevo.



(Inspección del color)

3. Examen del cojinete

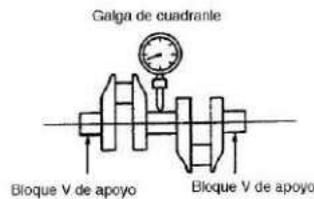
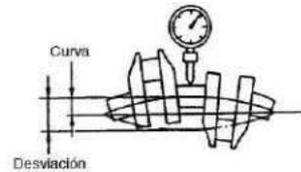
Examine si el cojinete se escama, se derrite, se agarra y compruebe el estado de la cara de contacto. Cámbielo si está defectuoso.

4. Curva del cigüeñal

Apoye el cigüeñal en soportes de apoyo en ambos extremos del árbol. Mida el descentramiento en el centro del árbol con una galga de cuadrante mientras gira el cigüeñal para examinar el alcance de la curva del cigüeñal.

(mm)

	Todos los modelos
	Estándar
Curva	0.02 o menos

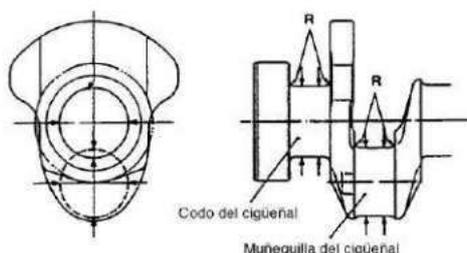
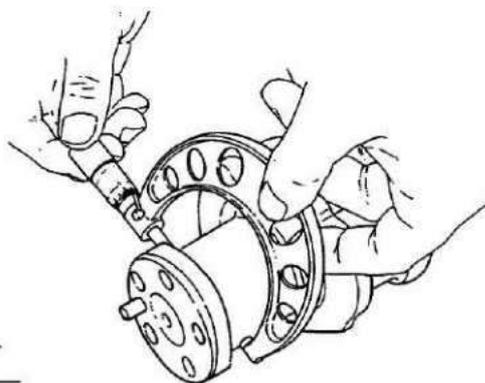


(Medición de la curva del cigüeñal)

5. Medición de la muñequilla del cigüeñal y del codo del cigüeñal

Mida el diámetro exterior, la redondez y el ángulo cónico de la muñequilla del cigüeñal y del codo del cigüeñal. Si se produce un desgaste desigual o la redondez sobrepasa el límite de uso, pero el diámetro exterior medido se encuentra dentro del límite, utilice la muñequilla y el codo después de corregirlos con la esmeriladora. Cámbielos si se sobrepasa el límite de alguno de ellos.

Hay disponible metal de la muñequilla sobredimensionado de 0,25 mm. (véase el capítulo 7-5.8)



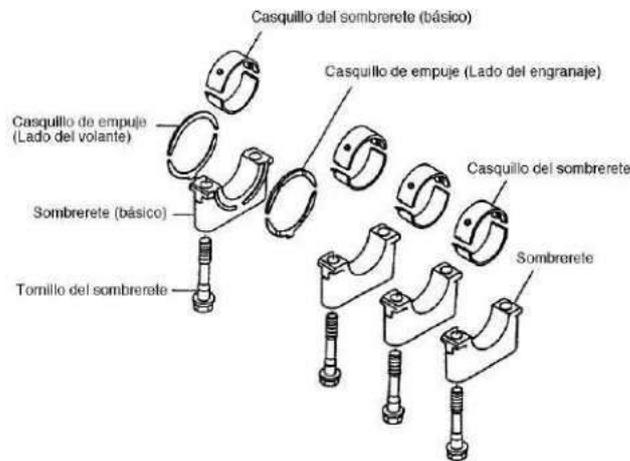
(Medición de la posición de la muñequilla y del codo del cigüeñal)

(mm)

		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A 4TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Muñequilla del cigüeñal	Diámetro exterior de la muñequilla del cigüeñal	35.970 ~35.980	35.91	39.970 ~39.980	39.91	42.952 ~42.962	42.91	47.952 ~47.962	47.91
Codo del cigüeñal	Diámetro exterior del codo del cigüeñal	39.970 ~39.980	39.90	43.970 ~43.980	43.90	46.952 ~46.962	46.91	53.952 ~53.962	53.91
	Grosor del metal del casquillo	1.487 ~1.500	—	1.987 ~2.000	—	1.987 ~2.000	—	1.995 ~2.010	—
	Codo y holgura de engrase del casquillo	0.033 ~0.059	0.15	0.033 ~0.059	0.15	0.038 ~0.093	0.25	0.038 ~0.068	0.15

6. Precauciones al montar el sombrerete

- (1) El casquillo inferior (del lado del sombrerete) no tiene orificio de engrase
- (2) El casquillo superior (del lado del bloque de cilindros) tiene orificio de engrase.
- (3) Compruebe el número de alineación del bloque de cilindros
- (4) Compruebe la marca en relieve "FW" de la tapa en el lado del volante.
- (5) Coloque el casquillo del sombrerete en el lado del volante.



7. Sombrerete subdimensionado 0,25mm. y casquillo de empuje sobredimensionado 0,25 mm

	Sombrerete		Casquillo de empuje	
	Código de la pieza	Grosor del casquillo (mm.)	Código de la pieza	Grosor del casquillo (mm.)
		Estándar		Estándar
2/3TNE68	719260—02870	1.625	119260—02940	2.125
3TNE74	719620—02870	2.125	119620—02940	2.125
3TNE78A/82A	119810—02870	2.125	119810—02940	2.125
3/4TNE82 3/4TNE84(T) 3/4TNE88	129150—02870	2.125	129150—02940	2.125

7-8. Engranaje

1. Comprobación del engranaje

Inspeccione el engranaje y cambie los dientes que estén deteriorados, gastados o astillados.

2. Medición del huelgo

Coloque una galga de cuadrante en el círculo de paso de los dientes del engranaje y mida el huelgo.

(mm)

		2/3TNE68, 3TNE74	3TNE78A/82A, 3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88
Huelgo	Engranajes del cigüeñal, del árbol de levas, ralenti y engranaje impulsor de la bomba de inyección de combustible	0.04~0.12	0.07~0.15
	Engranaje de la bomba de aceite	0.11~0.19	

3. Comprobación y medición del eje y del engranaje sin carga

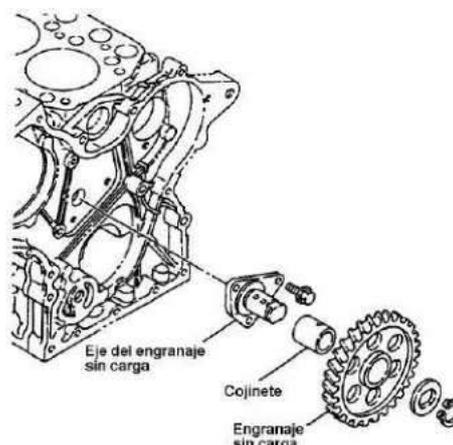
- (1) Mida el diámetro interior del cojinete y el diámetro exterior del eje del engranaje sin carga. Cambie el cojinete o el eje del engranaje sin carga si la holgura de engrase sobrepasa el límite de uso.

(mm)

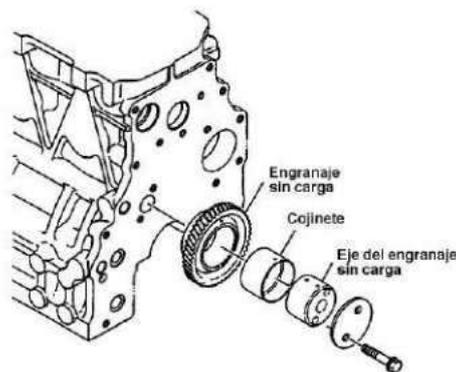
		2/3TNE68, 3TNE74		3TNE78A/82A, 3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Engrane a ralenti	Diámetro exterior del eje	19.959 ~19.980	19.93	45.950 ~45.975	45.93
	Diám. interior del cojinete	20.000 ~20.021	—	46.000 ~46.025	46.08
	Holgura de engrase	0.020 ~0.062	0.15	0.025 ~0.075	0.15

- (2) Asegúrese de que el orificio de engrase del eje del engranaje sin carga y del cojinete es un orificio libre.

(Sistema de inyección indirecta)

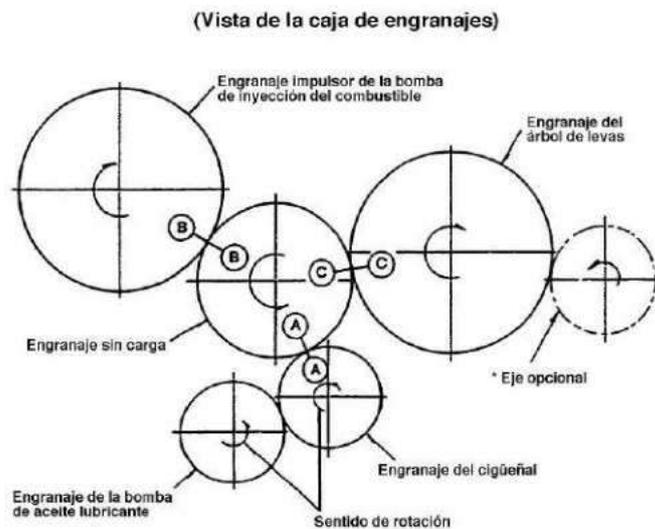


(Sistema de inyección directa)



4. Tren de engranaje

Después de instalar cada engranaje, asegúrese de que las marcas de alineación A, B, y C del engranaje sin carga se alinean con las marcas del engranaje de la bomba de inyección del combustible, el engranaje del árbol de levas y del cigüeñal.



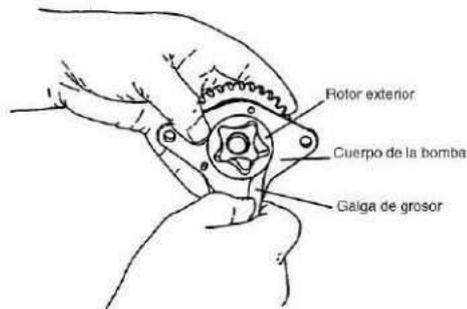
7-9. Bomba trocoidal

1. Holgura entre el rotor exterior y el cuerpo de la bomba

Inserte una galga de espesores entre el rotor exterior y el cuerpo de la bomba para medir la holgura.

(mm)

	Todos los modelos	
	Estándar	Límite de uso
Holgura entre el rotor exterior y el cuerpo de la bomba	0.10-0.16	0.25

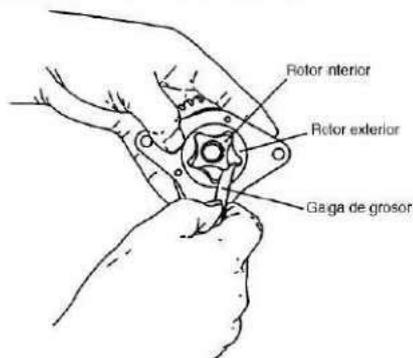


2. Holgura entre el rotor exterior y el interior

Inserte una galga de espesores entre la parte superior del diente del rotor interior y la parte superior del diente del rotor exterior para medir la holgura.

(mm)

	Todos los modelos	
	Estándar	Límite de uso
Holgura entre el rotor exterior y el rotor interior	—	0.15



(Medición de la holgura entre el rotor exterior y el rotor interior)

3. Holgura lateral entre el cuerpo de la bomba, el rotor interior y el rotor exterior

Coloque una regla en el extremo de la bomba e inserte una galga de espesores entre la regla y los rotores para medir la holgura lateral.

(mm)

	2/3TNE68 3TNE74		3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Holgura lateral entre el cuerpo de la bomba y los rotores exterior e interior	0.03 -0.09	0.13	0.05 -0.10	0.15	0.03 -0.09	0.15



4. Holgura entre el eje del rotor y el orificio lateral de la cubierta

Mida el diámetro exterior del eje del rotor y el diámetro del orificio lateral de la cubierta y calcule la diferencia entre el diámetro del orificio y el diámetro exterior.

(mm)

	Todos los modelos	
	Estándar	Límite de uso
Holgura entre el eje del rotor y el orificio lateral de la cubierta	0.013 -0.043	0.2

5. Otros

- (1) Compruebe la flojedad del engranaje motor/montaje del eje del rotor y cambie todo el ensamblaje si está flojo o suelto.
- (2) Empuje el pistón de la válvula de regulación de la presión desde el lado del orificio de engrase y cambie el ensamblaje completo si el pistón no retrocede debido a una rotura del muelle, etc.
(Aplicable sólo para los motores con refrigerador de aceite)
- (3) Asegúrese de que el eje del rotor gira suavemente y con facilidad.

8. Desmontaje y ensamblaje

Las piezas periféricas, como son el filtro de aire, el silenciador y el radiador son diferentes en cuanto a su instalación y tipo en cada aplicación. Por lo tanto, la descripción de este capítulo comienza con los pasos que deben seguirse después de que se hayan quitado las piezas periféricas.

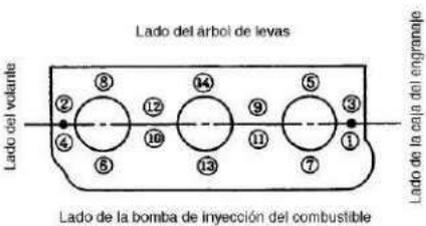
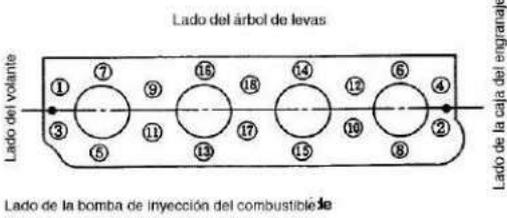
Siga el procedimiento indicado, junto con los gráficos pertinentes, del "Despiece de los componentes del motor".

8-1 Desmontaje

* Para el número que sigue al nombre de la pieza, véase los despieces de los componentes del motor 1 y 2 adjuntos.

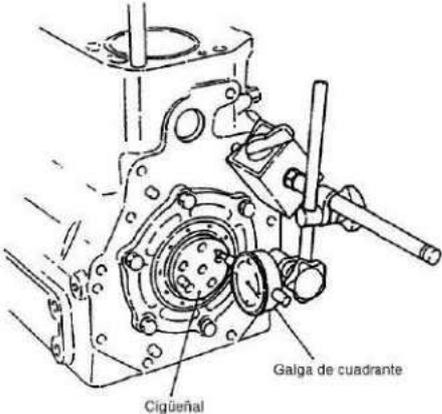
Paso	Piezas que se quitan	Notas
1	<ol style="list-style-type: none"> Quite cuidadosamente la arena, polvo y la suciedad de la superficie del motor. Drene el agua de refrigeración y el aceite lubricante del motor. 	
2	<ol style="list-style-type: none"> Quite el turboalimentador (74) y el colector de escape (1). Quite el colector de admisión (2) y el silencioso de escape (75). 	
3	<ol style="list-style-type: none"> Cierre la válvula de la llave de paso del combustible del tanque de combustible. Quite el tubo de combustible de alta presión (3). Quite el tubo de retorno de combustible (4). Afloje la tuerca de ajuste del retén de la tobera de inyección del combustible (5) y extraiga el sujetador y la tobera de inyección del combustible (6). <p>* La tobera de inyección para el sistema de inyección directa es de tornillo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Si se deja el asiento de la tobera (7) en la culata, quite la culata antes de extraer al asiento de la tobera (7). Para prevenir que entre polvo en la tobera de inyección de combustible (6), la bomba de inyección de combustible (8) y el tubo de combustible de alta presión (3), selle cada rosca con una cinta o algo similar. Siempre que extraiga la tobera de inyección de combustible (6), cambie el protector de la tobera (9) por uno nuevo.
4	<ol style="list-style-type: none"> Quite el ensamblaje de la tapa del balancín 	
5	<ol style="list-style-type: none"> Quite el ensamblaje del eje del balancín de la válvula (11). Quite la varilla del balancín de la válvula (12). 	<ol style="list-style-type: none"> Póngale una etiqueta a la varilla del balancín de la válvula (12) por cada cilindro para colocar las varillas en orden. Quite la tapa de la válvula (13) de la cabeza de válvula de admisión/escape. Fíjese que el taqué (59) del sistema de inyección indirecta puede quitarse al mismo tiempo que se extrae la varilla del balancín de la válvula (12). Póngale una etiqueta al taqué (59) por cilindro para colocar el taqué en orden.

8. Desmontaje y ensamble

Paso	Piezas que se quitan	Notas
6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quite el tornillo de sujeción del ventilador (14), a después quite el ventilador (15). 2. Afloje el tornillo de ajuste (16) del ajustador de la correa trapezoidal y después quite la correa trapezoidal (17). 3. Quite el alternador (18). 4. Quite el separador para refrigerar el ventilador (19) y la polea (20). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nunca gire el alternador (18) con fuerza hacia el bloque de cilindros. De lo contrario, podría cortarse el dedo y romper el alternador (18).
7	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quite el ensamble del filtro de aceite lubricante (21). 2. Extraiga la cala (22) del orificio de la cala de aceite. 	
8	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconecte los tubos de retorno de combustible (23) a (26). 2. Quite el filtro de aceite (27). 	
9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconecte el tubo de agua (28) de la bomba de agua de refrigeración. 2. Quite el ensamble del termostato (29). 3. Quite la bomba de agua de refrigeración (30). 	
10	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quite el tornillo de ajuste de la culata (31) 2. Quite el montaje de la culata (32). 3. Quite la junta de la culata (33).  <p style="text-align: center;">Lado del árbol de levas</p> <p style="text-align: center;">Lado de la bomba de inyección del combustible</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coloque un cartón o algo similar en el suelo y ponga encima el montaje de la culata (32) para no dañar la superficie de combustión. 2. Orden en que se deben aflojar los tornillos de ajuste.  <p style="text-align: center;">Lado del árbol de levas</p> <p style="text-align: center;">Lado de la bomba de inyección del combustible</p>  <p style="text-align: center;">Lado del árbol de levas</p> <p style="text-align: center;">Lado de la bomba de inyección del combustible</p>

Paso	Piezas que se quitan	Notas
		<p>3. Para quitar las válvulas de admisión / escape del ensamble de la culata (32), siga los pasos siguientes:</p> <p>(1) Utilice un compresor del muelle de la válvula (Véase el capítulo 5, 5-1), comprima el muelle de la válvula (34) y quite la chaveta de la válvula (35).</p>  <p>Compresor del muelle de la válvula</p> <p>(2) Quite el retén de la válvula (36) y el muelle de la válvula (34).</p> <p>(3) Quite la válvula de admisión (37) y la válvula de escape (38).</p>
11	<ol style="list-style-type: none"> Quite el perno de apriete de la polea del cigüeñal (39). Utilizando un extractor, quite la polea en V del cigüeñal (40). 	<ol style="list-style-type: none"> Extraiga la polea del cigüeñal (40) golpeando el tornillo del extractor con un martillo de plástico o algo similar.
12	<ol style="list-style-type: none"> Quite el tornillo de sujeción de cárter (42) bajo la caja del engranaje. Quite el tornillo de sujeción de la caja del engranaje (43). Quite la caja del engranaje (41). 	<ol style="list-style-type: none"> No se olvide de quitar el tornillo de refuerzo (44) del centro de la caja del engranaje. Al quitar la caja del engranaje, proteja el sello del aceite (45) contra cualquier daño.
13	<ol style="list-style-type: none"> Quite la tuerca del engranaje motor de la bomba de inyección del combustible 46. Extraiga el engranaje motor de la bomba de inyección del combustible utilizando un extractor. 	<ol style="list-style-type: none"> Antes de quitar la bomba de inyección del combustible (8), asegúrese de cual es la posición de la flecha del cuerpo de la bomba para ajustar el reglaje de inyección de combustible, así como la posición de la línea de puntos del soporte de distribución de la caja del engranaje. (Esto sólo se aplica al sistema de inyección directa).
14	<ol style="list-style-type: none"> Quite la bomba de aceite lubricante (47). 	
15	<ol style="list-style-type: none"> Quite el motor de arranque (55) de la carcasa del volante (54). 	
16	<ol style="list-style-type: none"> Quite el tornillo de sujeción del volante (56). Quite el volante (54). 	<ol style="list-style-type: none"> Proteja con cuidado la corona dentada contra cualquier deterioro.
17	<ol style="list-style-type: none"> Quite la carcasa del volante (54). Quite la carcasa de la junta del aceite (58) con un destornillador o similar utilizando las ranuras en ambos lados de la junta (58). 	<ol style="list-style-type: none"> Proteja con cuidado el sello del aceite contra cualquier deterioro.

8. Desmontaje y ensamble

Paso	Piezas que se quitan	Notas
18	1. Quite el cárter (60) y el espaciador (61).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coloque el bloque de cilindros con la superficie de contacto de la culata mirando hacia abajo. 2. Proteja cuidadosamente la superficie de combustión del bloque de cilindros contra cualquier daño. 3. Para el sistema de inyección indirecta, tenga cuidado de que el taqué no se caiga al darle la vuelta al bloque de cilindros, ya que el taqué tiene forma cilíndrica.
19	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quite el eje del engranaje sin carga (48) y después quite el engranaje sin carga (49). 2. Quite el tornillo de sujeción (52) del metal de empuje (51) a través del orificio del engranaje del árbol de levas (50). Quite el ensamblaje del árbol de levas (53). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aparte el bloque de cilindros y tenga cuidado de que el taqué (59) no se encasquille en el árbol de levas. 2. Precaliente el engranaje del árbol de levas (50) y el ensamblaje del árbol de levas (53) a 180°C – 200°C que están encajados a presión, antes de extraerlos.
20	1. Quite el soporte de distribución de la caja del engranaje (62).	
21	1. Quite el filtro del aceite lubricante (63).	
22	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quite la tapa lateral de la muñequilla del cigüeñal (64) de la biela. ○ Mientras gira el cigüeñal, coloque el pistón en el punto muerto superior. ("BDC", PMS) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antes de extraer el pistón (66), retire los depósitos de carbonilla de la pared superior del cilindro utilizando papel de lija fino, pero con cuidado de no deteriorar la superficie interior del cilindro. 2. Asegúrese de que el número de la tapa de la biela (67) coincide con el número del cilindro. 3. Tenga cuidado de que no se caiga el casquillo de la muñequilla del cigüeñal (68) al extraer la tapa lateral del casquillo de la muñequilla (64).
23	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quite el tornillo de sombrerete (69). Mientras mueve el sombrerete (70) quítelo (70) junto con el casquillo del sombrerete inferior. 2. Extraiga el cigüeñal (65), con cuidado de no deteriorarlo. 3. Quite el casquillo del sombrerete superior (72). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antes de extraer el cigüeñal (65), mida el hueco lateral alrededor de él.  <p>El diagrama muestra una vista técnica de un motor con el cigüeñal desmontado. Se indica la posición de la 'Galga de cuadrante' y el 'Cigüeñal' con líneas de referencia.</p>

Paso	Piezas que se quitan	Notas				
		<p>1. Coloque una galga de espesores en el extremo del cigüeñal (65). Fuerce el cigüeñal en ambos lados en la dirección axial para medir el hueco de empuje. Inserte, también, una galga de espesores directamente entre el casquillo de empuje de la base y la superficie de empuje del cigüeñal para medir el hueco. Si se sobrepasa el tamaño límite, cambie el casquillo de empuje por uno nuevo.</p> <p style="text-align: right;">(mm)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Todos los modelos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hueco de empuje</td> <td style="text-align: center;">0.090 ~ 0.271</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Al extraer el casquillo de empuje (73) fijese en lo siguiente:</p> <p>(1) Al extraer el casquillo de empuje (73), verifique la posición y la dirección en la se instala el casquillo de empuje en relación con el sombrerete.</p> <p>(2) Asegúrese de que la ranura del casquillo de empuje se encuentra hacia fuera en relación con la sombrerete.</p>		Todos los modelos	Hueco de empuje	0.090 ~ 0.271
	Todos los modelos					
Hueco de empuje	0.090 ~ 0.271					
24	1. Quite el pistón (66) y el ensamblaje de la biela (67).	<p>1. Para extraer el pistón y el ensamblaje de la biela deseados sin extraer el cigüeñal (65), siga los pasos que se describen a continuación:</p> <p>(1) Quite los depósitos de carbonilla de la pared superior del cilindro utilizando papel de lija fino y con cuidado de no deteriorar la superficie interior del cilindro.</p> <p>(2) Al girar el cigüeñal, con la tapa lateral de la muñequilla del cigüeñal (64) quitada, levante el pistón hasta el punto muerto superior ("TDC" PMS).</p> <p>(3) Extraiga el ensamblaje de la biela/pistón mientras golpea el extremo largo de la biela 67 con el mango de un martillo de plástico o algo similar.</p>				
25	1. Quite el taqué (59).					

8-2. Precauciones antes y durante el ensamble

Para volver a montar las piezas del motor, realice el procedimiento de desmontaje en el orden inverso. Sin embargo, siga las instrucciones que se detallan a continuación especialmente antes y durante el montaje.

(1) Limpieza de las piezas

Tenga un especial cuidado al limpiar el bloque de cilindros, la culata, el cigüeñal y el árbol de levas. Asegúrese de que no tienen astillas, polvo, arena u otros cuerpos extraños.

(2) Piezas que deben reemplazarse durante el montaje

Asegúrese de reemplazar las siguientes piezas durante el montaje.

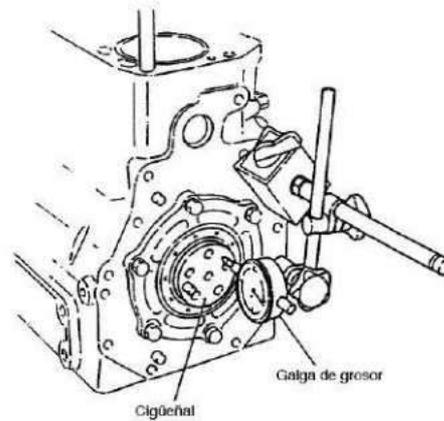
- (1) el sello del vástago de válvula
- (2) la junta de la cabeza de válvula
- (3) El protector de la tobera de la válvula de inyección del combustible
- (4) Las distintas juntas de las chavetas, arandelas y juntas.

(3) Medición del huelgo lateral alrededor del cigüeñal

Coloque una galga de espesores en el extremo del cigüeñal. Fuerce el cigüeñal en ambos lados en la dirección axial para medir el hueco de empuje. Inserte, también, una galga de

espesores directamente entre el metal de empuje de la base y la superficie de empuje del cigüeñal para medir el hueco. Si se sobrepasa el tamaño límite, cambie el metal de empuje por uno nuevo.

(mm)	
	Todos los modelos
Hueco de empuje	0.090 ~ 0.271

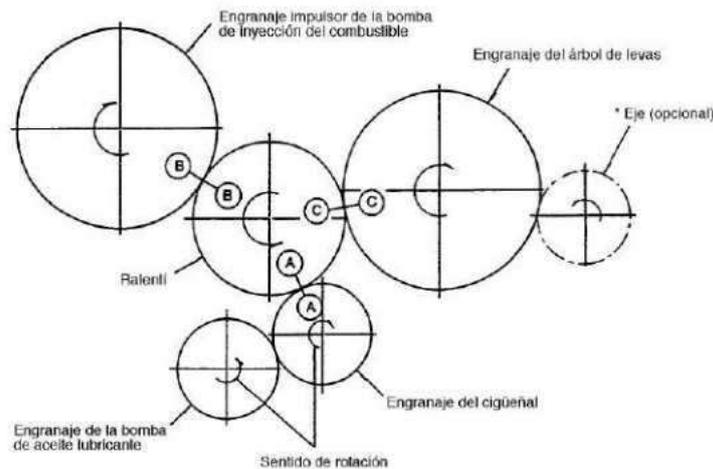


(Medición del huelgo lateral alrededor del cigüeñal)

(4) Tren de engranaje

Después de instalar cada engranaje, asegúrese de que las marcas A, B, y C del engranaje sin carga se alinean con las marcas del engranaje impulsor de la bomba de inyección del combustible, el engranaje del árbol de levas y del cigüeñal como se ilustra a continuación.

(Vista desde la caja de engranajes)



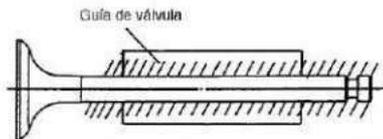
(5) Donde utilizar el cierre hidráulico

1. Entre el bloque de cilindros y el reborde de la caja de engranajes.
2. Entre el reborde de la caja de engranajes y la cubierta de la caja de engranajes.
3. Entre el bloque de cilindros y la carcasa aislante del aceite (sólo en el sistema de inyección directa).
4. En la superficie de instalación del cárter.

* Utilice tres selladores 005 (Código de pieza Yanmar 97777-001212) como cierre hidráulico.

* Aplique el cierre hidráulico para que no se produzca una rotura en el medio. De lo contrario, pueden producirse fugas de aceite, etc.

(6) Revestimiento del vástago de la válvula de admisión /escape con aceite lubricante



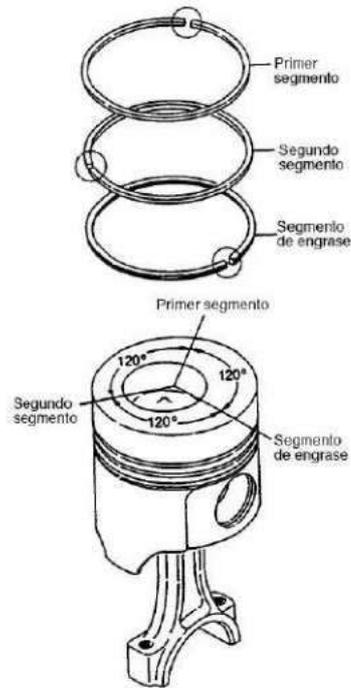
Aplique aceite lubricante en la superficie inferior de la guía de válvula (parte sombreada del gráfico) antes de volver a montar el vástago de la válvula.

(7) Montaje del juego de segmentos

1. Inserte el juego de segmentos en la ranura del segmento con la herramienta para cambiar el juego de segmentos, colocando hacia arriba (hacia la cámara de combustión) la marca del fabricante en los extremos de los segmentos. Después de encajar el juego de segmentos, asegúrese de que se mueven con facilidad y suavemente.

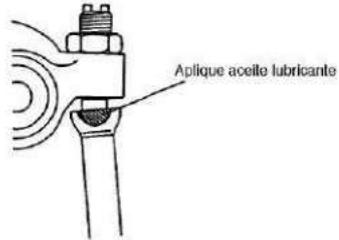


2. Ensamble el juego de segmentos con el cilindro, escalonando las uniones del juego de segmentos en intervalos de 120°, asegurándose de que no se alinean a lo largo del pistón. Aplique aceite lubricante a la circunferencia del pistón.



(8) Revestimiento con aceite lubricante del contacto del tornillo de ajuste del balancín de la válvula

Aplique aceite lubricante a la parte sombreada del balancín de la válvula como se indica en la figura antes de volver a montarlo.

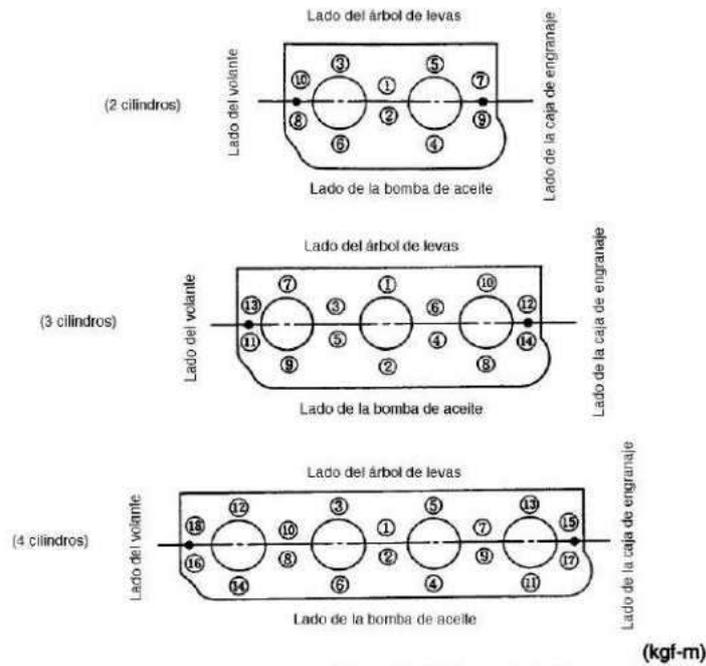


(9) Dirección de montaje del pistón y de la biela

	2/3TNE68, 3TNE74	3TNE78A, 3TNE82A, 3/4TNE82 3/4TNE84(T), 3/4TNE88
Pistón		
Biela		

(10) Orden de ajuste de la culata y par de ajuste

Ajuste la culata en el orden numérico detallado abajo y al par especificado:



	2/3TNE68	3TNE74	3TNE78A 3TNE82A	3/4TNE82 3/4TNE84(T) 3/4TNE88
Par de apriete	3.8 -4.2	6.0-6.5	6.8-7.2	8.7-9.3

(11) Después de haber montado la culata, realice una prueba de funcionamiento para comprobar si se produce alguna fuga de aceite o de agua.

9. Datos de servicio

9-1 Culata

(Unidad: mm)

Pieza		Modelo		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso		
Distorsión de la superficie de combustión de la culata		0.05 o menos	0.15	0.05 o menos	0.15	0.05 o menos	0.15	0.05 o menos	0.15	0.05 o menos	0.15
Angulo del asiento de la válvula	Admisión	120°	—	120°	—	120°	—	120°	—	120°	—
	Escape	90°	—	90°	—	90°	—	90°	—	90°	—
Anchura del asiento de la válvula	Admisión	1.15	1.65	1.44	1.98	1.36-1.53	1.98	1.07-1.24	1.74		
	Escape	1.41	1.91	1.77	2.27	1.66-1.87	2.27	1.24-1.45	1.94		
Válvula de admisión	Diámetro exterior del vástago de la válvula	5.460 -5.475	5.4	6.960 -6.975	6.9	6.945 -6.960	6.9	7.955 -8.025	7.9		
	Diámetro interior de la guía de válvula	5.500 -5.515	5.58	7.005 -7.020	7.08	7.000 -7.015	7.08	8.010 -7.975	8.1		
	Huelgo de engrase	0.025 -0.055	0.18	0.030 -0.060	0.18	0.040 -0.070	0.18	0.035 -0.070	0.2		
Válvula de escape	Diámetro exterior del vástago de la válvula	5.445 -5.460	5.4	6.945 -6.960	6.9	6.940 -6.955	6.9	7.955 -8.030	7.9		
	Diámetro interior de la guía de válvula	5.500 -5.515	5.58	7.005 -7.020	7.08	7.000 -7.015	7.08	8.015 -7.970	8.1		
	Huelgo de engrase	0.040 -0.070	0.18	0.045 -0.075	0.18	0.045 -0.075	0.18	0.045 -0.075	0.2		
Proyección de la guía de la válvula		7	—	9	—	12	—	15	—		
Profundidad de la válvula	Admisión	0.3-0.5	1.0	0.4-0.6	1.0	0.296 -0.496	1.0	0.306 -0.506	1.0		
	Escape	0.75-0.95		VM: 0.75-0.95 CH: 0.40-0.60 VH: 0.40-0.60		0.3-0.5		0.3-0.5			
Grosor de la cabeza de la válvula	Admisión	0.85-1.15	0.5	0.99-1.29	0.5	1.244 -1.444	0.5	1.244 -1.444	0.5		
	Escape	0.95-1.25		0.95-1.25		1.35-1.55		1.35-1.55			
Reglaje de la válvula de admisión	Abierta	b. Punto muerto superior	5°-15°	—	7°-17°	—	10°-20°	—	10°-20°	—	—
	Cerrada	a. Punto muerto inferior	37°-47°		35°-45°		40°-50°		40°-50°		
Reglaje de la válvula de escape	Abierta	b. Punto muerto superior	37°-47°	—	40°-50°	—	51°-60°	—	51°-61°	—	—
	Cerrada	a. Punto muerto inferior	5°-15°		8°-18°		13°-23°		13°-23°		
Muelle de la válvula	Longitud libre		28	—	37.4	—	44.4	—	42	—	—
	Inclinación		—	0.8	—	1.0	—	1.1	—	1.1	—
	Tensión (kg) (cuando está comprimido a 1 mm. de longitud)		1.14 -1.40	—	2.37 (separación variable) /1.87	—	3.61 (separación variable) /2.71	—	2.36 (separación variable) /3.101	—	—
Holgura de las válvulas de admisión y escape		0.15-0.25	—	0.15-0.25	—	0.15-0.25	—	0.15-0.25	—	—	—

9-2 Bloque del cilindro

(Unidad: mm)

Modelo		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Pieza							
Diámetro interior del cilindro		68.000 -68.030	68.20	74.000 -74.030	74.20	78.000 -78.030	78.20
Diámetro interior del cilindro	Marca L	68.020 -68.030		74.020 -74.030		78.020 -78.030	
	Marca M	68.010 -68.020		74.010 -74.020		78.010 -78.020	
	Marca S	68.000 -68.010		74.000 -74.010		78.000 -78.010	
Redondez del cilindro		0.00 -0.01	0.03	0.00 -0.01	0.03	0.00 -0.01	0.03
Cilindricidad		0.00 -0.01	0.03	0.00 -0.01	0.03	0.00 -0.01	0.03

Model		3TNE82A 3/4TNE82		3/4TNE84(T)		3/4TNE88	
		Standard	Wear limit	Standard	Wear limit	Standard	Wear limit
Pieza							
Diámetro interior del cilindro		82.000 -82.030	82.20	84.000 -84.030	84.20	88.000 -88.030	88.20
Diámetro interior del cilindro	Marca L	82.020 -82.030		84.020 -84.030		88.020 -88.030	
	Marca M	82.010 -82.020		84.010 -84.020		88.010 -88.020	
	Marca S	82.000 -82.010		84.000 -84.010		88.000 -88.010	
Redondez del cilindro		0.00 -0.01	0.03	0.00 -0.01	0.03	0.00 -0.01	0.03
Cilindricidad		0.00 -0.01	0.03	0.00 -0.01	0.03	0.00 -0.01	0.03

9-3 Balancín

(Unidad: mm)

Modelo		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A/82A, 3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Balancín de las válvulas de admisión y escape	Diámetro exterior del eje del balancín	9.972-9.987	9.95	11.966-11.984	11.95	15.966-15.984	15.95
	Diámetro interior del cojinete del balancín	10.000-10.020	10.09	12.000-12.020	12.09	16.000-16.020	16.09
	Huelgo de engrase	0.013-0.048	0.14	0.016-0.054	0.14	0.016-0.054	0.14
Curvatura de la varilla del balancín		0.03 o menos	—	0.03 o menos	—	0.03 o menos	—
Taqué	Diámetro exterior del vástago del taqué	17.950-17.968	17.93	20.927-20.960	20.90	11.975-11.990	11.93
	Diámetro interior del orificio guía del taqué	18.000-18.018	18.05	21.000-21.021	21.05	12.000-12.018	12.05
	Huelgo de engrase	0.032-0.068	0.12	0.040-0.094	0.15	0.010-0.043	0.12

9-4 Pistón

(Unidad: mm)

Modelo		2/3TNE68				3TNE74		3TNE78A		3TNE82A	
		VM, VH		CH		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso						
Pieza											
Diámetro exterior del pistón		67.960 -67.990		67.940 -67.970		73.940 -73.970		77.950 -77.980		81.950 -81.980	
Diámetro exterior del pistón	Marca L	67.980 -67.990	67.90	67.960 -67.970	67.90	73.960 -73.970	73.90	77.970 -77.980	77.90	81.970 -81.980	81.90
	Marca ML	67.975 -67.980		67.955 -67.960		73.955 -73.960		77.965 -77.970		81.965 -81.970	
	Marca MS	67.970 -67.975		67.950 -67.955		73.950 -73.955		77.960 -77.965		81.960 -81.965	
	Marca S	67.960 -67.970		67.940 -67.950		73.940 -73.950		77.950 -77.960		81.950 -81.960	
Holgura mínima entre el pistón y el cilindro		0.025 -0.055	—	0.045 -0.075	—	0.045 -0.075	—	0.035 -0.065	—	0.035 -0.065	—
Huelgo superior		0.610 -0.730		—	—	0.658 -0.778	—	0.650 -0.770	—	0.650 -0.770	—
Pistón y bulón	Diámetro exterior del bulón	19.991 -20.000		19.90		20.991 -21.000	20.90	22.991 -23.000	22.90	22.991 -23.000	22.90
	Diámetro del orificio del bulón	20.000 -20.008		20.02		21.000 -21.008	21.02	23.000 -23.008	23.02	23.000 -23.008	23.02
	Huelgo de engrase	0.000 -0.017		0.12		0.000 -0.017	0.12	0.000 -0.017	0.12	0.000 -0.017	0.12

Modelo		3/4TNE82		3/4TNE84(T)		3/4TNE88	
		Standard	Wear limit	Standard	Wear limit	Standard	Wear limit
Pieza							
Diámetro exterior del pistón		81.945 -81.975		83.945 -83.975		87.945 -87.975	
Diámetro exterior del pistón	Marca L	81.965 -81.975	81.90	83.965 -83.975	83.90	87.965 -87.975	87.90
	Marca ML	81.960 -81.965		83.960 -83.965		87.960 -87.965	
	Marca MS	81.955 -81.960		83.955 -83.960		87.955 -87.960	
	Marca S	81.945 -81.955		83.945 -83.955		87.945 -87.955	
Holgura mínima entre el pistón y el cilindro		0.040 -0.070	—	0.040 -0.070	—	0.040 -0.070	—
Huelgo superior		0.660 -0.780	—	0.660 -0.780	—	0.660 -0.780	—
Pistón y bulón	Diámetro exterior del bulón	25.987 -26.000	25.90	25.987 -26.000	25.90	25.987 -26.000	25.90
	Diámetro del orificio del bulón	26.000 -26.009	26.02	26.000 -26.009	26.02	26.000 -26.009	26.02
	Huelgo de engrase	0.000 -0.022	0.12	0.000 -0.022	0.12	0.000 -0.022	0.12

9-5 Juego de segmentos

(Unidad: mm.)

Pieza \ Modelo		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Primer segmento	Anchura de la ranura del segmento	1.550 -1.570	—	1.550 -1.570	—	2.035 -2.050	—
	Anchura del segmento	1.470 -1.490	—	1.470 -1.490	—	1.940 -1.960	—
	Huelgo lateral mínimo	0.060 -0.100	—	0.060 -0.100	—	0.075 -0.110	—
	Huelgo del extremo	0.100 -0.250	1.5	0.200 -0.400	1.5	0.200 -0.400	1.5
Segundo segmento	Anchura de la ranura del segmento	1.540 -1.555	—	1.520 -1.535	—	2.025 -2.040	—
	Anchura del segmento	1.430 -1.450	—	1.410 -1.430	—	1.975 -1.990	—
	Huelgo lateral mínimo	0.090 -0.125	—	0.090 -0.125	—	0.035 -0.065	—
	Huelgo del extremo	0.150 -0.350	1.5	0.200 -0.400	1.5	0.250 -0.400	1.5
Segmento de engrase	Anchura de la ranura del segmento	3.010 -3.025	—	3.010 -3.025	—	3.015 -3.030	—
	Anchura del segmento	2.970 -2.990	—	2.970 -2.990	—	2.970 -2.990	—
	Huelgo lateral mínimo	0.020 -0.055	—	0.020 -0.055	—	0.025 -0.060	—
	Huelgo del extremo	0.150 -0.350	1.5	0.150 -0.350	1.5	0.200 -0.400	1.5

Pieza \ Modelo		3TNE82A 3/4TNE82		3/4TNE84(T)		3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Primer segmento	Anchura de la ranura del segmento	2.065 -2.080	—	2.065 -2.080	—	2.060 -2.075	—
	Anchura del segmento	1.970 -1.990	—	1.970 -1.990	—	1.970 -1.990	—
	Huelgo lateral mínimo	0.075 -0.110	—	0.075 -0.1100	—	0.070 -0.105	—
	Huelgo del extremo	0.200 -0.400	1.5	0.200 -0.400	1.5	0.200 -0.400	1.5
Segundo segmento	Anchura de la ranura del segmento	2.035 -2.050	—	2.035 -2.050	—	2.025 -2.040	—
	Anchura del segmento	1.970 -1.990	—	1.970 -1.990	—	1.970 -1.990	—
	Huelgo lateral mínimo	0.045 -0.080	—	0.045 -0.080	—	0.035 -0.070	—
	Huelgo del extremo	0.200 -0.400	1.5	0.200 -0.400	1.5	0.200 -0.400	1.5
Segmento de engrase	Anchura de la ranura del segmento	4.015 -4.030	—	4.015 -4.030	—	4.015 -4.030	—
	Anchura del segmento	3.970 -3.990	—	3.970 -3.990	—	3.970 -3.990	—
	Huelgo lateral mínimo	0.025 -0.060	—	0.025 -0.060	—	0.025 -0.060	—
	Huelgo del extremo	0.200 -0.400	1.5	0.200 -0.450	1.5	0.200 -0.400	1.5

9-6 Biela

(Unidad: mm.)

Modelo		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Lado de la muñequilla del cigüeñal	Diámetro interior de la muñequilla del cigüeñal	39.000 -39.016	—	43.000 -43.016	—	46.000 -46.016	—	51.000 -51.010	—
	Grosor del casquillo de la muñequilla	1.487 -1.500	—	1.487 -1.500	—	1.487 -1.500	—	1.492 -1.500	—
	Diámetro exterior de la muñequilla del cigüeñal	35.970 -35.980	35.91	39.970 -39.980	39.91	42.952 -42.962	42.91	47.952 -47.962	47.91
	Holgura de engrase	0.033 -0.059	0.15	0.033 -0.059	0.15	0.038 -0.090	0.16	0.038 -0.074	0.16
Lado del bulón	Diámetro interior del casquillo de pie de biela	20.025 -20.038	20.10	21.025 -21.038	21.10	23.025 -23.038	23.10	26.025 -26.038	26.10
	Diámetro exterior del casquillo de pie de biela	19.991 -20.000	19.90	20.991 -21.000	20.90	22.991 -23.000	22.90	25.987 -26.000	25.90
	Holgura de engrase	0.025 -0.047	0.2	0.025 -0.047	0.2	0.025 -0.047	0.2	0.025 -0.051	0.2
Giro y paralelismo		Less than 0.03 per 100 mm	0.08	Menos de 0.03 por 100 mm.	0.08	Menos de 0.03 por 100 mm.	0.08	Menos de 0.03 por 100 mm.	0.08

9-7 Árbol de levas

(Unidad: mm.)

Modelo		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A/82A, 3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Lado del engranaje	Diámetro exterior del centro del árbol de levas	35.940 -35.960	35.85	39.940 -39.960	39.85	44.925 -44.950	44.85
	Huelgo de engrase	0.040 -0.085	—	0.040 -0.085	—	0.040 -0.130	—
Intermedio	Diámetro exterior del centro del árbol de levas	35.910 -35.935	35.85	39.910 -39.935	39.85	44.910 -44.935	44.85
	Huelgo de engrase	0.065 -0.115	—	0.065 -0.115	—	0.065 -0.115	—
Lado del volante	Diámetro exterior del centro del árbol de levas	35.940 -35.960	35.85	39.940 -39.960	39.85	44.925 -44.950	44.85
	Huelgo de engrase	0.040 -0.125	—	0.040 -0.125	—	0.050 -0.100	—

9-8 Cigüeñal

(Unidad: mm.)

Modelo		2/3TNE68		3TNE74		3TNE78A 3TNE82A		3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88	
		Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso	Estándar	Límite de uso
Codo del cigüeñal	Diámetro exterior del codo del cigüeñal	39.970 -39.980	39.90	43.970 -43.980	43.90	46.952 -46.962	46.91	53.952 -53.962	53.91
	Grosor del metal del casquillo	1.487 -1.500	—	1.987 -2.000	—	1.987 -2.000	—	1.995 -2.000	—
	Huelgo de engrase del codo y del casquillo	0.033 -0.059	0.15	0.033 -0.059	0.15	0.038 -0.093	0.25	0.038 -0.068	0.15
Curvatura		0.02 or less	—	0.02 or less	—	0.02 or less	—	0.02 or less	—

9-5

9-9 Huelgo lateral y huelgo de las piezas

(Unidad: mm.)

Pieza		Modelo	Todos los modelos
			Estándar
Huelgo lateral	Cigüeñal		0.090-0.271
	Árbol de levas		0.05-0.25
	Biela		0.2-0.4
	Ralentí		0.1-0.3

(Unidad: mm.)

Pieza		Modelo	2/3TNE68, 3TNE74	3TNE78A/82A, 3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88
		Huelgo de las piezas	Engranajes del cigüeñal, árbol de levas, ralentí e impulsor de la bomba de inyección del combustible	
Engranaje de la bomba de aceite lubricante			0.11 - 0.19	

9-10 Otros

(Unidad: mm.)

Pieza			Modelo	2/3TNE68	3TNE74	3TNE78A 3TNE82A	3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88
Volumen de descarga de la bomba de aceite	Funcionamiento a alta velocidad	e / min		11.9 (a 3600 rpm)	15.8 (a 3600 rpm)	19.6 (a 3600 rpm)	25.0 (a 3000 rpm)
	Funcionamiento a baja velocidad			2.5 (a 750 rpm)		4.4 (a 800 rpm)	8.0 (a 800 rpm)
Presión de apertura de la válvula de control de la presión			kgf/cm^2	3.0-4.0	3.0-4.0	3.0-4.0	3.0-4.0
Presión de funcionamiento del interruptor de presión del aceite			kgf/cm^2	0.4-0.6	0.4-0.6	0.4-0.6	0.4-0.6
Volumen de descarga de la bomba de agua de refrigeración			e / min	45 (a 4320-4380 rpm) 32 (a 3320-3380 rpm)	55 (a 4320-4380 rpm) 40 (a 3320-3380 rpm)	35 (a 3220-3280 rpm)	70 (a 3220-3280 rpm)
Temperatura de apertura de la válvula del termostato	Temperatura de apertura	$^{\circ}\text{C}$		69.5-72.5	69.5-72.5	69.5-72.5	69.5-72.5
	Altura de subida	mm		Min. 4.5 (a 85°C y superior)	Min. 8.0 (a 85°C y superior)	Min. 8.0 (a 85°C y superior)	Min. 8.0 (a 85°C y superior)
Temperatura de apertura del interruptor del termostato	Encendido	$^{\circ}\text{C}$		107-113	107-113	107-113	107-113
	Apagado			100 y superior	100 y superior	100 y superior	100 y superior

10. Par de ajuste

10-1 Tornillos y tuercas principales

(Unidad: kgf-m)

Nº	Pieza	Modelo				
		Par	2/3TNE68	3TNE74	3TNE78A 3TNE82A	3/4TNE82, 3/4TNE84(T), 3/4TNE88
1	Tornillo de la culata	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	3.8-4.2 (M8 x 1.25)	6.0-6.5 (M9 x 1.25)	6.8-7.2 (M9 x 1.25)	8.7-9.3 (M10 x 1.25)
2	Tornillo de la biela	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	2.3-2.8 (M7 x 1.0)	2.3-2.8 (M7 x 1.0)	3.8-4.2 (M8 x 1.0)	4.5-5.5 (M9 x 1.0)
3	Tornillo de sujeción del volante	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	8.2-8.8 (M10 x 1.25)	8.0-9.0 (M10 x 1.25)	8.5-9.0 (M10 x 1.25)	8.5-9.0 (M10 x 1.25)
4	Tornillo de sujeción de la tapa de metal	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	5.3-5.7 (M9 x 1.25)	8.0-8.5 (M10 x 1.25)	7.8-8.2 (M10 x 1.5)	9.8-10.2 (M12 x 1.5)
5	Tornillo de sujeción de la polea del cigüeñal	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	S48C: 11.5-12.5 FC25: 8.5-9.5 (M12 x 1.5)	S48C: 11.5-12.5 FC25: 8.5-9.5 (M12 x 1.5)	11.5-12.5 (M14 x 1.5)	11.5-12.5 (M14 x 1.5)
6	Tuerca de la tobera de inyección de combustible	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	5.0-5.4 (M20 x 1.5)	5.0-5.4 (M20 x 1.5)	0.7-0.9 (M6 x 1.0)	0.7-0.9 (M6 x 1.0)
7	Tuerca de sujeción del temporizador	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	—	—	6.0-7.0 (M12 x 1.75)	6.0-7.0 (M12 x 1.75)
8	Bujía incandescente	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	1.5-2.0 (M10 x 1.25)	1.5-2.0 (M10 x 1.25)	—	—
9	Tornillo del eje de la mangueta	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	5.5-6.5 (M10 x 1.5)	5.5-6.5 (M10 x 1.5)	—	—
10	Tuerca de apoyo del peso del regulador	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	7.0-7.5 (M12 x 1.25)	7.0-7.5 (M12 x 1.25)	4.5-5.0 (M12 x 1.25)	4.5-5.0 (M12 x 1.25)
11	Tuerca de sujeción del manguito del tubo de alta presión	Se aplica aceite lubricante (diám. rosca x separación)	3.0-3.5 (M12 x 1.5)	3.0-3.5 (M12 x 1.5)	3.0-3.5 (M12 x 1.5)	3.0-3.5 (M12 x 1.5)

10-2 Tornillos y tuercas estándar

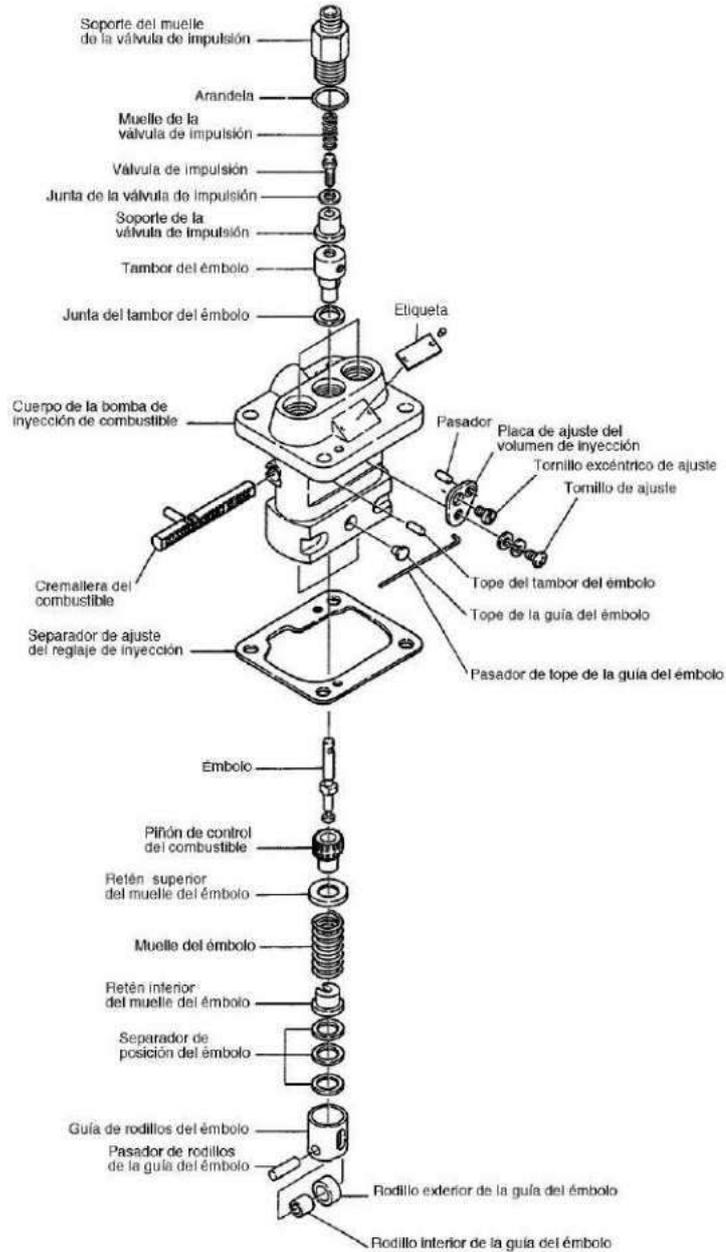
* No se aplica aceite lubricante

(Unidad: kgf-m)

Pieza	Diámetro de la rosca x separación	Par de apriete	Notas
Tornillo (7T) y tuerca con cabeza hexagonal	M6 x 1	1.0-1.2	1) Cuando atornille las piezas de aluminio, apriete los tornillos al 80% del par especificado en la tabla. 2) El tornillo 4T y la tuerca de cierre de seguridad deberían apretarse al 50% del par indicado en la tabla.
	M8 x 1.25	2.3-2.9	
	M10 x 1.5	4.5-5.5	
	M12 x 1.75	8.0-10.0	
Tapón PT	1/8	1.0	_____
	1/4	2.0	
	3/8	3.0	
	1/2	6.0	
Tornillo de la junta del tubo	M8	1.3-1.7	_____
	M12	2.5-3.5	
	M14	4.0-5.0	
	M16	5.0-5.5	

11. Bomba para el sistema de inyección directa

11-1. Despiece (Tipo YPFR)

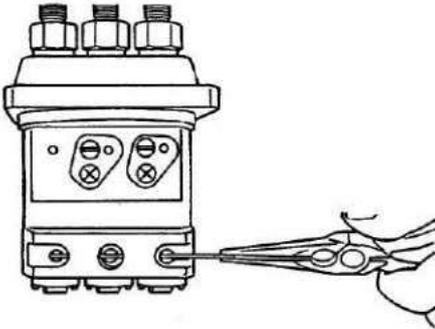


11-2. Desmontaje

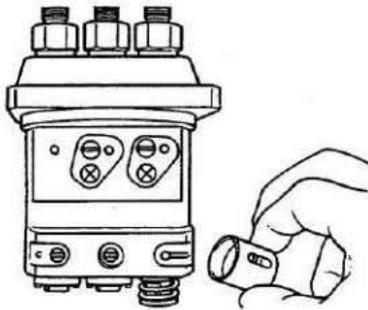
Para desmontar la bomba de inyección de combustible, clasifique las piezas desmontadas de cada cilindro y tenga cuidado de que no se mezclen unas con otras. Identifique claramente las piezas emparejadas que se suministran como ensamblajes, como son "el émbolo y el tambor del émbolo" y "la válvula de descarga y el soporte de la válvula de descarga" para cada cilindro. Preste especial atención para evitar que se desmonten y se separen las piezas que forman un ensamblaje.

(1) Quite la bomba de inyección del combustible.

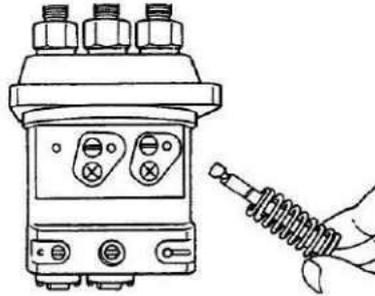
(2) Extraiga el pasador de tope de la guía del émbolo y quite el tope de la guía del émbolo y el tope del tambor del émbolo.



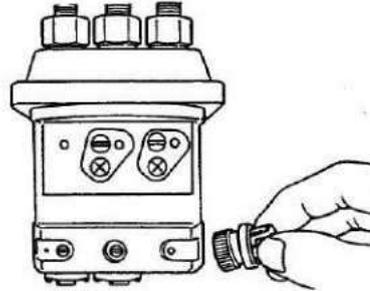
(3) Quite el montaje de la guía de rodillos del émbolo derecho.



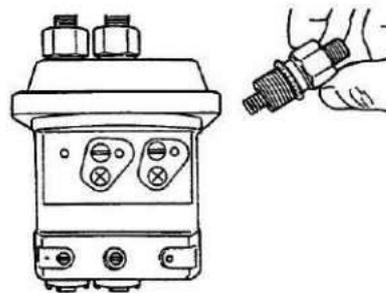
(4) Quite el muelle del émbolo y el retén inferior del muelle del émbolo



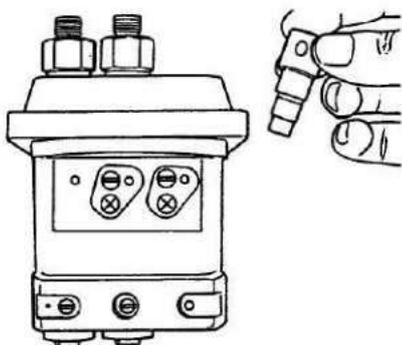
(5) Quite el retén superior del muelle del émbolo y el piñón de control del combustible.



(6) Quite el soporte del muelle de la válvula de descarga y después la cremallera del combustible, el muelle de la válvula de descarga y la válvula de descarga.



(7) Quite el ensamblaje del tambor del émbolo.



(8) Quite los restantes émbolos repitiendo los pasos anteriores.

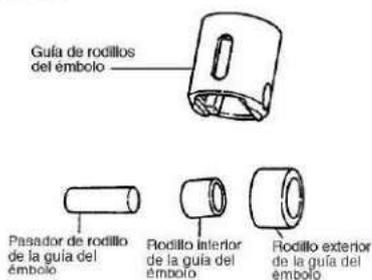
* *No afloje nunca el tornillo excéntrico para los tornillos de ajuste y sujeción de la placa de ajuste del volumen de inyección del combustible.*

11-3. Inspección

Antes de la inspección, limpie cuidadosamente las piezas, utilizando aceite de diésel limpio. Tenga cuidado de no dañar las superficies de deslizamiento del émbolo, de la válvula de descarga, etc.

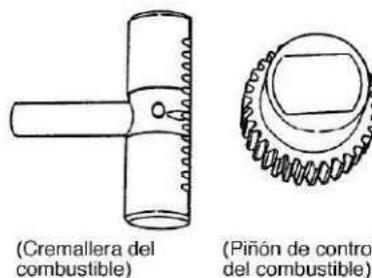
(1) Rodillo exterior de la guía del émbolo, rodillo interior y guía de rodillos del émbolo

Inspeccione el rodillo exterior de la guía del émbolo, el rodillo interior y la guía de rodillos del émbolo para ver si tienen roces o están gastados. Si el hueco entre el árbol de levas de la bomba de inyección de combustible y el rodillo exterior de la guía del émbolo sobrepasa los 0,03 mm., cambie el ensamblaje de la guía de rodillos del émbolo por uno nuevo.



(2) Cremallera del combustible y piñón de control

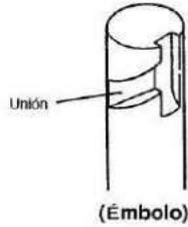
1. Inspeccione la curvatura de la cremallera de control del combustible y el desgaste o deformación de la superficie engranada del piñón de control y la cremallera del combustible.



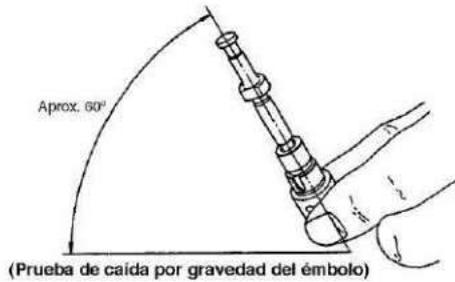
2. Compruebe si la cremallera del combustible se mueve suavemente. Si no es así, cámbiela por una nueva.

(3) Émbolo

1. Limpie cuidadosamente el émbolo. Si alguna unión del émbolo está rozada o descolorida, cambie el montaje del émbolo por uno nuevo.

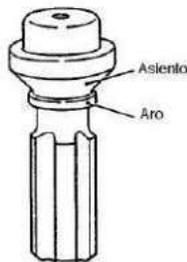


2. Para examinar el émbolo, mantenga el tambor del émbolo inclinado aproximadamente 60° y compruebe si se desliza hacia abajo suavemente. Si es así, el émbolo es válido. Mientras gira el émbolo, repita la prueba varias veces. Si el émbolo se desliza hacia abajo demasiado rápido (lento) o se atasca a medio camino, corrija o reemplace todo el ensamblaje del émbolo.



(4) Válvula de descarga

1. Si el aro o el asiento de la válvula de descarga está rozado, abollado, gastado o deteriorado de algún modo, cambie el ensamblaje de la válvula de descarga entero.



2. Tape el agujero del fondo de la válvula de descarga y mantenga el asiento como está. Inserte la válvula de descarga en el soporte. Mientras retira el dedo superior, compruebe si la válvula de descarga retrocede. Si lo hace, está bien.

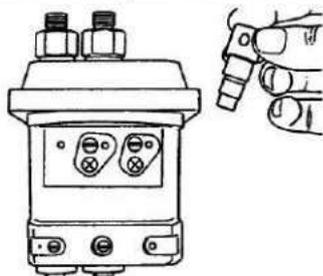


3. Al igual que se describió en el apartado 2, tape el agujero del fondo del soporte de la válvula de descarga para ver si la válvula de descarga cae perfectamente por su peso, cuando retira el dedo del agujero del fondo. Si sucede así, la válvula de descarga es válida. Si no, cámbiela.



11-4. Ensamblaje

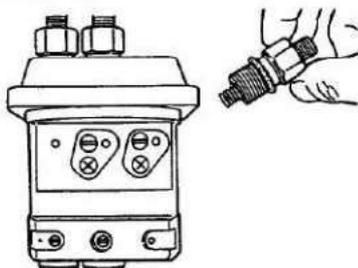
- (1) Inserte la junta del tambor del émbolo en el cuerpo de la bomba de inyección de combustible.
- (2) Inserte el ensamblaje del tambor del émbolo.



- (3) Encaje el ensamblaje de la válvula de descarga, el muelle de la válvula de descarga y el soporte del muelle de la válvula de descarga.

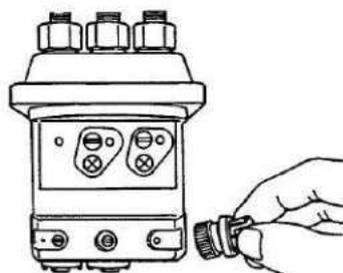
(Kgf-m)

Par de ajuste del soporte del muelle de la válvula de descarga	4.0 ~4.5
--	----------



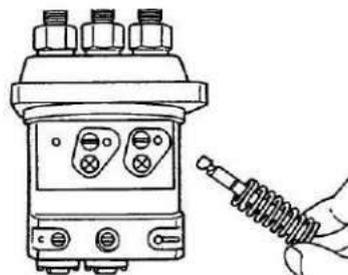
- (4) Vuelva a montar la cremallera del combustible y el piñón de control.

- *1. Asegúrese de que la marca de alineación de la cremallera de combustible se alinea con la del piñón de control del combustible.
- *2. Asegúrese de que la cremallera de combustible se mueve suavemente durante todas las carreras.



- (5) Encaje el émbolo montado con el retén superior del muelle del émbolo, el muelle del émbolo y el retén inferior del muelle del émbolo.

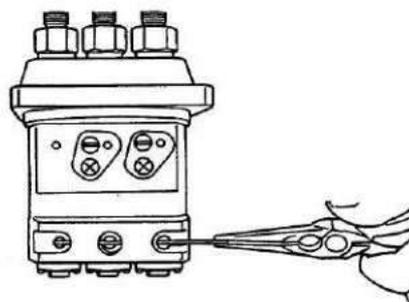
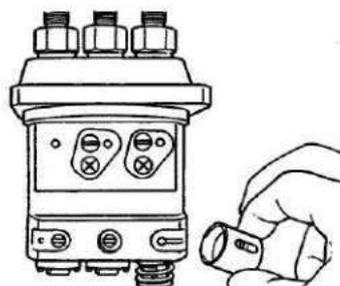
- * Asegúrese de que la marca de alineación del émbolo se alinea con la del piñón de control del combustible.



Marcas de alineación

- (6) Inserte el separador de ajuste del émbolo.

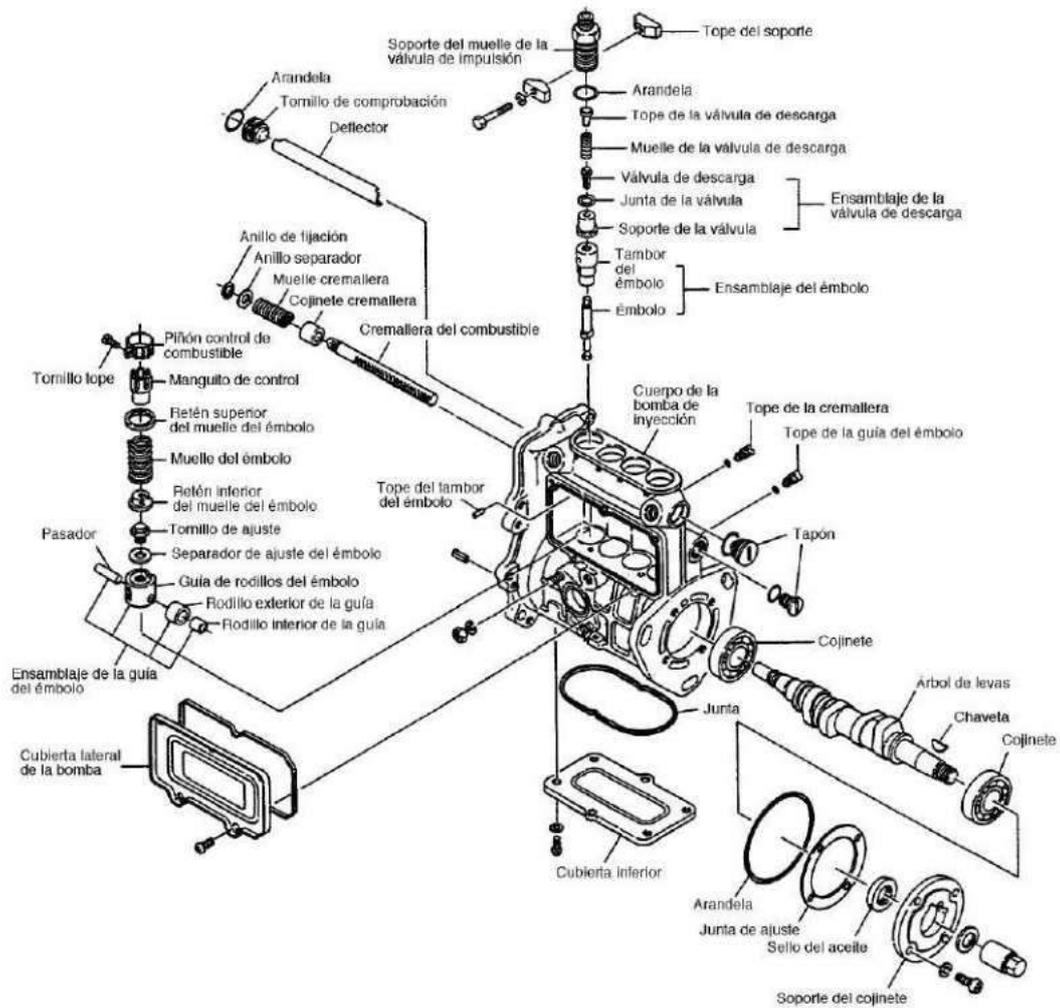
Presione el montaje de la guía del émbolo con la mano. Mientras alinea el pasador de tope de la guía del émbolo con el orificio en donde se acopla el pasador de tope del cuerpo de la bomba de inyección de combustible, acople el pasador de tope de la guía del émbolo.



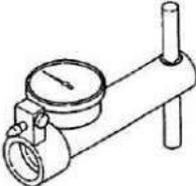
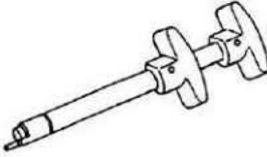
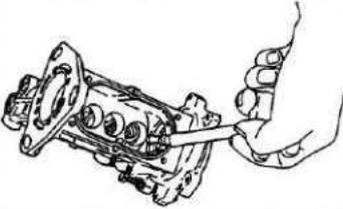
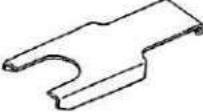
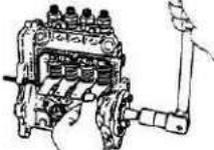
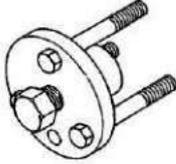
11-5

12. Bomba para el sistema de inyección directa

11-1. Despiece (Tipo YPES)

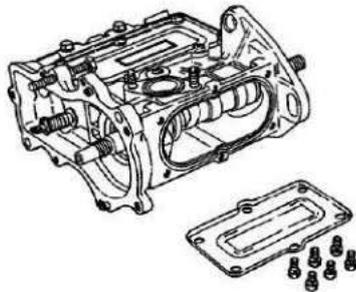


12-2. Herramientas especiales para el ensamblaje y desmontaje

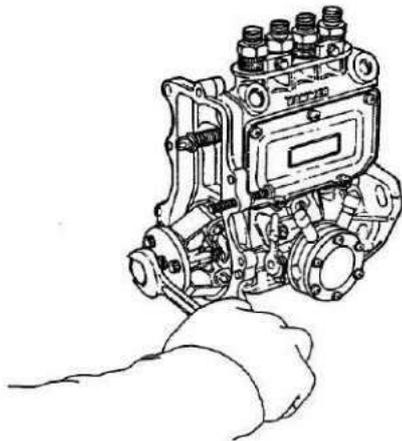
Nº	Nombre de la herramienta	Forma y tamaño	Aplicación						
1	Galga de medición del huelgo lateral <table border="1"> <tr> <td>Yanmar code No.</td> <td>158090-51050</td> </tr> </table>	Yanmar code No.	158090-51050		Medición del huelgo lateral del árbol de levas.				
Yanmar code No.	158090-51050								
2	Herramienta de inserción del émbolo <table border="1"> <tr> <td>Nº código Yanmar</td> <td>158090-51100</td> </tr> </table>	Nº código Yanmar	158090-51100						
Nº código Yanmar	158090-51100								
3	Herramienta del soporte del taqué <table border="1"> <tr> <td>Nº código Yanmar</td> <td>158090-51200</td> </tr> </table>	Nº código Yanmar	158090-51200						
Nº código Yanmar	158090-51200								
4	Tornillo de seguridad de la rejilla <table border="1"> <tr> <td>Nº código Yanmar</td> <td>158090-51510</td> </tr> </table>	Nº código Yanmar	158090-51510						
Nº código Yanmar	158090-51510								
5	Herramienta para extraer el contrapeso del regulador <table border="1"> <tr> <td></td> <td>Nº código Yanmar</td> </tr> <tr> <td>Contrapeso del regulador para 3 piezas</td> <td>158090-51400</td> </tr> <tr> <td>Contrapeso del regulador para 4 piezas</td> <td>158090-51450</td> </tr> </table>		Nº código Yanmar	Contrapeso del regulador para 3 piezas	158090-51400	Contrapeso del regulador para 4 piezas	158090-51450		
	Nº código Yanmar								
Contrapeso del regulador para 3 piezas	158090-51400								
Contrapeso del regulador para 4 piezas	158090-51450								

12-3. Desmontaje

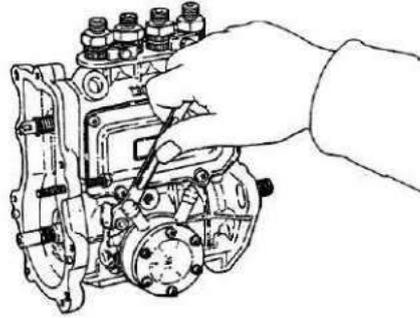
- (1) Quite la cubierta inferior de la bomba de inyección de combustible para drenar el aceite lubricante de la bomba de inyección de combustible.
- (2) Déle la vuelta a la bomba de inyección de combustible para drenar el aceite lubricante.



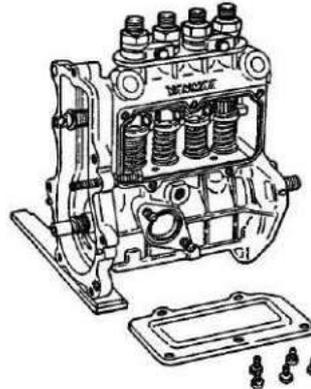
- (3) Extraiga el ensamble del contrapeso del regulador utilizándola herramienta para extraer el contrapeso del regulador. (herramienta de reparaciones especial)
* Para separar el ensamble del regulador de la bomba de inyección de combustible, véase el capítulo 13, 13-3.



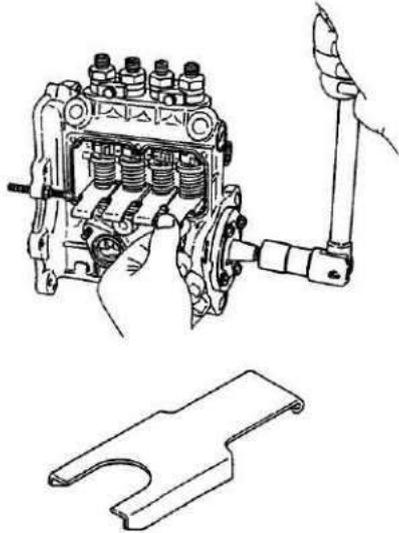
- (4) Quite la bomba de alimentación de combustible.
* No desmonte la bomba de alimentación de combustible.



- (5) Quite la cubierta lateral de la bomba de inyección de combustible.



- (6) Mientras gira el árbol de levas de la bomba de inyección de combustible, suba la guía del émbolo hasta la altura máxima. Inserte los soportes del taqué (herramienta de reparaciones especial) entre el retén inferior del muelle del émbolo y el cuerpo de la bomba de inyección de combustible.

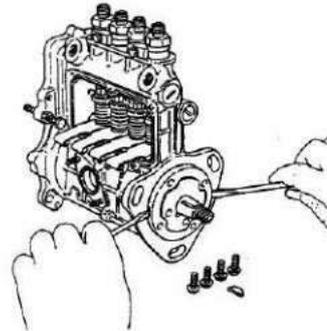


(Herramienta especial: soporte del taqué)

- (7) Extraiga la chaveta de media luna del árbol de levas de la bomba de inyección del combustible.
- (8) Extraiga el cojinete del árbol de levas de la bomba de inyección del combustible horizontalmente insertando un destornillador en las dos ranuras de la parte en la que se instala el soporte del cojinete del árbol de levas de la bomba de inyección del combustible.

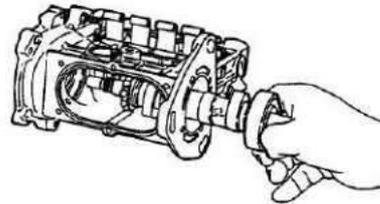
* 1. Tenga cuidado de que la rosca del árbol de levas de la bomba de inyección del combustible no deteriore el aislante del aceite.

* 2. Tenga cuidado de que no se pierdan las juntas de ajuste y el aislante del aceite entre el cuerpo de la bomba y el soporte del cojinete.

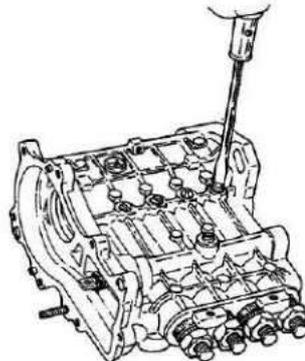


- (9) Déle la vuelta a la bomba de inyección de combustible. Mueva las guías del émbolo hacia el émbolo. Después, aparte la bomba de inyección del combustible. Al girar el árbol de levas de la bomba de inyección de combustible, encuentre una posición donde las levas de cada cilindro no interfieran con el rodillo exterior de la guía del émbolo y coloque el árbol de levas en esa posición.

- (10) Coloque una placa en el extremo del árbol de levas del lado del regulador. Mientras golpea la placa, extraiga una parte del árbol de levas y del cojinete impulsor.

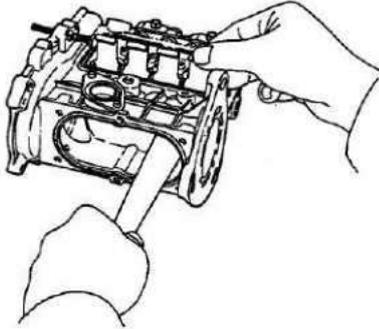


- (11) Quite el tope de la guía del émbolo.



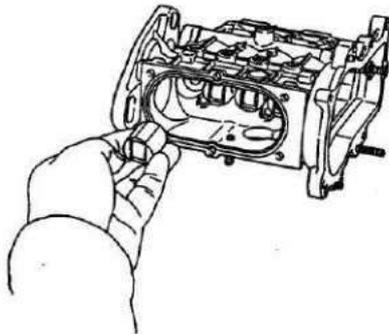
(12) Con el mango de un martillo o algo similar, empuje hacia arriba la guía del émbolo desde el fondo de la bomba y extraiga los soportes del taqué. (herramienta de reparaciones especial).

* *Tenga especial cuidado al quitar el soporte del taqué. Evite que se salgan la guía de émbolo, el émbolo, etc. Esto podría ocurrir porque el muelle del émbolo tiene fuerza suficiente para hacerlos saltar.*



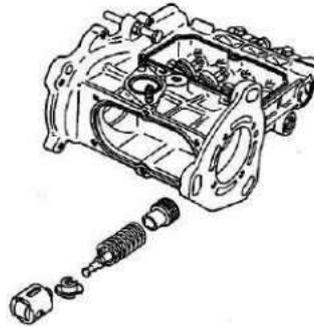
(13) Extraiga el ensamblaje de la guía del émbolo.

* *Siempre que sea posible no levante el cuerpo de la bomba de inyección de combustible. De lo contrario, el ensamblaje de la guía del émbolo descende. Por lo tanto, mantenga la bomba de inyección de combustible inclinada y extraiga el ensamblaje de la guía del émbolo.*

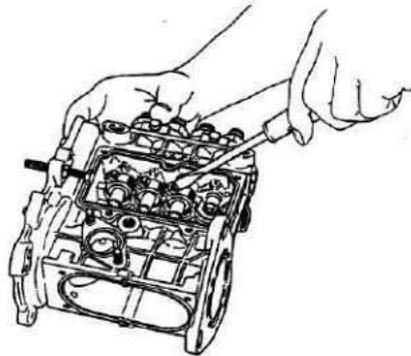


(14) Extraiga el émbolo, el muelle del émbolo y el retén inferior de la parte inferior de la bomba de inyección de combustible.

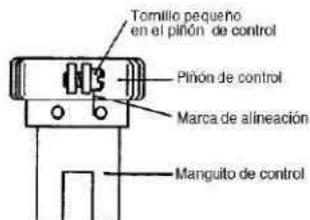
Separe estas partes en cada uno de los cilindros.



(15) Quite el tornillo tope del piñón de control del combustible.



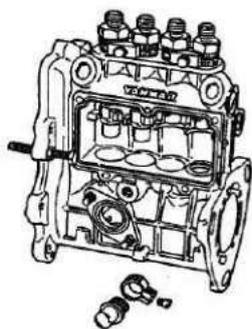
* 1. Cuando se afloja el tornillo tope del piñón de control del combustible, este piñón se separa del manguito de control. Por ello, antes de aflojarlo, asegúrese de que las marcas de alineación del piñón de control de combustible se alinean con los del manguito de control. Si las marcas de alineación son difíciles de identificar o están desajustadas, haga nuevas marcas de alineación. Esto le ayudará a ajustar el volumen de inyección más adelante.



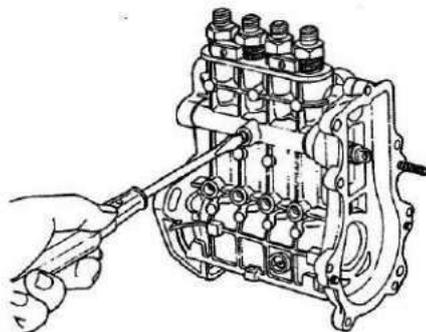
* 2. Separe estas partes en cada uno de los cilindros.

(16) Quite el piñón de control, el manguito de control y el retén superior del muelle del émbolo.

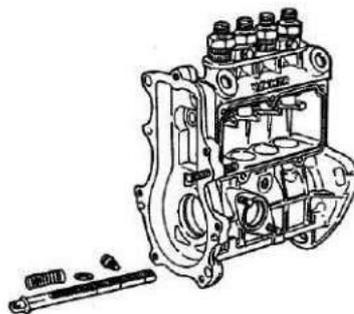
* Separe estas partes en cada uno de los cilindros.



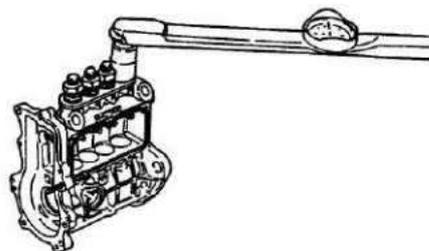
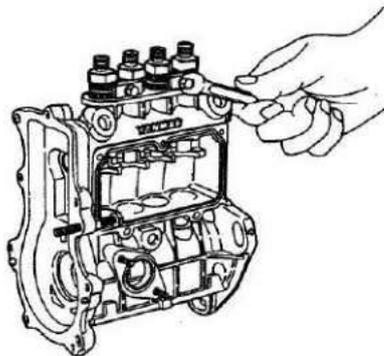
(17) Quite el tope de la cremallera del combustible. Extraiga la cremallera del combustible.



* Tenga cuidado de no perder el muelle y el espaciador de la cremallera del combustible.

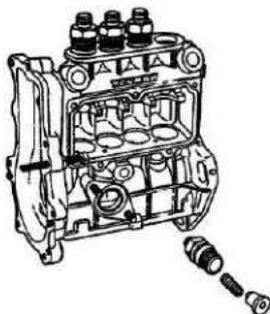


(18) Afloje el tornillo del tope del soporte. Quite el soporte del muelle de la válvula de descarga.



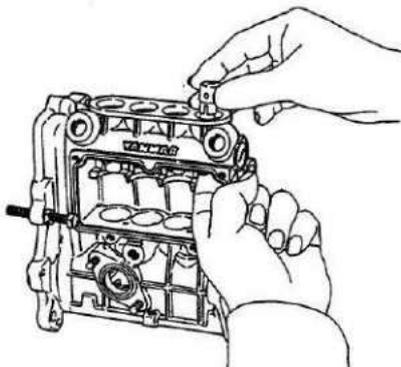
(19) Extraiga el montaje de la válvula de descarga.

- * 1. Tenga cuidado de no perder piezas pequeñas como la junta de la válvula de descarga, el muelle de la válvula de descarga y el tope de la válvula de descarga.
- * 2. Separe claramente el ensamblaje de la válvula de descarga en cada cilindro.



(20) Levante el tambor del émbolo hacia la parte superior de la bomba de inyección de combustible.

- * Mantenga el tambor del émbolo levantado junto con el émbolo que extraja.

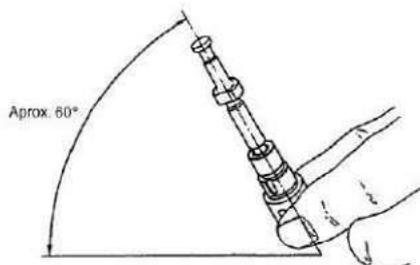


12-4. Inspección

Antes de la inspección, limpie cuidadosamente las piezas, utilizando aceite de diesel nuevo. Tenga cuidado de que no se deteriore la superficie de contacto del émbolo y de la válvula de descarga, etc.

(1) Émbolo

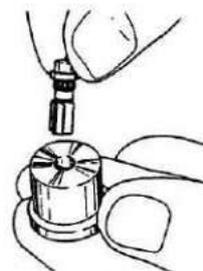
1. Limpie cuidadosamente el émbolo. Si alguna unión del émbolo está rozada o descolorida, cambie el ensamblaje del émbolo por uno nuevo.
2. Para examinar el émbolo, mantenga el tambor del émbolo inclinado aproximadamente 60° y compruebe si se desliza hacia abajo suavemente. Si es así, el émbolo es válido. Mientras gira el émbolo, repita la prueba varias veces. Si algún émbolo se desliza hacia abajo demasiado rápido (lento) o se atasca a medio camino, corrija o reemplace todo el montaje del émbolo.



(Caída del émbolo por la prueba de gravedad)

(2) Válvula de impulsión

1. Si el aro o el asiento de la válvula de impulsión está rozado, abollado, gastado o deteriorado de algún modo, cambie el ensamblaje completo de la válvula.



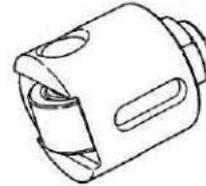
(Comprobación de la válvula de impulsión)

2. Tape el agujero del fondo de la válvula de impulsión y mantenga el asiento como está. Inserte la válvula en el soporte. Mientras retira el dedo superior, compruebe si la válvula retrocede. Si lo hace, está bien. Si no retrocede, cámbiela.
3. Al igual que se describió en el apartado 2, tape el agujero del fondo del soporte de la válvula de descarga para ver si la válvula de descarga cae perfectamente por su peso, cuando retira el dedo del agujero del fondo. Si sucede así, la válvula de descarga es válida. Si no, cámbiela.



(Caída de la válvula de impulsión por la prueba de gravedad)

- (3) Guía del émbolo, tambor del émbolo, etc.
 1. Compruebe que la superficie de deslizamiento de la guía del émbolo no esté excesivamente gastada.
 2. Compruebe si el asiento del tambor del émbolo tiene un contacto desigual, rebaba la marca de gas inyectado o tiene otros defectos. Si es así, corrija o cambie el tambor del émbolo. De lo contrario, el aceite lubricante que se utilice deberá ser diluido.
 3. Si la superficie del rodillo exterior de la guía del émbolo muestra desgaste, escamas, etc, cambie el rodillo exterior.
 4. Si la circunferencia y el agujero de pasador del rodillo de la guía del émbolo están gastados o rozados, etc, cámbiela por otra nueva.
 5. Si el ensamblaje de la guía del émbolo tiene una combinación de pasador y rodillo que vibra, cambie el ensamblaje de la guía del émbolo.



(Montaje de la guía del émbolo)

(4) Cojinete y árbol de levas de la bomba de inyección de combustible

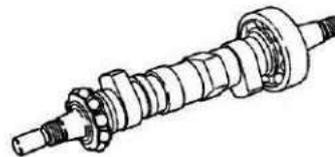
1. Árbol de levas

Examine si la superficie del árbol de levas está deteriorado o gastada, si el chavetero está deformado y si las roscas de ambos extremos están deformadas. Si el árbol de levas está defectuoso, cámbielo.

2. Cojinete

Si el rodillo cilíndrico y la parte exterior está escamado o gastado o tiene cualquier otro deterioro en la superficie, cambie el cojinete.

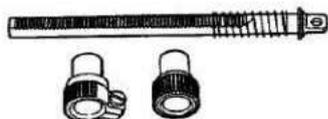
* Cuando cambie el árbol de levas de la bomba de inyección de combustible, cambie al mismo tiempo el cojinete.



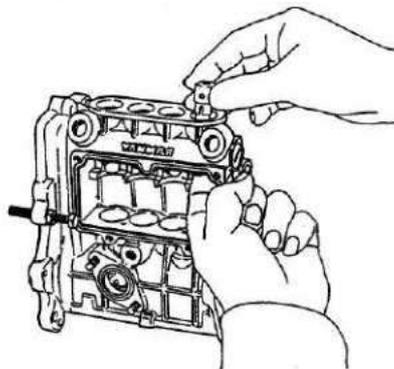
(5) Cremallera y piñón de control del combustible

1. Compruebe si la cremallera del combustible está curvada, y si la parte donde se engrana con el piñón de control de combustible está gastada o deformada.
2. Compruebe que la parte donde la cremallera se engrana con el piñón de control de combustible no esté gastada o deformada.

* Si la cremallera tiene algún problema en la parte de los dientes y en la superficie de deslizamiento, encontrará mayor resistencia, lo que provocará que el motor esté fuera de punto (con revoluciones no uniformes y cambios bruscos de revoluciones).

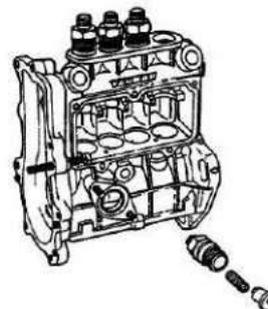
**12-5. Ensamblaje**

- (1) Ponga el tambor del émbolo en la bomba de inyección de combustible desde la parte superior.
 - * Asegúrese de que el tope del tambor se ajusta perfectamente con el chavetero.



- (2) Inserte por este orden, el ensamblaje de la válvula de descarga, el muelle de la válvula de descarga y el tope de la válvula de descarga desde la parte superior de la bomba de inyección de combustible.

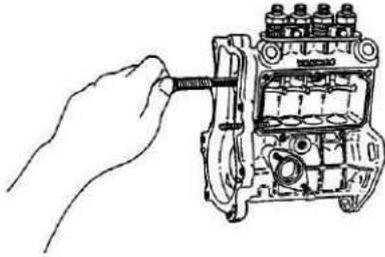
* Cambie la junta de la válvula de descarga y la arandela por unas nuevas antes de volver a montar la bomba de inyección de combustible.



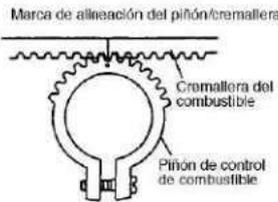
- (3) Encaje la cremallera del combustible y ajuste el tope de la cremallera.

* 1. No se olvide de instalar el muelle de la cremallera del combustible.
 * 2. Asegúrese de que la cremallera del combustible se mueve suavemente durante la carrera completa.

- (4) Inserte un tornillo de seguridad de cremallera (herramienta de reparaciones especial) en el agujero roscado del tope de la cremallera del combustible y fije la cremallera.



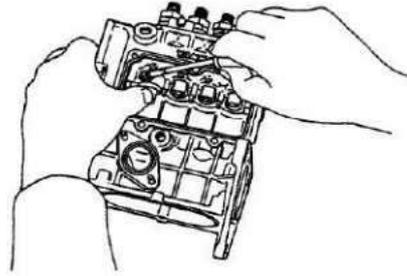
- (5) Mire el fondo de la bomba de inyección de combustible y alinee la marca de alineación de la cremallera del combustible con la del piñón de control.



(Marca de alineación de la cremallera y del piñón de control del combustible)

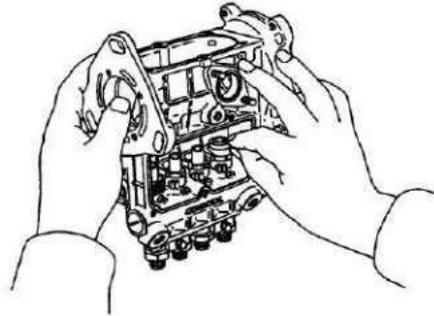
- (6) Mientras sostiene el piñón de control del combustible con una mano de forma que su marca de alineación no esté fuera de sitio, vuelva a montar el manguito de control y ajuste ligeramente el tornillo de tope del piñón de control de combustible.

* Vuelva a montar el manguito de control en la dirección en la que los orificios de alrededor del mango de control miran hacia el tornillo de tope. Al mismo tiempo, alinee la marca de alineación con la del piñón de control de combustible.



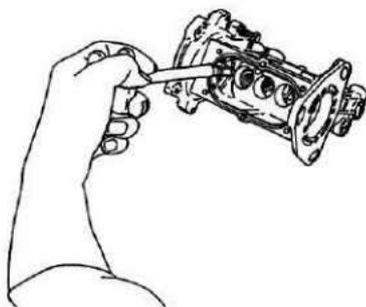
(Marca de alineación del manguito de control/piñón de control del combustible)

- (7) Monte el retén superior del muelle del émbolo.
* 1. Monte el retén superior del muelle del émbolo de forma que la ranura mire hacia abajo.
* 2. Una vez más, asegúrese de que la cremallera del combustible se mueva suavemente.

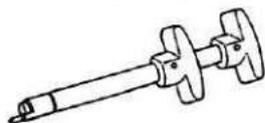


- (8) Monte el muelle del émbolo.

- (9) Monte el retén inferior del muelle del émbolo sobre la parte superior del émbolo. Al alinear la marca de alineación del reborde del émbolo con la del mango de control, vuelva a montar el émbolo desde la parte inferior de la bomba de inyección de combustible utilizando una herramienta de inserción del émbolo (herramienta especial de reparaciones).



(Inserción del émbolo con la herramienta especial para esa función)

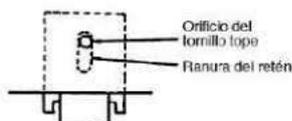


(Herramienta de inserción del émbolo)

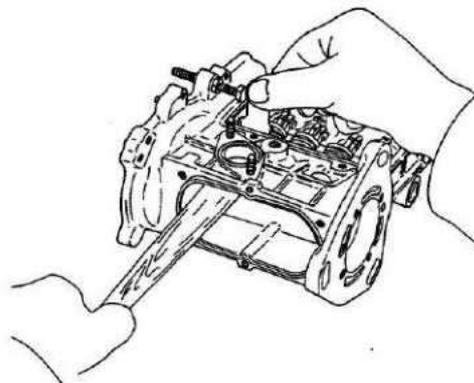
- * No monte nunca el émbolo al revés. El volumen de inyección de combustible aumentaría hasta el punto de ser incontrolable.

- (10) Inserte el ensamblaje de la guía del émbolo en la bomba de inyección desde el fondo. Empuje hacia arriba la guía del émbolo utilizando el mango de un martillo o similar, y ponga un soporte del taqué (herramienta de reparaciones especial) entre el retén inferior del muelle y el cuerpo de la bomba de inyección de combustible.

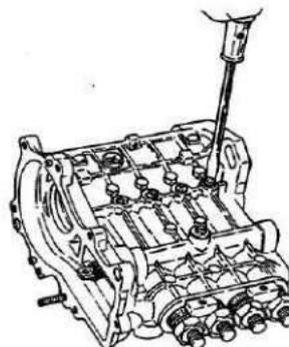
- * 1. Mientras mantiene la ranura del retén de la guía del émbolo mirando hacia arriba, alínela con el orificio del tornillo del tope de la guía del émbolo en el cuerpo de la bomba de inyección de combustible.



- * 2. Compruebe si la cremallera del combustible se mueve libremente. Si no es así, el muelle del émbolo interfiere con alguna otra cosa. En este caso, mantenga el muelle del émbolo en su posición con un destornillador.
- * 3. Cuando cambie el ensamblaje de la guía del émbolo por uno nuevo, inserte el separador estándar y ajústelo temporalmente.

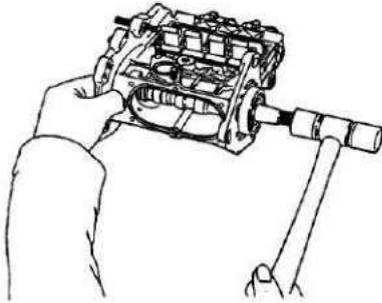


- (11) Asegúrese de que la ranura del retén de la guía del émbolo está en su sitio. Ajuste el tope de la guía del émbolo.



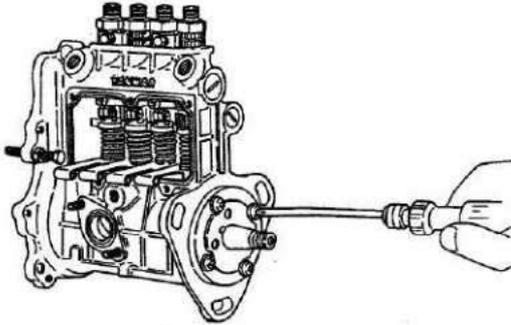
- (12) Coloque los cojinetes en ambos extremos del árbol de levas de la bomba de inyección del combustible. Inserte los cojinetes mientras los golpea con el martillo desde el lado impulsor.

* Déle la vuelta a la bomba de inyección del combustible. Mueva la guía del émbolo hacia el muelle del émbolo e impulse el árbol de levas de la bomba de inyección.



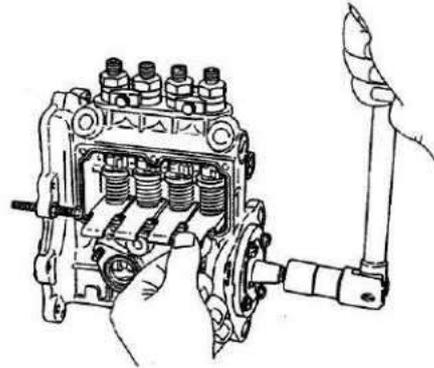
- (13) Ajuste el sello del lubricante en el lateral interior del soporte del cojinete. Monte el soporte del cojinete.

* Aplique aceite lubricante al árbol de levas de la bomba de inyección de combustible y al sello del lubricante del árbol de levas de la bomba de inyección del combustible para no dañar el sello del lubricante.



- (14) Introduzca la chaveta de media luna en el árbol de levas de la bomba de inyección.

- (15) Gire el árbol de levas de la bomba de inyección de combustible y extraiga el soporte del taqué (herramienta de reparaciones especial).



- (16) Fije la bomba de inyección del combustible. Utilizando un mazo, golpee el extremo del árbol de levas de la bomba de inyección del combustible para ajustar la holgura lateral del árbol de levas con una junta de ajuste y una galga de holgura lateral (herramienta de reparaciones especial).

(mm)

	Todos los modelos
Huelgo lateral del árbol de levas	0.02 ~ 0.05

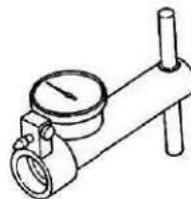
[Procedimiento de ajuste]

Si la holgura es demasiado pequeña, quite la junta de ajuste.

Si la holgura es demasiado grande, añada una o más juntas de ajuste.

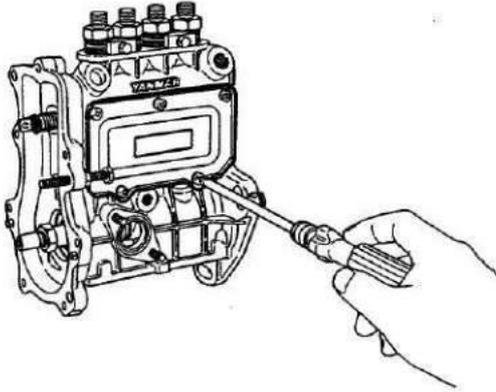
Grosor de la junta de ajuste:

0.5, 0.4, 0.3, 0.15 mm.

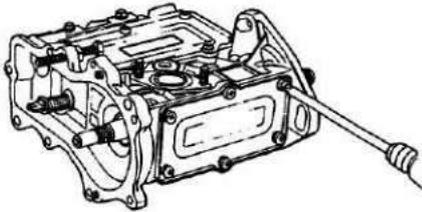


(Herramienta especial de reparaciones:
Galga de holgura lateral)

(17) Monte la cubierta lateral de la bomba de inyección de combustible.



(18) Monte la cubierta inferior de la bomba de inyección de combustible.



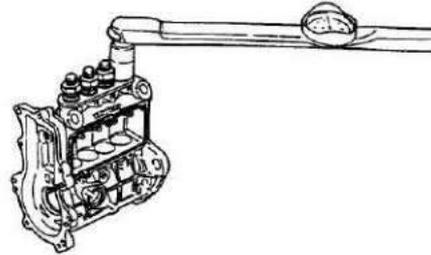
(19) Ajuste el soporte del muelle de la válvula de descarga al par especificado.

(kgf-m)

	Todos los modelos
Par de apriete	3.5 ~ 4.0

* 1. Ajuste el soporte del muelle de la válvula de descarga a mano todo lo posible. Si resulta difícil girar el tornillo hasta cierto punto, puede que la junta o la válvula de descarga esté fuera de sitio. Quítela, corríjala y ajuste de nuevo.

* 2. No ajuste nunca en exceso el soporte de la válvula de descarga. El ajuste en exceso provoca que la cremallera del combustible funcione mal.

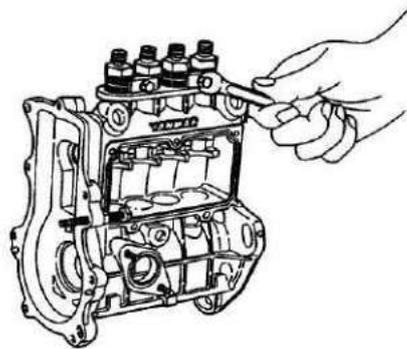


(20) Ajuste el tope del soporte al par especificado.

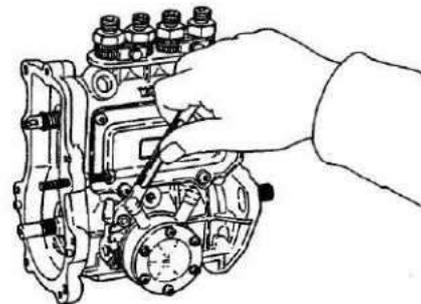
(kgf-m)

	Todos los modelos
Par de apriete	0.3

* No ajuste nunca en exceso el soporte de la válvula de descarga. De lo contrario, se recalca produciendo fugas de aceite a través de él.

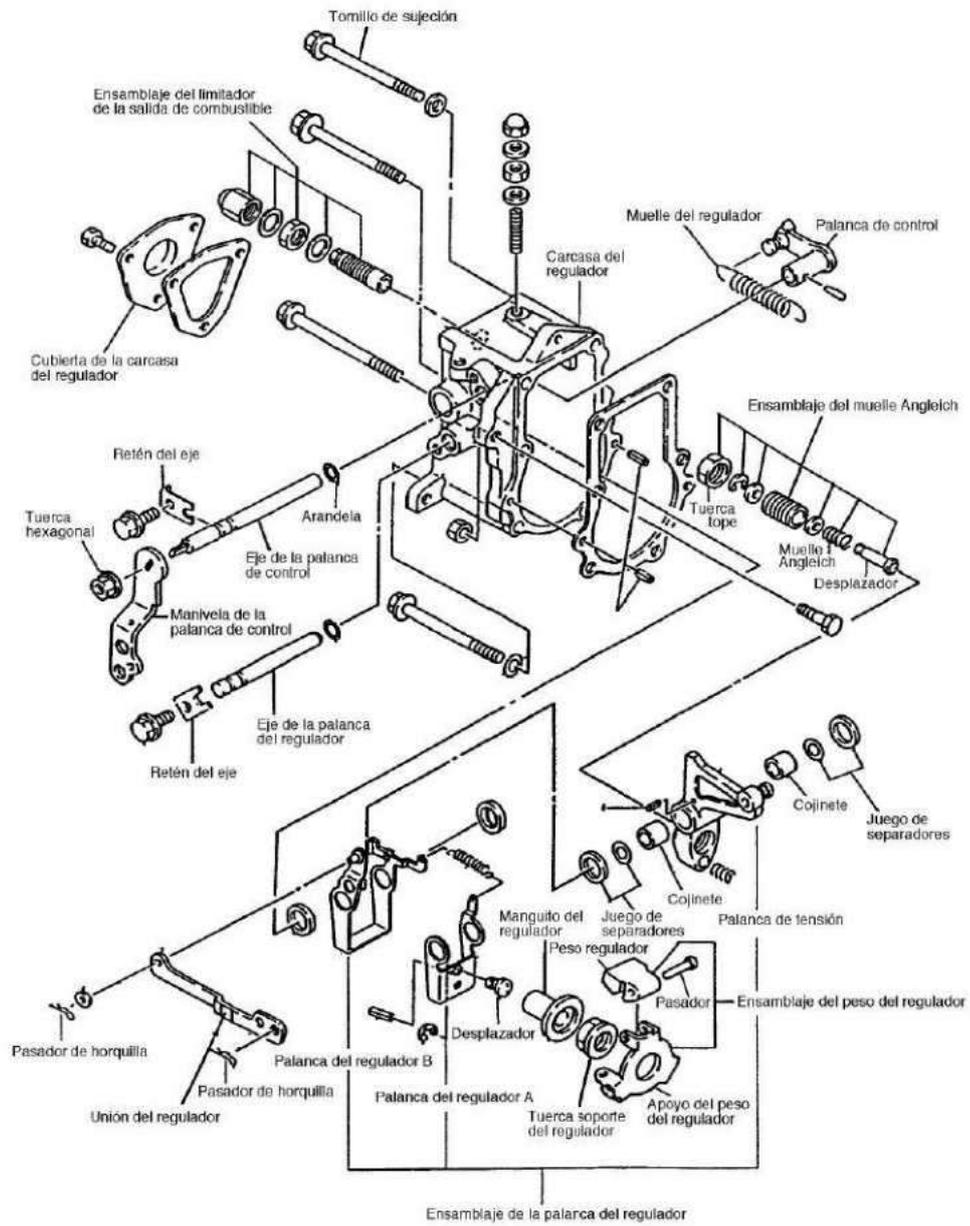


(21) Monte la bomba de alimentación del combustible.

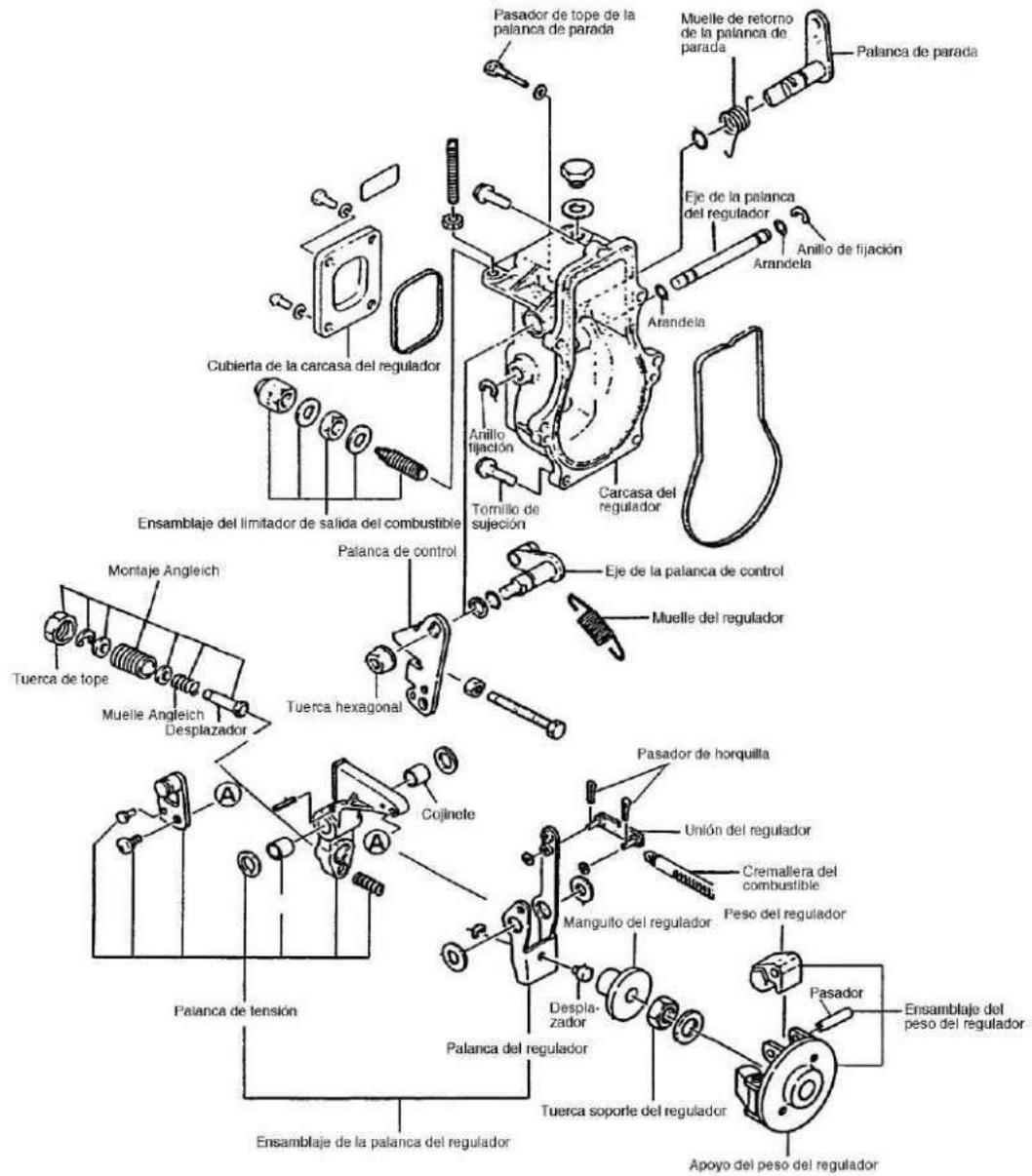


13. Regulador

13-1. Despiece del regulador para el sistema de inyección indirecta



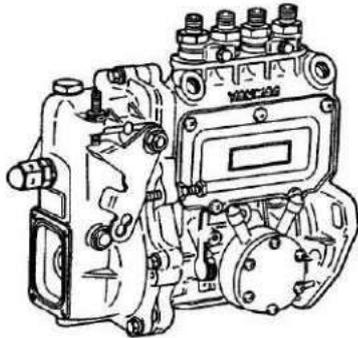
13-2. Despiece del regulador para el sistema de inyección directa



13-3. Desmontaje

El montaje y desmontaje se realizan de la misma forma para el sistema de inyección directa como para el sistema de inyección indirecta.

- (1) Quite la carcasa del regulador

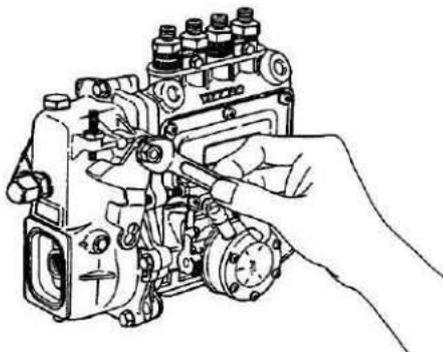


* Afloje la tuerca de tope en los modelos con ensamblaje Angleich.

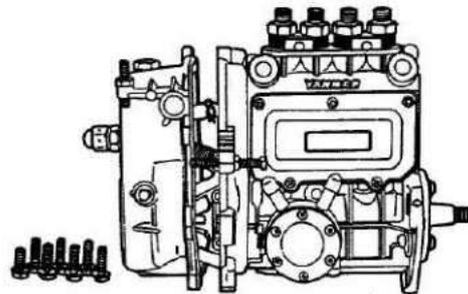


(Ensamblaje Angleich)

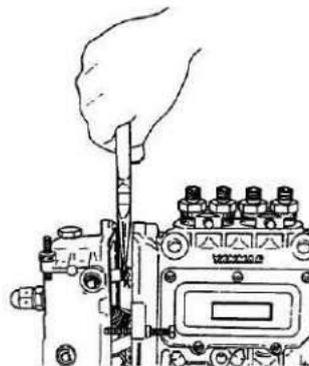
- (2) Quite la tuerca hexagonal de la palanca de control y extraiga la palanca de control del eje de la palanca de control.



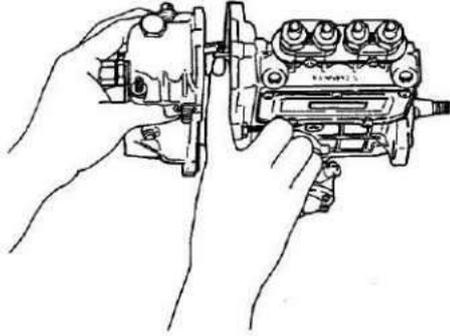
- (3) Quite el tornillo de sujeción de la carcasa del regulador. Extraiga la carcasa del regulador de la bomba de inyección de combustible mientras golpea suavemente la carcasa del regulador con un martillo de madera. Cree un hueco entre la carcasa del regulador y la bomba de inyección de combustible moviendo sólo las piezas móviles de la palanca del regulador.



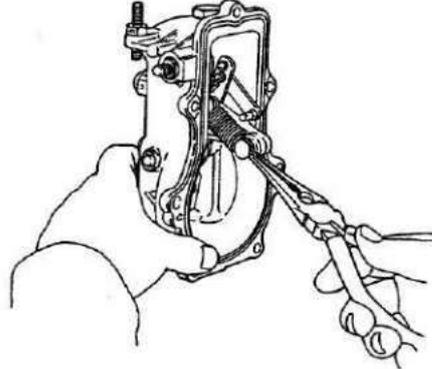
- (4) Extraiga el pasador de la unión del regulador insertando unos alicates de puntas entre la bomba de inyección del combustible y la carcasa del regulador.



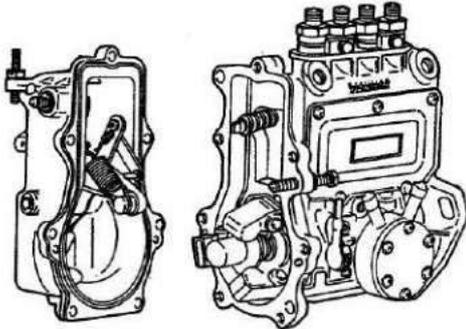
- (5) Separe el regulador y la bomba de inyección de combustible deslizando hacia fuera la carcasa del regulador y la bomba de inyección de combustible y extrayendo el pasador de la unión del regulador de la rejilla de control.



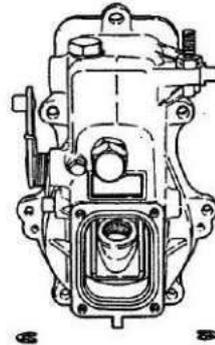
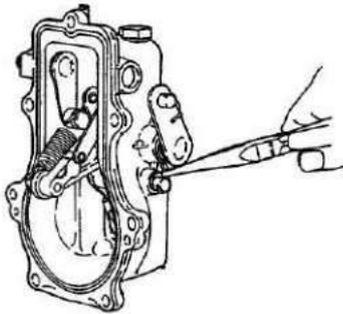
- (7) Utilice unos alicates de puntas para desenganchar el muelle del regulador de la palanca de tensión y del eje de la palanca de control.



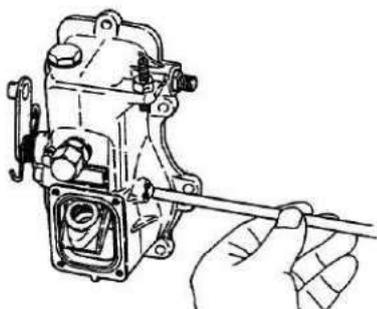
- (8) Quite el retén del eje del eje de la palanca del regulador (para la inyección indirecta). Quite los anillos de sujeción de ambos extremos del eje de la palanca del regulador (para inyección directa).



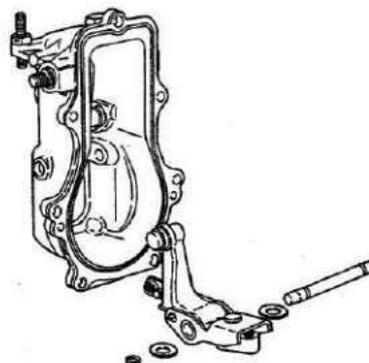
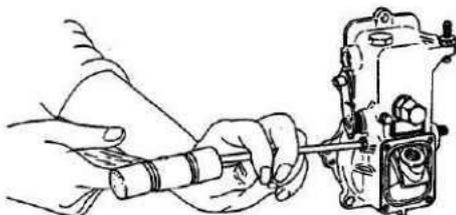
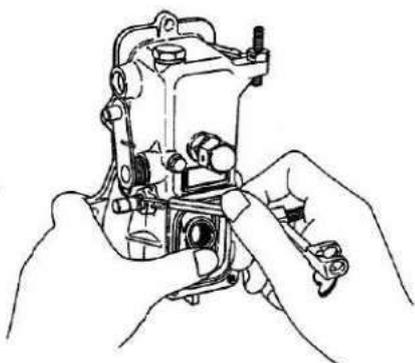
- (6) Quite el muelle de retorno de la palanca de parada del eje de la palanca del regulador (Sólo para inyección directa).



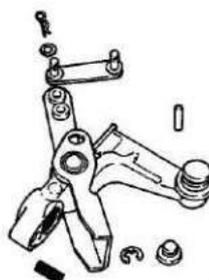
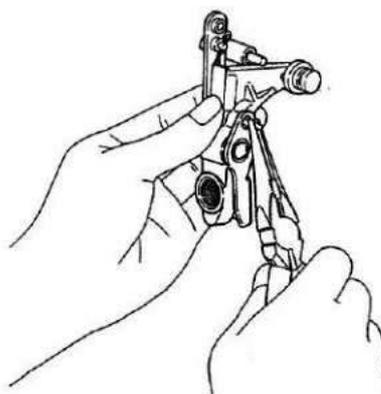
- (9) Coloque una varilla de 8 mm. de diámetro o menos en un extremo del eje de la palanca del regulador y golpee el eje de la palanca del regulador hasta que la arandela salga por el otro lateral de la carcasa del regulador.



- (10) Después de quitar la arandela, golpee suavemente ese extremo del eje y extráigalo de la palanca del regulador.

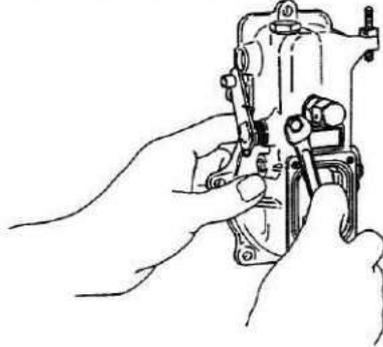


- (11) Quite la unión del regulador de la palanca del regulador.



- * El ensamblaje del regulador consiste en la palanca del regulador, la palanca de tensión y muelle Angleich, y normalmente no se desmonta.

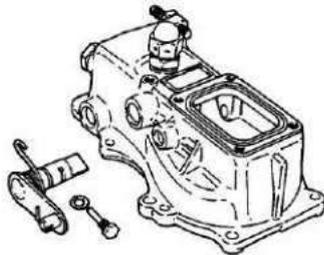
- (12) Cuando quiera extraer la palanca de parada, quite el pasador de tope del eje y golpee suavemente el interior de la carcasa del regulador. (Sólo para la inyección directa)



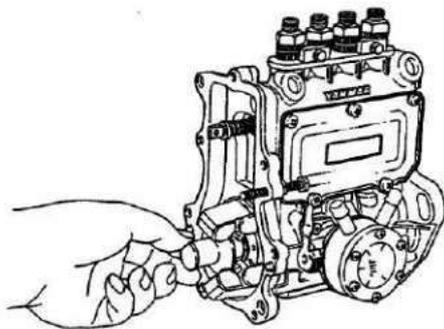
- (13) Cuando quiera extraer el eje de la palanca de control, golpee suavemente el extremo del eje con un martillo de madera y extraiga la palanca de control.

* 1. No extraiga el montaje del limitador de salida de combustible de la carcasa del regulador a menos que sea necesario.

* 2. En modelos con muelles de apriete, extraiga primero la tuerca de sombrerete y después el montaje del muelle de apriete.

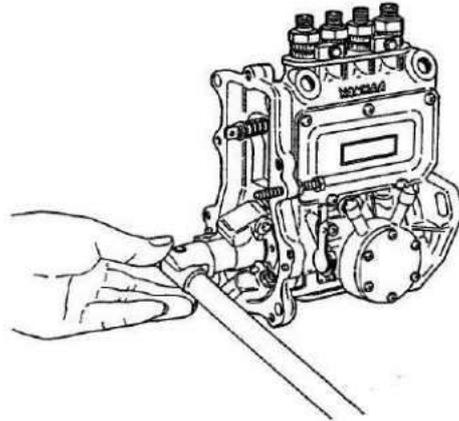


- (14) Extraiga con la mano el manguito del regulador del extremo del árbol de levas de la bomba de inyección de combustible.

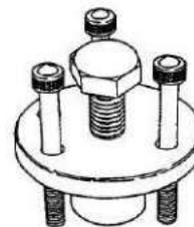


- (15) Ajuste el soporte del cojinete con una llave de giro para sostener el árbol de levas de la bomba de inyección de combustible. Afloje unas vueltas la tuerca soporte del regulador con una llave de vaso.

* Cuando el ajuste cónico se separa después de que haya quitado la tuerca, el contrapeso del regulador puede salir disparado. Tenga cuidado.



- (16) Quite el ensamblaje del contrapeso del regulador del árbol de levas de la bomba de inyección de combustible utilizando un extractor del contrapeso del regulador (herramienta de reparaciones especial).



(Extractor del contrapeso del regulador)

13-4. Inspección

1. Inspección del ensamblaje del contrapeso del regulador

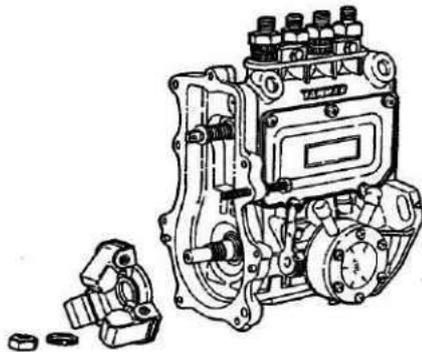
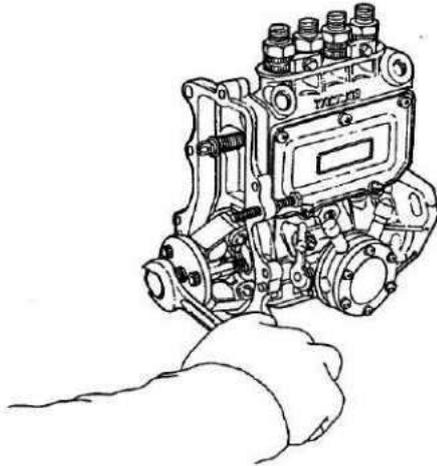
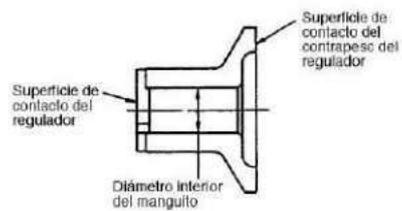
- (1) Reemplace el contrapeso del regulador si no se abre y se cierra suavemente.



- (2) Reemplace el ensamblaje del contrapeso si la superficie de contacto con el manguito del regulador está demasiado gastada.
- (3) Cámbielo si hay desgaste del apoyo del regulador o del pasador o si la unión está suelta.
- (4) Cámbielo si el tope del apoyo del regulador está demasiado gastado.

2. Inspección del manguito del regulador

- (1) Cambie el manguito del regulador si la superficie de contacto con el contrapeso está excesivamente gastada o si se produce cabeceo.
- (2) Cambie el manguito del regulador si la superficie de contacto con el desplazador está excesivamente gastada o si se produce cabeceo.
- (3) Si el manguito del regulador no se desplaza suavemente sobre el árbol de levas de la bomba de inyección del combustible debido al desgaste del diámetro interior del manguito o a otras razones, cámbielo.



3. Inspección del ensamblaje del eje de la palanca del regulador

- (1) Mida la holgura entre el eje de la palanca del regulador y el cojinete y cámbielos si están cerca del límite de uso.

(mm)

	Dimensión estándar	Holgura estándar	Límite
Diámetro exterior del eje de la palanca del regulador	$8 \begin{smallmatrix} -0.05 \\ -0.04 \end{smallmatrix}$	0.065 ~0.124	0.5
Diámetro interior del cojinete	$8 \begin{smallmatrix} +0.11 \\ +0.06 \end{smallmatrix}$		

- (2) Inspeccione la superficie de contacto del desplazador y si está gastada o quemada, quite el pasador del muelle para desmontarlo y cambie sólo el desplazador.
- (3) Compruebe si las piezas de unión tienen curvas o dobleces que puedan provocar un mal funcionamiento y cámbielas si están defectuosas.

* 1. Hueco lateral en la parte superior del eje de la palanca del regulador.

(mm)

Hueco lateral estándar	0.4
------------------------	-----

* 2. Cambie la palanca del regulador, la palanca de tensión, el cojinete, el desplazador y el muelle Angleich como conjunto.

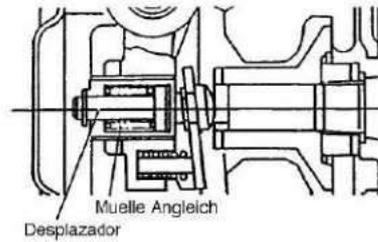
4. Inspección de los muelles

- (1) Compruebe el muelle del regulador y otros muelles y cámbielos si están rotos, asentados o corroidos.



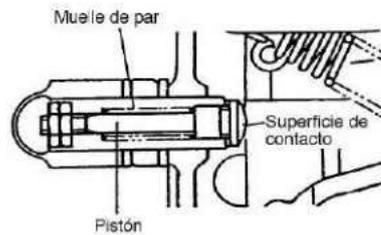
5. Inspección del ensamblaje del muelle Angleich

- (1) Inspeccione la superficie del desplazador y cámbiela si está defectuosa.
- (2) Cambie el ensamblaje del muelle Angleich si el muelle está roto.



6. Inspección del ensamblaje del muelle de apriete

- (1) Inspeccione si la punta del pistón y la superficie de contacto están gastadas y cámbielos si están defectuosos.
- (2) Cambie el ensamblaje si el muelle está roto.

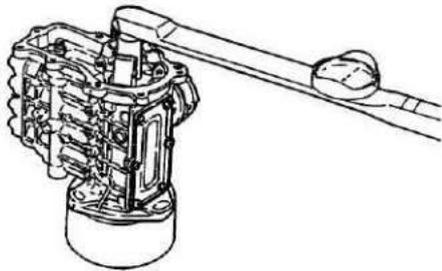


13-5. Ensamblaje

Inspeccione todas las piezas después de desmontarlas y cambie las que sea necesario. Antes de volver a montar las piezas, límpielas y póngalas en orden.

Asegúrese de volver a ajustar la unidad después de montarla para obtener el rendimiento especificado.

- (1) Fije el soporte del cojinete con una llave de giro para sostener el árbol de levas de la bomba de inyección de combustible. Inserte el ensamblaje del peso del regulador en la parte cilíndrica en el extremo del árbol de levas de la bomba de inyección de combustible. Monte la arandela y ajuste la tuerca soporte del contrapeso del regulador al par especificado.

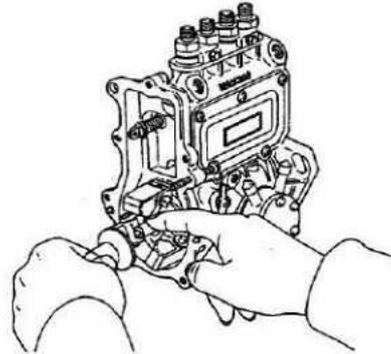


(kgf-m)

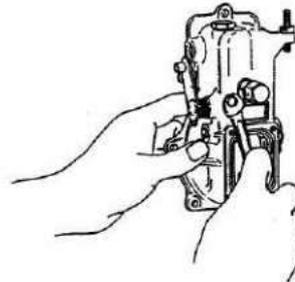
	Par de ajuste de la tuerca soporte del peso del regulador
Sistema de inyección indirecta	7.0 ~ 7.5
Sistema de inyección indirecta	4.5 ~ 5.0

- (2) Abra el regulador hacia fuera e inserte el manguito en el extremo del árbol de la bomba de inyección de combustible.

* Asegúrese de que el manguito se mueve suavemente después de insertarlo.

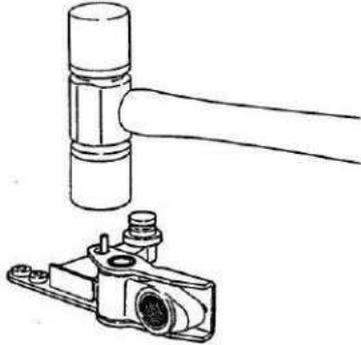


- (3) Después de que desmonte la palanca de parada, monte el muelle de retorno de la palanca de parada sobre dicha palanca, golpéela suavemente con un martillo de madera para insertarla y ajuste el pasador de tope de la palanca de parada. (Sólo para inyección directa).



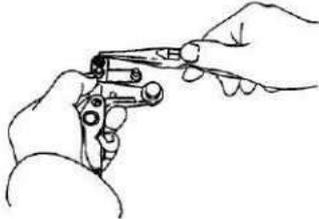
- (4) Después de haber quitado el eje de la palanca de control, golpéelo suavemente e insértelo junto con la arandela desde el interior de la carcasa del regulador utilizando un plato apropiado.

- (5) Si se ha desmontado la palanca del regulador, golpee el pasador del muelle.



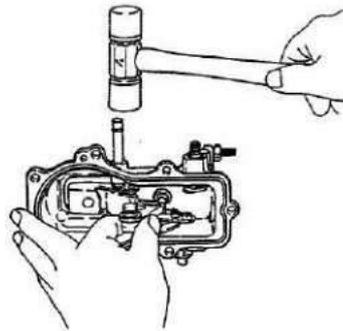
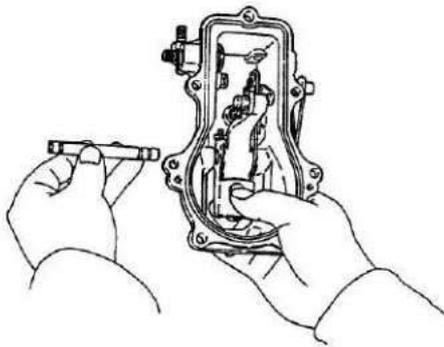
(6) Monte el ensamblaje de la palanca del regulador a la unión del regulador.

- * 1. Asegúrese de que se utilizan los orificios de montaje de la unión del regulador y de que se monta en la dirección correcta.
- * 2. Asegúrese de que la unión del regulador se mueve suavemente.

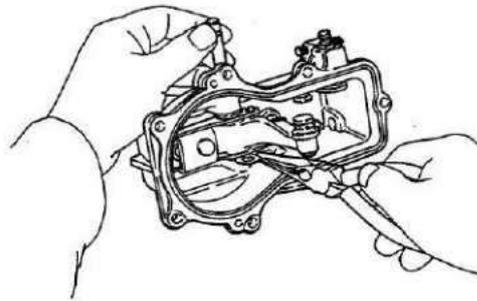


(7) Coloque el ensamblaje del eje de la palanca del regulador en la carcasa del regulador, inserte la palanca del regulador y golpéela hasta que la ranura de la arandela sale por el lado contrario de la carcasa del regulador. (Sólo para la inyección directa).

- * 1. Ajuste a mano la arandela del lado del que va a golpear.

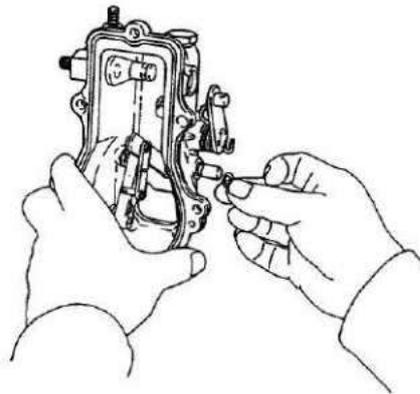


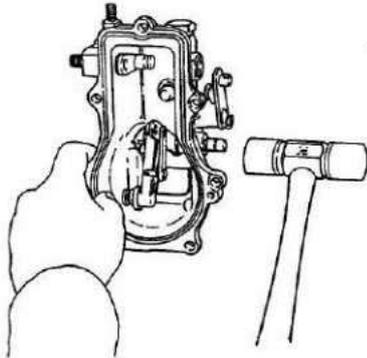
* 2. Asegúrese de insertar el eje de la palanca del regulador en la dirección correcta.



* 3. No olvide montar las arandelas en ambos lados de la palanca del regulador.

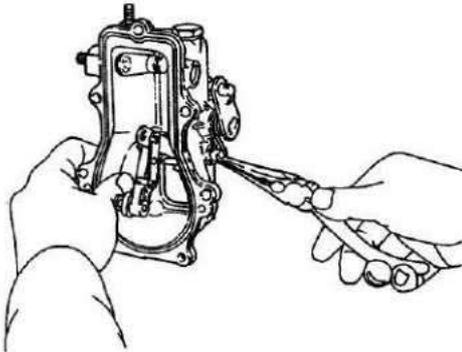
(8) Después de que haya montado la arandela, golpee la palanca del regulador en la dirección contraria y monte el anillo de sujeción en las ranuras de ambos extremos. (Sólo para la inyección directa).



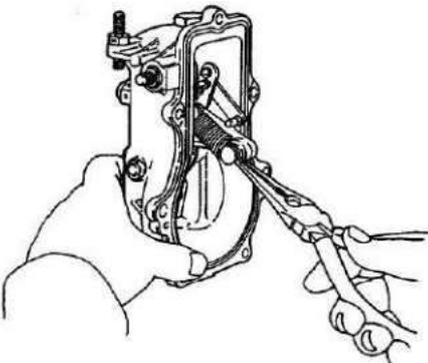


* Después de montar el ensamblaje de la palanca del regulador, asegúrese de que éste se mueve suavemente.

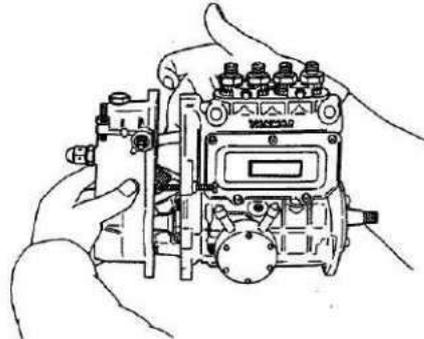
- (9) Ajuste el muelle de retorno de la palanca de parada al extremo del eje de la palanca del regulador. (Sólo para la inyección directa)



- (10) Enganche el muelle del regulador al eje de la palanca de control y a la palanca de tensión con los alicates de puntas largas.



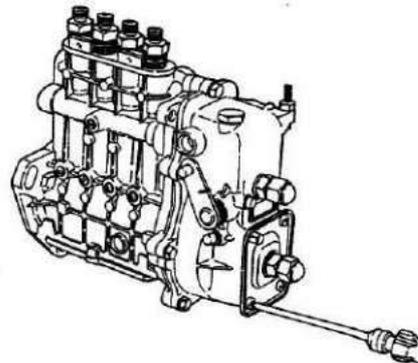
- (11) Tire todo lo que pueda de la unión del regulador hacia la superficie de ensamblaje de la carcasa del regulador, inserte el pasador de la unión del regulador del orificio de la rejilla de control de combustible y encájelo el pasador de horquilla.



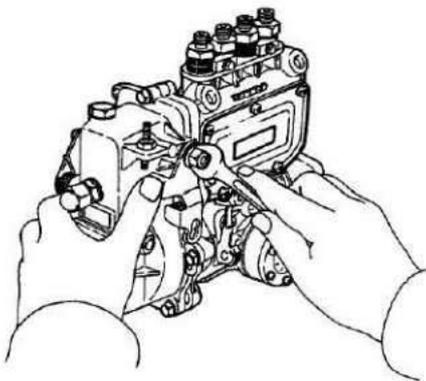
- (12) Monte la carcasa del regulador a la bomba de inyección de combustible mientras la golpea suavemente con un martillo de madera y ajusta el tornillo de ajuste.

- (13) Monte la cubierta de la carcasa del regulador. En los modelos con muelle sin fijación, inserte el muelle de ajuste y la varilla de ajuste al tornillo de ajuste de la cubierta de la carcasa del regulador.

* Si se extrajo el ensamblaje del muelle Angleich, ajuste temporalmente la tuerca. Apriétela mejor después del ajuste.



- (14) Inserte la palanca de control en el eje de la palanca de control y ajuste la tuerca.
- * *Mueva hacia delante y hacia atrás la palanca de control para asegurarse de que toda la articulación se mueve suavemente.*



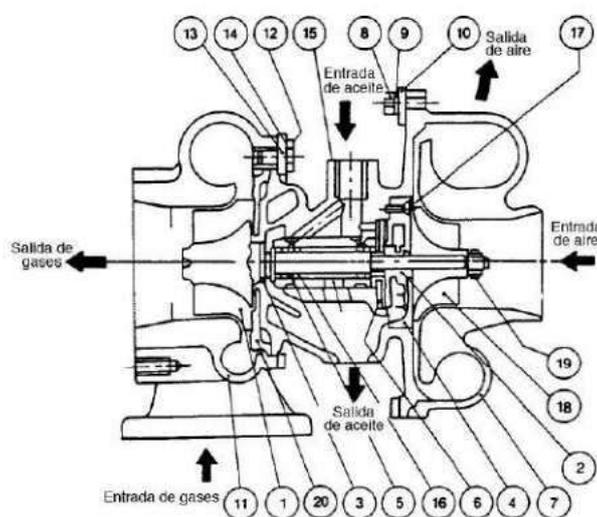
14. Turboalimentador

14-1. Especificaciones

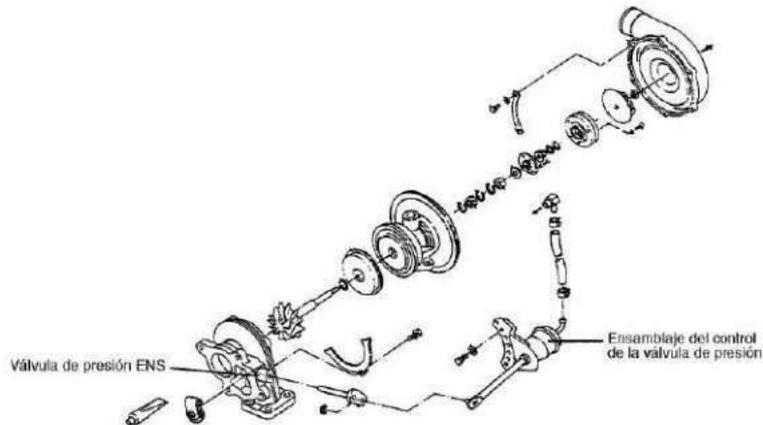
Modelo de motor aplicable (aplicación)	3TNE84T (CL, VM)	3TNE84T (CH, VH)
	4TNE84T (CL)	4TNE84T (VM, CH, VH)
Modelo de turboalimentador	RHB31	RHB51
Especificación del turboalimentador	Estándar (con salida de residuos)	
Tipo de turbina	Flujo radial	
Tipo soplador (compresor)	Centrífugo	
Método de lubricación	Lubricación externa	
Rpm continuas máximas permitidas	250,000	180,000
Temperatura continua de entrada de gases máxima permitida	750°C	
Peso en seco	2.4 kg	4.2 kg

Nota: Las aplicaciones VM y VH están dotadas de salida de residuos.

14-2. Construcción



Nº	Nombre de la pieza
1	Eje de la turbina
2	Deflector de aceite
3	Aro de aislamiento lateral de la turbina
4	Placa de unión hermética
5	Cojinete del extremo del eje
6	Cojinete de empuje
7	Carcasa del compresor
8	Tornillo hexagonal M5
9	Arandela de muelle M5
10	Abrazadera lateral del compresor
11	Carcasa de la turbina
12	Tornillo hexagonal M6
13	Abrazadera lateral de la turbina
14	Arandela de seguridad
15	Carcasa del cojinete
16	Anillo de retención
17	Tornillo de cabeza plana avellanado
18	Rueda del compresor
19	Tuerca tope del eje
20	Protector contra el calor



(Despiece del turboalimentador con válvula de presión)

Nota:

Se adopta una válvula de presión del turboalimentador para las aplicaciones VM o VH (velocidad variable).

* La válvula de presión es un sistema de control de la velocidad del turboalimentador para mantener la presión del aire de admisión a un nivel constante, desviando una parte de los gases de escape, obtenidos al accionar el turboalimentador, utilizando presión de aire de admisión en el lado del compresor. Consiste en un control ENS separado del turboalimentador y una válvula ENS incorporada a la carcasa de la turbina.

(1) Turbina

El gas de escape del motor se acelera en la tobera de la carcasa de la turbina y se inyecta al rotor de la turbina para hacer girar el eje de la turbina. Se instalan un anillo aislante y una placa de aislamiento del calor para evitar que el cojinete resulte perjudicado por el gas.

(2) Compresor

La rueda del compresor que se instala en el eje de la turbina gira con el eje para aspirar y comprimir el aire para alimentar al colector de admisión. Esto recibe el nombre de conductor de aire o compresor.

(3) Cojinete**1. Cojinete de empuje**

Como al eje de la turbina se le aplica constantemente una fuerza de empuje, este cojinete evita que el eje se mueva.

2. Radial (cojinete del extremo del eje)

Se utiliza un cojinete flotante. Ya que el cojinete se mueve con el eje de la turbina al formarse películas de aceite en el interior y exterior del mismo, la velocidad de la superficie de desplazamiento es menor que la velocidad del eje de la turbina comparado con un cojinete fijo. Como consecuencia, mejora la estabilidad dinámica.

3. Mecanismo de aislamiento lateral del compresor

Para evitar las fugas de aire de admisión y de aceite, se proporcionan un anillo aislante y una placa de cierre hermético para formar una estructura de pared doble en la parte posterior de la rueda del compresor.

14-3. Método de ajuste de la válvula de presión

Puesto que los turboalimentadores de las aplicaciones VM y VH disponen de válvula de presión, es indispensable ajustar la presión de apertura de la válvula de presión y la elevación al realizar una revisión o reemplazar las piezas internas. Si no se realizase este ajuste, el rendimiento del motor podría resultar perjudicado.

(Nota) Si es imposible realizar este ajuste, reemplace el turboalimentador entero, en lugar de sus piezas interiores.

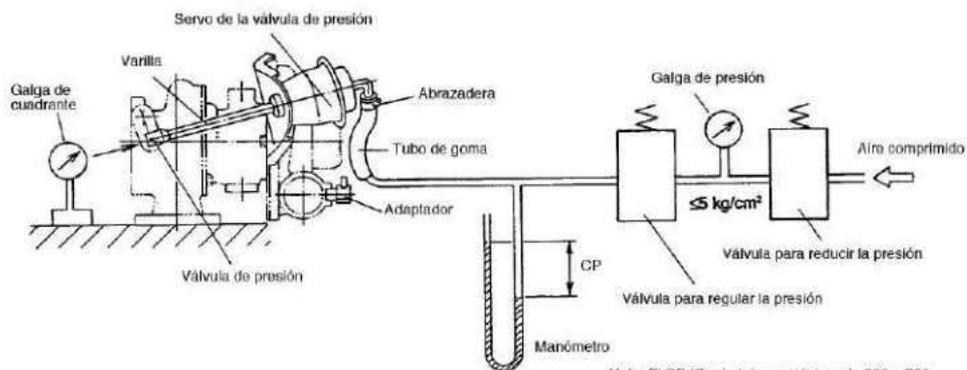
(1) Comprobación de la presión de la válvula de presión del turboalimentador y de las características de la elevación.

1. Equipo

Prepare el equipo que se indica en la figura a continuación.

2. Instrumentos y aparatos de medición

Galga de cuadrante	Capaz de medir de 0 a 10 mm. (es preferible que sea de cabeza plana)
Manómetro	Tanto de columna de mercurio como eléctrico (capaz de medir de 0 a 1500mmHg)
Válvula para regular la presión	Capaz de ajustar gradualmente con una variación de 0 y 2 kg/cm ² (para controlar la presión aplicada al servo de la válvula de presión.)
Válvula para reducir la presión	Para eliminar la presión del suministro de aire a 5 kg/cm ² o menos.
Galga de presión	Galga de presión de tubo Bourdon. (0 a 10 kg/cm ²)



3. Método de comprobación

1. Coloque la presión de control del manómetro (CP) aplicada a la servoválvula de la válvula de presión a 0 y coloque la galga de cuadrante en el punto cero.
2. Abra gradualmente la válvula para regular la presión y mida el valor de la presión de control cuando la varilla de la servoválvula funciona a 2 mm.
3. Para la histéresis, deje que la varilla se mueva primero a 3 mm. Después, cierre gradualmente la válvula para regular la presión, mida la presión cuando la varilla se mueve a 2 mm. y halle la diferencia de la presión medida en el punto anterior.

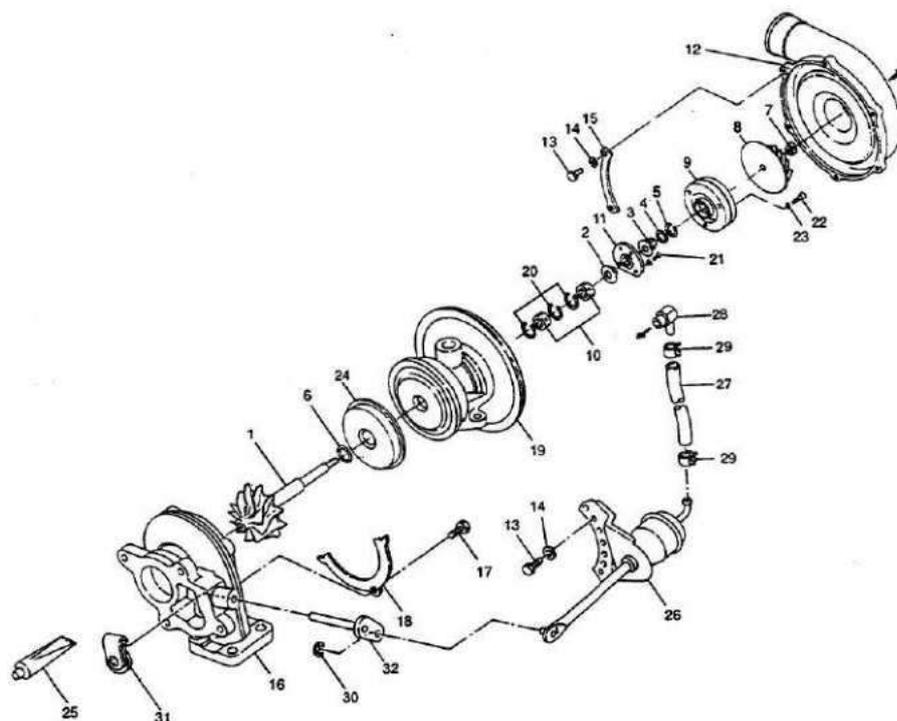
4. Precauciones

1. Coloque la galga de cuadrante en la línea de extensión de la varilla de la servoválvula.
2. No se debe producir ninguna fuga en las tuberías o en las juntas.
3. Fije el turboalimentador y la galga de cuadrante de forma segura.
4. Si utiliza un manómetro eléctrico, éste debe tener la suficiente precisión.
5. Incluso cuando utilice un manómetro eléctrico, se recomienda que se prepare un manómetro de columna de mercurio para la calibración y las comprobaciones diarias.
6. La velocidad de aumento/descenso del control de la presión por medio de la válvula para regular la presión debe ser muy lento, cerca del punto de medición. Si se sobrepasa la posición de 2 mm., comience de nuevo.
7. No aplique más de 5 kg/cm² a la servoválvula.

(2) Prueba de fugas de la servoválvula

Aplique 1,2 kg/cm² a la servoválvula y manténgalo así durante 2 minutos. La servoválvula está bien si la presión es 1,1 kg/cm² o más en ese momento.

14-4. Despiece del turboalimentador (con válvula de presión)

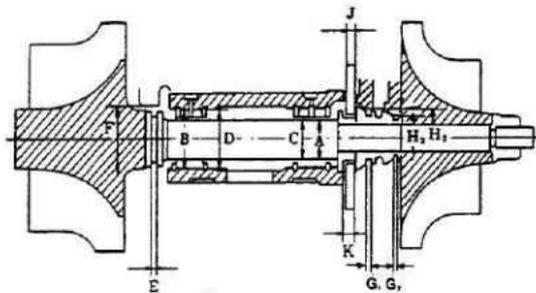


Nº	Nombre de la pieza	Nº	Nombre de la pieza
1	Eje de la turbina	17	Tornillo
2	Cojinete de empuje	18	Placa de retención
3	Deflector de aceite	19	Carcasa del cojinete
4	Anillo aislante	20	Anillo de sujeción
5	Anillo aislante	21	Tornillo
6	Anillo aislante (lado de la turbina)	22	Tornillo
7	Tuerca de seguridad	23	Arandela de seguridad
8	Rotor	24	Protector de calor
9	Placa de unión hermética	25	Cierre hidráulico
10	Cojinete	26	Servoválvula de la válvula de presión
11	Cojinete de empuje	27	Tubo de goma
12	Carcasa del compresor	28	Adaptador
13	Tornillo con reborde	29	Abrazadera
14	Arandela elástica	30	Anillo de sujeción
15	Abrazadera	31	Válvula de la válvula de presión
16	Carcasa de la turbina	32	Placa de unión

14-5. Par de apriete

Nº pieza	Nombre de la pieza	Tamaño	Par de apriete (kg - cm)	
			RHB31	RHB51
7	Tuerca de seguridad	—	9 ~ 11	18 ~ 22
13	Tornillo con reborde	M5	40 ~ 50	←
17	Tornillo	M6	120 ~ 130	120 ~ 130
		M8		275 ~ 295
21	Tornillo	M3	12 ~ 14	←
22	Tornillo	M3	12 ~ 14	←

14-6. Estándares de servicio



Unidad: mm

		Tamaño estándar		Límite de desgaste	
		RHB31	RHB51	RHB31	RHB51
Eje de la turbina	Diámetro exterior del extremo del eje de la turbina (A)	6.257 ~ 6.263	7.99 ~ 8.00	6.25	7.98
	Ancho de la ranura de la junta del eje de la turbina (E)	1.038 ~ 1.062	1.25 ~ 1.28	1.07	1.29
	Ancho de la ranura de la junta lateral del compresor (G1)	1.02 ~ 1.03	1.22 ~ 1.23	1.04	1.31
	Ancho de la ranura de la junta lateral del compresor (G2)	0.82 ~ 0.83	1.02 ~ 1.03	0.84	1.11
	Descentramiento del eje de la turbina	0.002	0.002	0.005	0.011
Cojinete	Diámetro interior del cojinete (C)	6.275 ~ 6.285	8.01 ~ 8.03	6.29	8.04
	Diámetro exterior del cojinete (D)	9.940 ~ 9.946	12.32 ~ 12.33	9.93	12.31
	Diámetro interior de la carcasa del cojinete (B)	9.995 ~ 10.005	12.40 ~ 12.41	10.01	12.42
Cojinete empuje	Ancho del cojinete de empuje (J)	3.59 ~ 3.61	3.99 ~ 4.01	3.58	3.98
	Tamaño de la ranura del cojinete de empuje (K)	3.632 ~ 3.642	4.04 ~ 4.05	3.65	4.07
Zona de fijación de la junta	Lado de la turbina (carcasa del cojinete) (F)	11.00 ~ 11.018	15.00 ~ 15.02	11.03	15.05
	Lado del compresor (junta aislante) (H1)	9.987 ~ 10.025	12.40 ~ 12.42	10.04	12.45
	Lado del compresor (junta aislante) (H2)	7.968 ~ 8.00	10.00 ~ 10.02	8.01	10.05
Juego del rotor en la dirección axial		0.022 ~ 0.053	0.03 ~ 0.06	0.07	0.09
Juego del rotor en la dirección radial		0.061 ~ 0.093	0.08 ~ 0.13	0.12	0.17

15. Información de mantenimiento para la normativa CARB ULG

(Normativa para motores de servicio y motores para bosque y jardín de la Junta de Recursos Aéreos de California)

Introducción

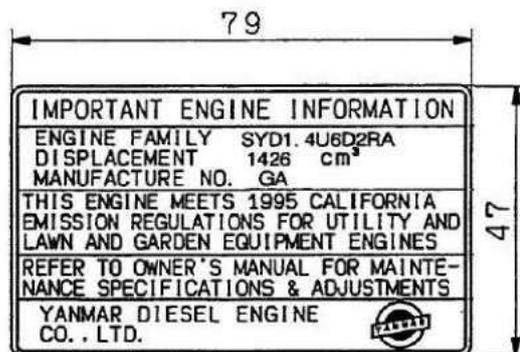
Este capítulo sólo describe los artículos designados como una especificación especial para el funcionamiento de los motores TNE bajo la HP 25 que cumple la normativa CARB ULG (Normativa para motores de servicio y motores de bosque y jardín de la Junta de Recursos Aéreos de California, que afecta a los motores fabricados a partir del 1 de enero de 1995.)

15-1. Etiqueta de control de emisiones

15-1-1. Contenido de la etiqueta

A continuación se detalla el tamaño y el contenido de la etiqueta.

[Ejemplo]

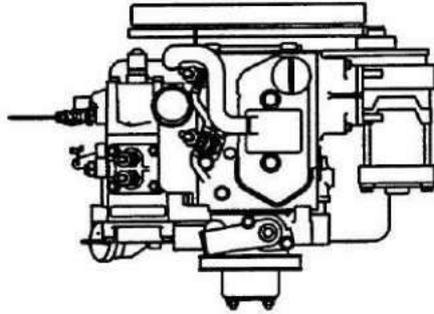


15-1-2. Lugar de colocación de la etiqueta

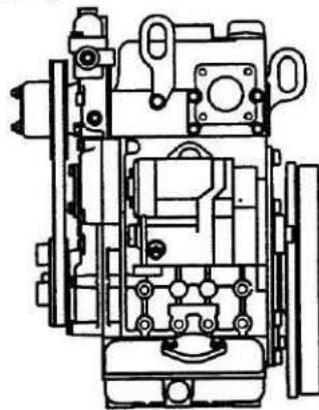
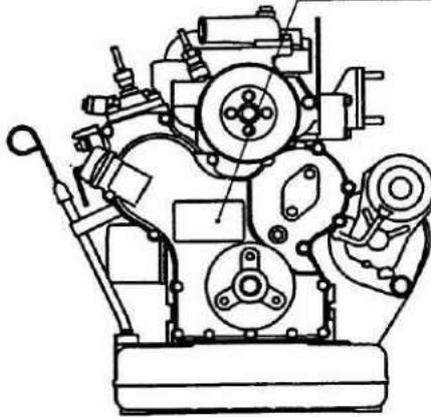
Los lugares de colocación de la etiqueta son tres, A, B, C, que se detallan en el cuadro a continuación junto con el modelo y el tipo de motor.

Colocación de las etiquetas	Nº	Denominación del motor para la certificación	Denominación Yanmar del motor
A	1	SYD493U6D2RA	2TN66C, 2TNE66KC
	2	SYD739U6D2RA	3TN66C, 3TNE66KC
	3	SYD784U6D2RA	3TNE68C
	4	SYD1.0U6D2RA	3TNA72C/3TNE74C 3TNE72KC
B	5	SYD1.3U6D2RA	3TNE78AC/3TNE82AC
	6	SYD1.4U6D2RA	3TNE82C
	7	SYD1.6U6D2RA	3TNE84C/3TNE88C
	8	SYD1.5U6D2RA	3TNE84TC
C	9	SYD1.9U6D2RA	4TNE82C
	10	SYD2.2U6D2RA	4TNE84C/4TNE88C

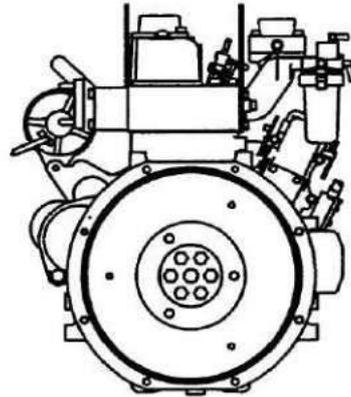
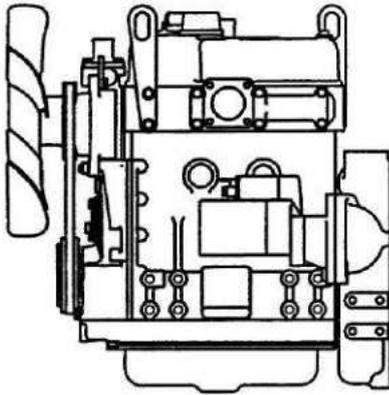
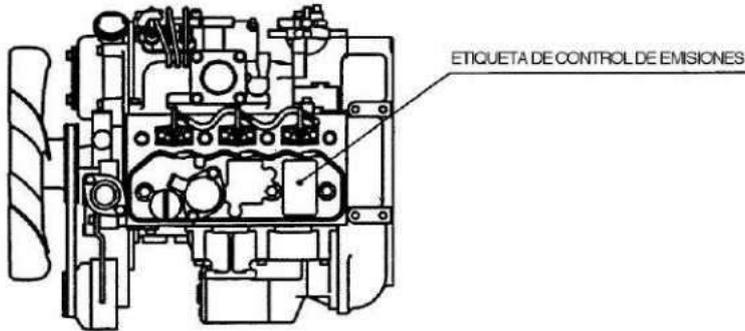
Colocación A



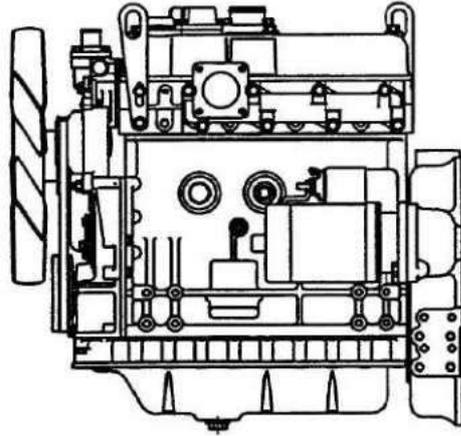
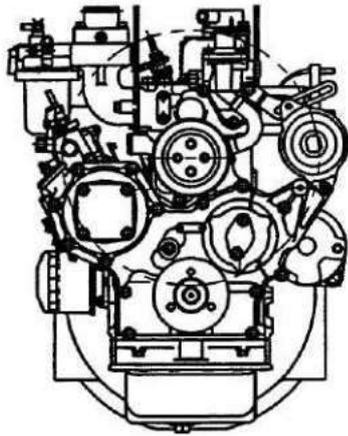
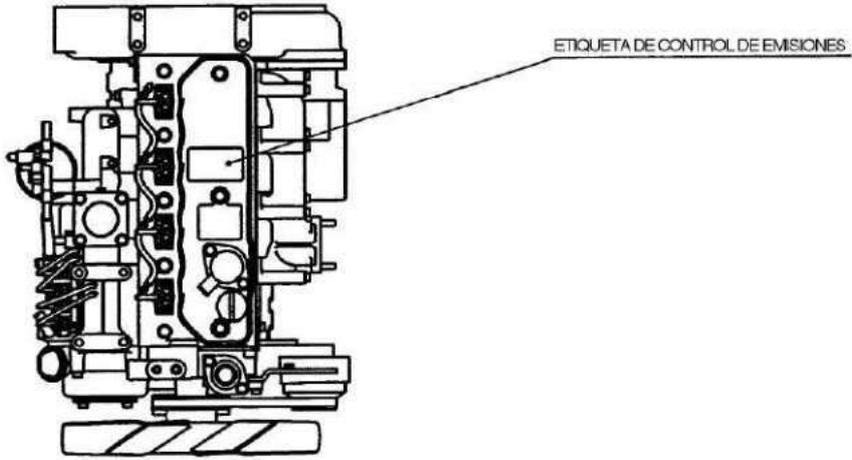
ETIQUETA DE CONTROL DE EMISIONES



Colocación B



Colocación C



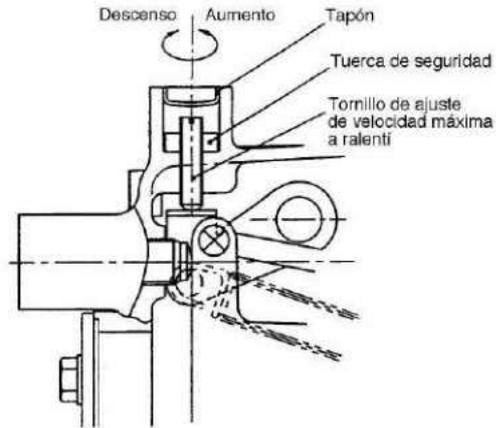
15-2. Limitación de las revoluciones máximas y mínimas

15-2.1 Velocidad máxima a ralentí

- (1) Primero caliente el motor. Después, aumente gradualmente la velocidad del motor hasta la velocidad máxima a ralentí (Véase el capítulo 1, Especificaciones y Rendimiento).
- (2) Si la velocidad máxima a ralentí actual es diferente de la especificada, ajústela utilizando el tornillo específico para tal fin.
- (3) Después de asegurar el tornillo de ajuste con la tuerca de seguridad usando una herramienta especial, inserte el tapón para evitar que se reajuste y que se produzca una fuga de aceite.

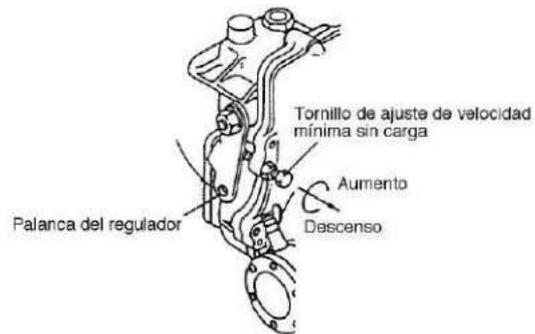
***1: No ajuste el tornillo de la velocidad máxima a ralentí a menos que sea necesario.**

***2: El gráfico muestra una vista en perspectiva parcial del regulador para el sistema de inyección directa.**



15-2.2 Velocidad mínima a ralentí

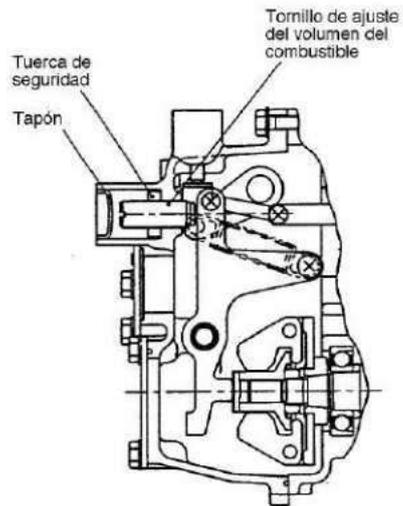
Después de calentar el motor, seleccione la velocidad mínima a ralentí, (véase el capítulo 1, Especificaciones y rendimiento) girando el tornillo de ajuste.



15-3. Ajuste del tornillo que limita del volumen de combustible

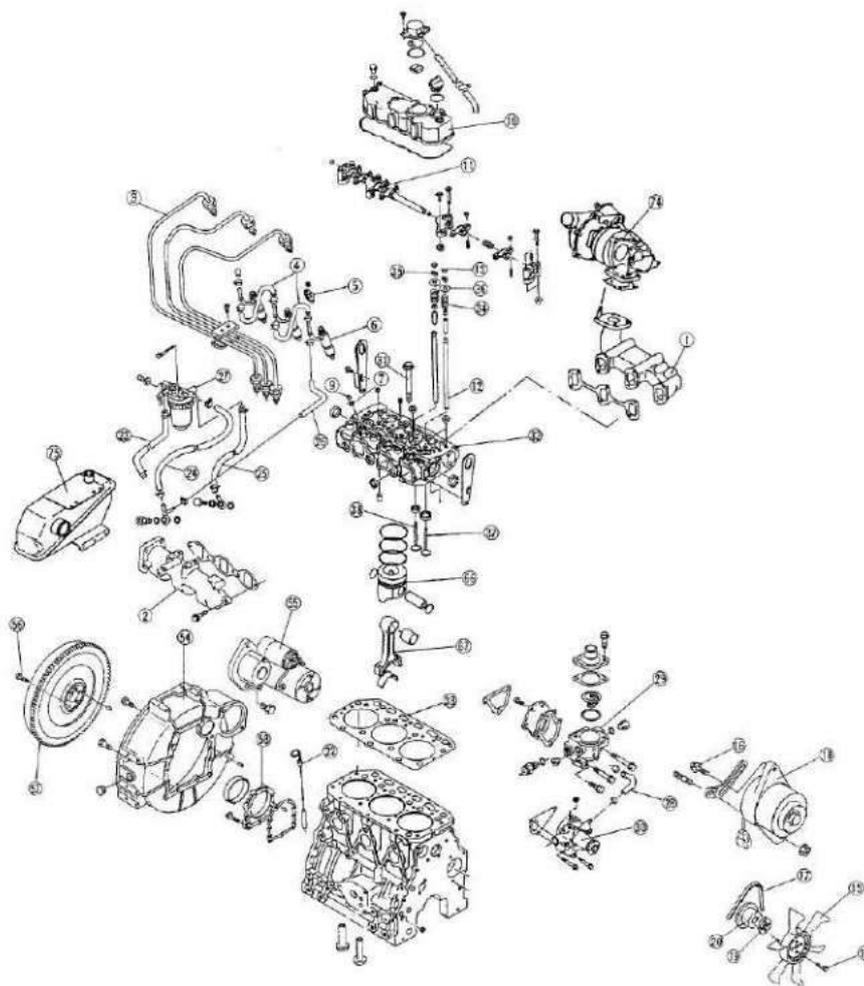
- 1) Después de limitar el volumen de combustible, asegure el tornillo de ajuste con la tuerca de seguridad, usando una herramienta especial.
- 2) Después, inserte firmemente el tapón para evitar reajustes y fugas de aceite.

*: **No gire el tornillo de ajuste del volumen del combustible a menos que sea necesario.**



Anexo. Ilustración 1 Despiece del motor

Nº	Pieza	Nº	Pieza
1	Colector de escape	27	Filtro del aceite
2	Colector de admisión	28	Tubo de agua refrigerante
3	Tubo de combustible de alta presión	29	Ensamblaje del termostato
4	Tubo de retorno del combustible	30	Bomba de agua refrigerante
5	Retén de la tobera de inyección	31	Tomillo de ajuste de la culata
6	Tobera de inyección	32	Ensamblaje de la culata
7	Asiento de la tobera	33	Junta de la culata
9	Protector de la tobera	34	Muelle de la válvula
10	Ensamblaje de la tapa de balancines	35	Chaveta de la válvula
11	Ensamblaje del eje del balancín	36	Retén de la válvula
12	Varilla del balancín de la válvula	37	Válvula de admisión
13	Tapa de la válvula	38	Válvula de escape
14	Tomillo de sujeción del ventilador	54	Carcasa del volante
15	Ventilador	55	Motor de arranque
16	Tomillo de ajuste	56	Tomillo de sujeción del volante
17	Correa trapezoidal	57	Volante
18	Alternador	58	Carcasa del aislante del aceite
19	Espaciador	66	Pistón
20	Polea	67	Bieleta
22	Caja del aceite	74	Turboalimentador (3TNE84T, 4TNE84T)
23-26	Tubo de retorno del combustible	75	Silenciador de escape



Anexo. Ilustración 2 Despiece del motor

Nº	Pieza	Nº	Pieza
8	Bomba de inyección de combustible	52	Tomillo de sujeción
21	Montaje del filtro de aceite	53	Ensamblaje del árbol de levas
39	Perno de apriete de la polea	59	Taque
40	Polea del cigüeñal	60	Cárter
41	Caja del engranaje	61	Espaciador
42	Tomillo de sujeción del cárter	62	Soporte de distribución la caja
43	Tomillo de la caja de cambios	63	Filtro de aceite
44	Tomillo de refuerzo	64	Tapa lateral de la muñequilla
45	Sello del aceite	65	Cigüeñal
46	Engranaje impulsor de la bomba	68	Casquillo de la muñequilla del cigüeñal
47	Bomba de inyección	69	Tomillo del sombrerete
48	Eje del engranaje sin carga	70	Casquillo del sombrerete inferior
49	Engranaje sin carga	71	Casquillo del sombrerete superior
50	Engranaje del árbol de levas	72	Casquillo de empuje
51	Cojinete de empuje		

