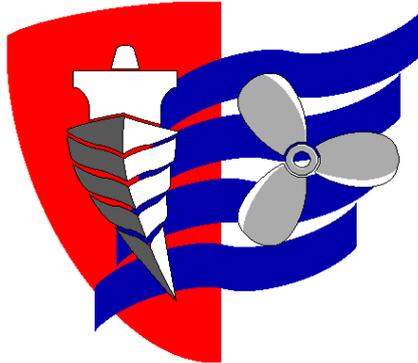


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Grado*

**DESPIECE, MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE UN MOTOR EN V.**

---

DISMANTLING, MAINTENANCE AND ASSEMBLY OF A V ENGINE.

Para acceder al Título de Grado en

**INGENIERÍA MARÍTIMA**

Autor: Iñigo Rado Campos

Director: Alberto Porras Diez

09-2016

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

*Trabajo Fin de Grado*

**DESPIECE, MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE UN MOTOR EN V**



DISMANTLING, MAINTENANCE AND ASSEMBLY OF A V ENGINE.

Para acceder al Título de Grado en

**INGENIERÍA MARÍTIMA**



## Resumen:

Este trabajo de fin de grado está estructurado en cuatro capítulos. En el primer capítulo desarrollamos el planteamiento del trabajo y la introducción del mismo. En el segundo capítulo explicamos el mantenimiento industrial, desarrollamos su evolución histórica, los objetivos, la finalidad del mantenimiento y su periodicidad, los tipos de mantenimiento que existen: mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y productivo total. También se explican los conceptos asociados al mantenimiento tales como la fiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad. Por último explico la planificación del mantenimiento industrial y el desarrollo del plan de mantenimiento.

El tercer capítulo explico las operaciones de desmontaje, mantenimiento y control, y montaje de diferentes elementos del motor como el cigüeñal, las culatas, las camisas, los pistones, válvulas de admisión y de escape, árbol de levas y de la bomba y la válvula de inyección de combustible entre otros.

En el último capítulo presento unas check list mediante las cuales se podrá llevar un control del procedimiento de mantenimiento del motor.

Palabras clave: mantenimiento, despiece, montaje, motor en v.

## Summary:

This final degree project is structured in four chapters. In the first chapter we develop the approach to work and the introduction of it. In the second chapter we explain industrial maintenance, develop their historical evolution, objectives, purpose and frequency of maintenance, maintenance types exist: corrective, preventive, predictive and productive overall maintenance. maintenance associated concepts such as reliability, maintainability and availability are also explained. Finally, I explain the planning of industrial maintenance and development of the maintenance plan.

The third chapter explains disassembly operations, maintenance and control, and assembly of various engine components such as crankshafts, cylinder heads, shirts, pistons, intake valves and exhaust camshaft and pump and valve fuel injection among others.

In the last chapter I present a check list through which you can keep track of engine maintenance procedure.

Key words: maintenance, disassembled, assembly, V engine.

## Índice.

Capítulo 1. Planteamiento. Introduccción.....	8
1.1. Planteamiento. ....	9
Capítulo 2. Mantenimiento industrial. ....	10
2. Mantenimiento industrial: .....	11
2.1. Evolución del mantenimiento industrial: .....	11
2.2. Objetivos del mantenimiento: .....	11
2.3.Finalidad del mantenimiento: .....	12
2.4. Periodicidad del mantenimiento: .....	12
2.5. Tipos de mantenimiento: .....	12
2.6. Conceptos asociados al mantenimiento: .....	15
2.7. Planificación del mantenimiento industrial:.....	19
Capítulo 3. Despiece, mantenimiento y montaje de un motor en V .....	26
3.1. Control de la alineación del motor sobre la bancada: .....	28
3.2. Cigüeñal: .....	32
3.3. Biela: .....	42
3.4. Pistón: .....	45
3.5. Camisas del cilindro: .....	49
3.6. Culatas: .....	53
3.7. Accionamiento por ruedas dentadas:.....	56
3.8. Árbol de levas: .....	58
3.9. Caja de balancines:.....	61
3.10. Válvulas de admisión y de escape: .....	65
3.11. Bomba de inyección.....	68
3.12. Válvula de inyección. ....	73
3.13. Bomba de aceite lubricante y agua de refrigeración. ....	76
Capítulo 4. Check list control del procedimiento de mantenimiento del motor. ....	84
4.1. Check list alineación del motor.....	85

4.2. Check list cigüeñal. Medición de la desviación de los codos. ....	86
4.3. Check list cigüeñal. Eje del cigüeñal y contrapesos.....	87
4.4. Check list biela. ....	88
4.5. Check list piston.....	89
4.6. Check list camisas del cilindro. ....	90
4.7. Check list culata.....	91
4.8. Check list accionamiento por ruedas dentadas.....	92
4.9. Check list árbol de levas. ....	93
4.10. Check list caja de balancines.....	94
4.11. Check list válvulas de admisión y escape. ....	95
4.12. Check list bomba de inyección de combustible.....	96
4.13. Check list válvula de inyección.....	97
4.14. Check list bomba de aceite de lubricación. ....	98
4.15. Check list bomba de agua de refrigeración.....	99
Bibliografía. ....	100

## **Capítulo 1. Planteamiento. Introducción.**

### 1.1. Planteamiento.

Por medio de este Trabajo Fin de Grado, titulado “DESPIECE, MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE UN MOTOR EN V. “, quiero desarrollar y definir en base a mis conocimientos adquiridos y experiencia, no tan solo académica, proporcionada en la universidad y con mi propia experiencia como alumno en prácticas de la empresa CAYMO S.L. en las que trabajé en el mantenimiento de los motores principales y auxiliares del buque Armorique de la empresa Brittany Ferries.

La idea de la realización de este trabajo de fin de grado me vino a la cabeza durante la realización de las prácticas de empresa y al comenzar las clases del segundo cuatrimestre el profesor Alberto Porras nos impartía la asignatura de “Mechanical technology” en ella nos enseñaba los procedimientos que se seguían a la hora de realizar reparaciones en los barcos que entraban en el astillero y le propuse la idea de realizar este trabajo.

Además de la elaboración de este trabajo el profesor me pidió que desarrollase unas “Check list” para llevar un control del procedimiento de mantenimiento del motor que están incluidas en el capítulo 4 de este trabajo.

## **Capítulo 2. Mantenimiento industrial.**

## 2. Mantenimiento industrial:

### 2.1. Evolución del mantenimiento industrial:

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general.

El mantenimiento ha sufrido transformaciones con el desarrollo tecnológico; durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo (de urgencia), los accidentes y pérdidas que ocasionaron las primeras calderas y la apremiante intervención de las aseguradoras exigiendo mayores y mejores cuidados.

A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica. Se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, con lo que surge el concepto del mantenimiento Preventivo.

Actualmente el mantenimiento afronta lo que se podría denominar como su tercera generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis fisicoquímicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia...

### 2.2. Objetivos del mantenimiento:

El objetivo final del mantenimiento industrial se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir y reparar, los fallos sobre los bienes.
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costes.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

### 2.3. Finalidad del mantenimiento:

La finalidad del mantenimiento es mantener operable el equipo e instalación y restablecer el equipo a las condiciones de funcionamiento predeterminado, con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad.

La finalidad del mantenimiento es brindar la máxima capacidad de producción a la planta, aplicando técnicas que brindan un control eficiente del equipo e instalaciones. El mantenimiento se ha ganado un lugar muy importante en las empresas ya que gracias a estos procesos se mejoran las condiciones de operación de las maquinas, se proporciona valor agregado al producto, aumenta la disponibilidad de los elementos susceptibles de mantenimiento de la empresa, reduce el consumo de materiales de la planta, se tiene un mayor control del consumo eléctrico de la planta y aumenta el control de las reparaciones que se hayan llevado a cabo en la planta.

### 2.4. Periodicidad del mantenimiento:

Los procesos de mantenimiento deberán realizarse en función de diversas variables:

- El tiempo de uso o de funcionamiento durante el cual el equipo está en marcha y se determina que sus propiedades de funcionamiento bajan.
- Forma en que los equipos están sometidos a tensiones, cargas, desgaste, corrosión, etc. Que causan pérdida de las propiedades de los mismos.

Estas variables vienen definidas por el fabricante. El mantenimiento no debe verse como un costo si no como una inversión ya que está ligado directamente a la producción, disponibilidad, calidad y eficiencia. Se debe tener presente la construcción, diseño y modificaciones de la planta industrial como también debe tener a mano la información del equipo y las herramientas necesarias para el mantenimiento.

### 2.5. Tipos de mantenimiento:

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento.

Los tipos de mantenimiento que vamos a explicar son los siguientes:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento productivo total.

#### 2.6.1. Mantenimiento correctivo:

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo. Este tipo de mantenimiento se utiliza en sistemas complejos en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

Este tipo de mantenimiento tiene una serie de inconvenientes que hay que tener en cuenta:

- El fallo puede aparecer en cualquier momento, y suele hacerlo en el momento menos oportuno, que es cuando está sometido a una mayor exigencia.
- Los fallos que no se detectan a tiempo y que su arreglo tendría un coste bajo pueden producir fallos más graves en otros elementos de la máquina que estaban en perfecto estado incrementando el coste de la reparación.
- Se debe disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto.

#### 2.6.2. Mantenimiento preventivo:

Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema.

Este sistema también tiene una serie de desventajas que hay que tener en cuenta:

- Cambios innecesarios: los elementos que hayan alcanzado su vida útil se procederá a su sustitución, muchas veces el elemento sustituido se encuentra en buen estado y podría ser utilizado un tiempo más prolongado. En otros casos se aprovecha también para reemplazar piezas menores cuyo coste es escaso con el fin de prolongar la vida del conjunto, esto se denomina anticipación del reemplazo o cambio prematuro.

- Problemas iniciales de operación: después de haber desmontado, colocado las piezas y haber vuelto a montarlo, se efectuarán unas pruebas de mantenimiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- Coste de inventarios: el coste en inventarios sigue siendo alto, aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- Mano de obra: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.
- Mantenimiento no efectuado: si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

La planificación para llevar a cabo el mantenimiento preventivo es la siguiente:

- Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento.
- Establecer la vida útil de los mismos.
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso.
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

### 2.6.3. Mantenimiento predictivo:

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo.

Este tipo de mantenimiento se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple vista, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección, medición y de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado. Estos parámetros pueden ser: la temperatura, la presión, la velocidad lineal, la velocidad angular, la resistencia eléctrica, los ruidos y vibraciones...

Con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos. Este sistema

tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

#### 2.6.4. Mantenimiento productivo total:

Este sistema está basado en la concepción japonesa del "Mantenimiento al primer nivel", en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

Este sistema coloca a todos los integrantes de la organización en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes. Centra el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento que deben ser realizadas en pequeños grupos, mediante una dirección motivadora.

### 2.6. Conceptos asociados al mantenimiento:

#### 2.6.1. Fiabilidad:

La fiabilidad se define como la probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un período determinado bajo condiciones operativas específicas.

La **función de fiabilidad R(t)**, también llamada función de supervivencia, se define como:

$$R(t) = P(T > t) = 1 - F(t) \quad (1)$$

En otras palabras, R(t) es la probabilidad de que un componente nuevo sobreviva más del tiempo t. Por lo tanto, F(t) es la probabilidad de que un componente nuevo no sobreviva más del tiempo t.

Por otra parte, la probabilidad de que un componente nuevo falle entre t y t+s es igual a:

$$P\{t < T \leq t+s | T > t\} = \frac{P\{t < T \leq t+s\}}{P\{T > t\}} = \frac{F(t+s) - F(t)}{R(t)} \quad (2)$$

Dividiendo entre s y haciendo que s tienda a cero, obtendremos la **función de la tasa de fallos λ(t)** que es una característica de fiabilidad del producto.

$$\lambda(t) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s} \frac{F(t+s) - F(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (3)$$

### 2.6.1.1. Evolución de la tasa de fallos. Curva de la bañera:

La duración de la vida de un equipo se puede dividir en tres fases:

- Fase de juventud o zona de mortalidad infantil.
- Fase de madurez o zona de vida útil.
- Zona de envejecimiento.

Fase de juventud o zona de mortalidad infantil:

En esta zona se producen fallos inmediatamente o al cabo de muy poco tiempo de poner en funcionamiento el equipo, provocados por diversos factores como:

- Errores de diseño.
- Defectos de fabricación o montaje.
- Ajuste difícil del equipo.

Las averías van disminuyendo con el tiempo, hasta tomar un valor constante y llegar a la vida -útil. En esta zona fallan los componentes con defectos de fabricación, por lo que la tasa de averías disminuye con el tiempo. Los fabricantes, para evitar esta zona, someten a sus componentes a un "quemado" inicial ("burn-in" en inglés), desechando los componentes defectuosos. En esta prueba inicial se somete a los componentes a condiciones extremas, los componentes que superen dichas pruebas serán vendidos ya en su fase de vida útil y los que no las hayan superado serán desechados.

Fase de madurez o zona de vida útil:

En esta zona se producen fallos de carácter aleatorio. Es el periodo de mayor duración, en el que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se reemplazan antes de que alcancen el periodo de envejecimiento. En esta etapa la tasa de fallos es aproximadamente constante.

Zona de envejecimiento:

Esta zona corresponde al agotamiento de los elementos del equipo que se consumen o deterioran constantemente durante el funcionamiento. La que la tasa de averías vuelve a crecer, debido a que los componentes fallan por degradación de sus características por el transcurso de tiempo. Aún con reparaciones y mantenimiento, las tasas de fallos aumentan, hasta que resulta demasiado costoso el mantenimiento.

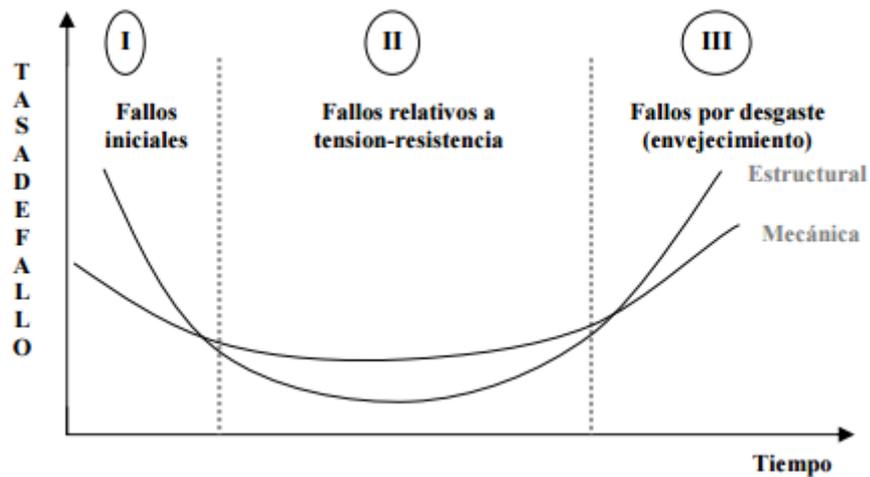


Imagen 1. Curva de la bañera.

### 2.6.2. Mantenibilidad:

La mantenibilidad es una característica que poseen los elementos asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio después de haber realizado la tarea de mantenimiento que se hubiese especificado en su momento.

Esta característica podría ser expresada cuantitativamente, mediante el tiempo T empleado en realizar la tarea de mantenimiento especificada en el elemento que se considera, con los recursos de apoyo especificados.

Para la realización de estas tareas intervienen tres factores:

- Factores personales.
- Factores condicionales: influencia del entorno operativo y consecuencias que haya provocado el fallo en el equipo.
- Entorno.

Existe cierto paralelismo entre el estudio estadístico de la fiabilidad y el de la mantenibilidad:

- La variable aleatoria en el tiempo es “la duración de la intervención”.
- La densidad de probabilidad del tiempo de reparación se llama  $g(t)$ .
- La función Mantenibilidad  $M(t)$  es la probabilidad de reparación de una duración  $T < t$ .

$$M(t) = P(T < t) \quad (4)$$

Por lo tanto, la función de la tasa de reparación  $\mu(t)$  será igual a:

$$\mu(t) = \frac{g(t)}{1 - M(t)} \quad (5)$$

### 2.6.3. Disponibilidad:

La disponibilidad de un sistema es la probabilidad de estar en funcionamiento o listo para funcionar en el momento o instante que es requerido. Para poder disponer de un sistema en cualquier instante, éste no debe de tener fallos, o bien, en caso de haberlos sufrido, debe haber sido reparado en un tiempo menor que el máximo permitido para su mantenimiento.

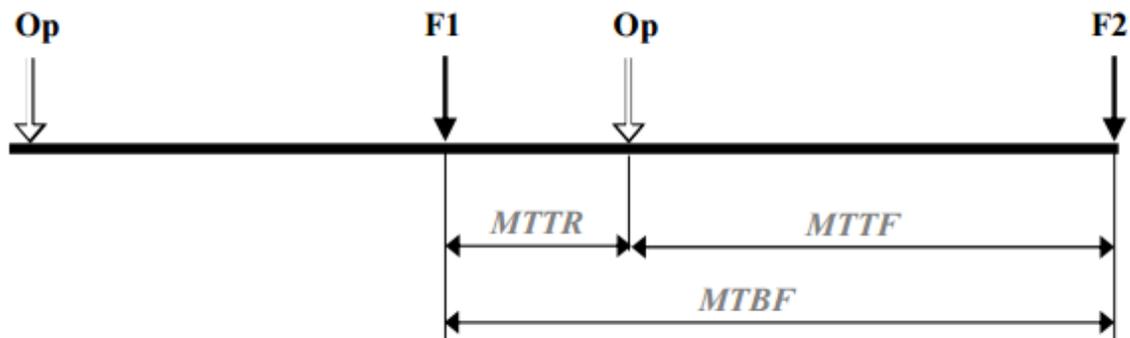


Imagen 2. Ciclo de operación. Relación entre el tiempo medio de reparación (MTTR), el tiempo medio hasta avería (MTTF) y el tiempo medio entre fallos (MTBF).

En la figura anterior se muestra un ciclo de operación, suponiendo que la tasa de fallos y la tasa de reparación son constantes:

- Tasa de fallos =  $\lambda$  (t) =  $\lambda$ .
- Tasa de reparación =  $\mu$  (t) =  $\mu$ .

Entonces obtendremos:

- $MTBF = 1 / \lambda$  (Tiempo medio entre fallos).
- $MTTR = 1 / \mu$  (Tiempo medio de reparación).
- A (Availability): Disponibilidad del sistema.

En la figura se pueden observar diferentes puntos:

- Op: indica el instante en el que el elemento, producto o sistema comienza a estar operativo
- F1 y F2: instantes en los que se producen los fallos.

Por lo tanto, podremos expresar la disponibilidad (A) mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\text{Tiempo total en condiciones de servicio}}{\text{Tiempo total del intervalo estudiado}} \quad (6)$$

$$A = \frac{K \cdot MTBF}{K \cdot (MTBF + MTR)} = \frac{\frac{1}{\lambda}}{\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu}} = \frac{\mu}{\mu + \lambda} \quad (7)$$

Donde k representa el número de ciclos/reparación. Tanto la fiabilidad como la mantenibilidad son determinantes en la disponibilidad del producto o equipo.

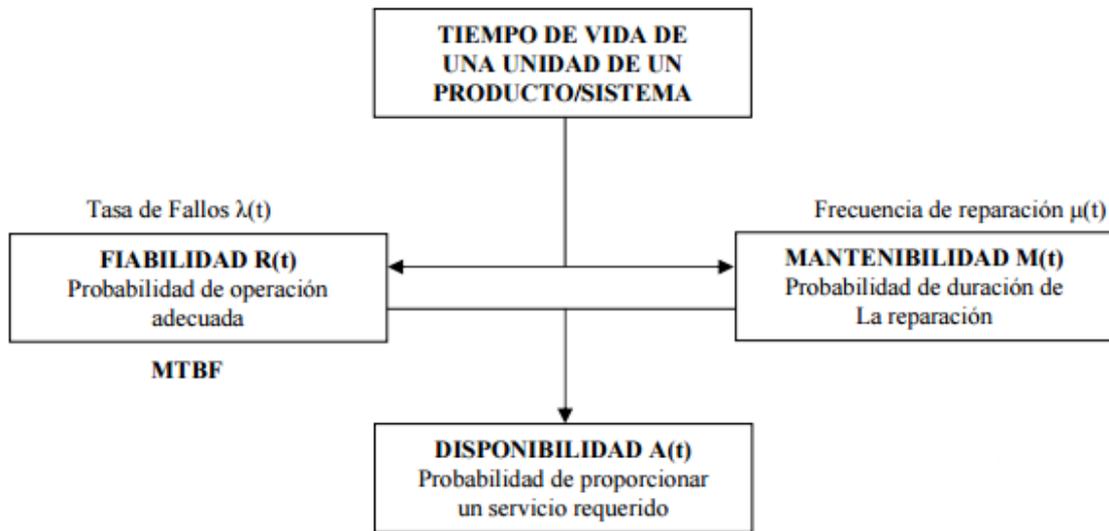


Imagen 4. Relación entre la disponibilidad, mantenibilidad y fiabilidad.

### 2.7. Planificación del mantenimiento industrial:

Una planta industrial está dividida en diferentes niveles de gestión, una gestión de alto nivel responsable de la sustitución o reparación de unidades y una gestión de mantenimiento responsable de la sustitución o reparación de los equipos y sus componentes.

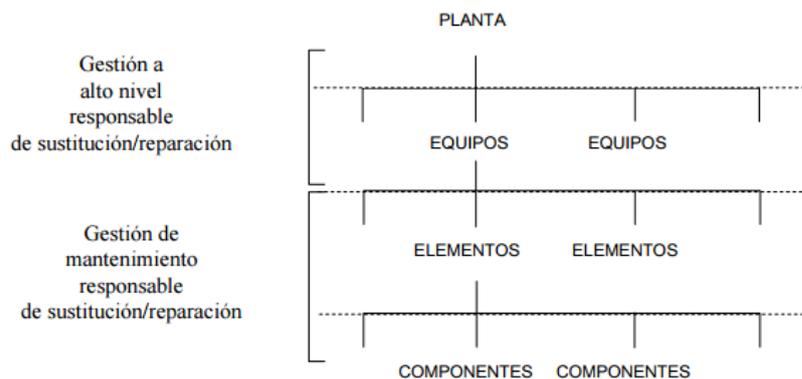


Imagen 5. Relación de la estructura de la planta y la cadena de toma de decisión.

Es necesario que el plan de mantenimiento establezca unas bases racionales para formular un programa de mantenimiento preventivo y además debería estipular las líneas maestras del mantenimiento correctivo.

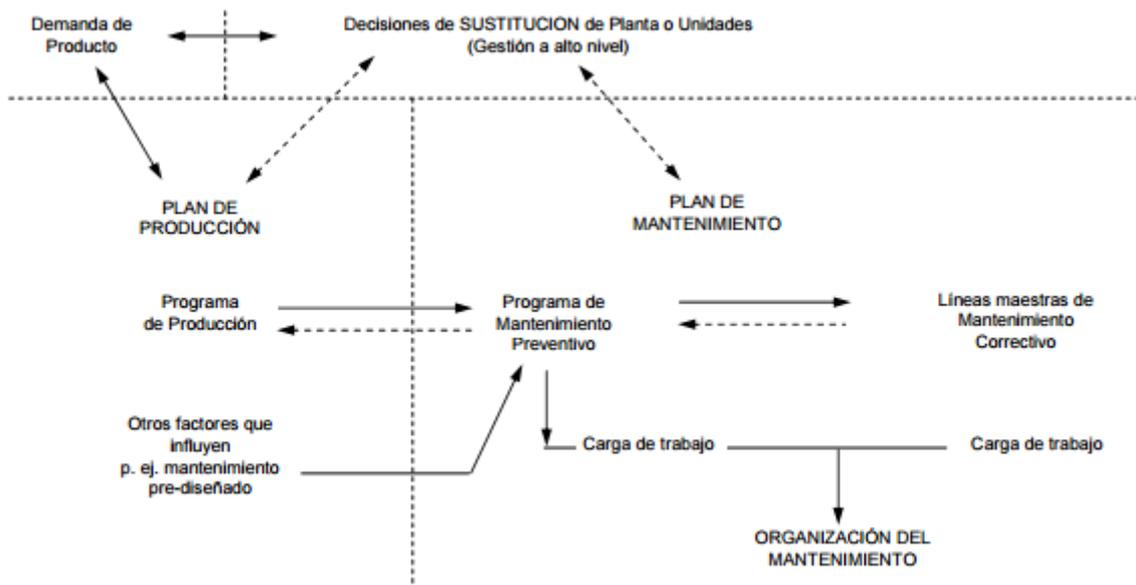


Imagen 6. Aproximación sistemática para la formación de un plan de mantenimiento.

### 2.7.1. Políticas de mantenimiento: preventivo y correctivo.

Para cada equipo de una planta pueden formularse varias políticas de mantenimiento, individualmente o en combinación. La suma racional de tales políticas especificadas, para el total de la planta, constituye el plan de mantenimiento.

Las acciones que pueden llevarse a cabo antes de producirse el fallo serán preventivas, las acciones de mantenimiento preventivo son determinísticas, pueden ser programadas y realizadas generalmente por separado, según un programa de mantenimiento preventivo. Las que se lleven a cabo después, correctivas.

Debido a la naturaleza probabilística del fallo, y la incertidumbre que rodea a la toma de decisiones en mantenimiento correctivo, éste no puede ser programado. Sin embargo, para unidades críticas resulta esencial que las líneas maestras del mantenimiento correctivo están formuladas para poder llevar a cabo la toma de decisiones después del fallo.

A continuación, se explicarán las diferentes políticas de mantenimiento:

#### 2.7.1.1. Reparación o sustitución a intervalo fijo antes del fallo:

Esta política de mantenimiento solo será efectiva cuando el fallo del elemento dependa del tiempo, cuando el elemento agote su intervalo de vida útil y los costes totales de sustitución sean menores que los de fallo y reparación. Solo es útil en equipos de fácil sustitución.

Esta política no es apropiada para equipos de difícil sustitución debido a:

- Cuanto más complicado sea el elemento la posibilidad de que su patrón de- penda del tiempo será inferior.
- Los elementos complejos son difíciles de reparar o sustituir.

#### 2.7.1.2. Mantenimiento según condición:

Para que el mantenimiento correctivo se lleve a cabo en el momento oportuno es necesario monitorizar alguna condición que muestre el deterioro del equipo.

Es complicado encontrar una condición que muestre dicho deterioro, pero en caso de encontrarla se eliminaría el factor probabilístico en la predicción del fallo, este tipo de mantenimiento suele ser costoso en tiempo e instrumentalización.

El uso de esta política y su periodicidad dependerán de los costes que implique. En equipos de fácil sustitución (ejemplo: pastillas de freno) puede comprobarse en intervalos cortos de tiempo y con poco coste, en cambio en los equipos de difícil sustitución (ejemplo: un motor) puede requerir un desmontaje completo para realizar la inspección visual, en este tipo de equipos se procederá a la monitorización de vibraciones, análisis de aceite... El alto coste de la instrumentalización se justificará por los elevados costes de reparación o por la indisponibilidad.

#### 2.7.1.2. Mantenimiento de oportunidad:

Este término se aplica a acciones de mantenimiento realizadas después del fallo o durante reparaciones realizadas a intervalo fijo o según el estado, pero en otros elementos de aquéllos que eran la causa principal de su reparación. Esta política es la más apropiada para los elementos de difícil sustitución o en funcionamiento continuo, con altos costes de parada y/o de indisponibilidad.

#### 2.7.1.3. Operación hasta fallo y mantenimiento correctivo:

El mantenimiento correctivo no es utilizado solamente cuando algún elemento del equipo falla también se recurre a él cuando es indicado por criterio basado en la condición. La tarea principal es establecer la forma más económica de restaurar la unidad a un estado aceptable.

Los fallos en elementos de difícil sustitución tienen diferentes alternativas para la reparación:

- Reparación in-situ: desmontaje y reparación en el punto de operación. Esto puede provocar la indisponibilidad de la maquina o de la unidad.

- Sustitución del elemento completo: sustitución por otro nuevo o reacondicionado, minimiza la indisponibilidad y el elemento retirado puede ser reparado o desechado.

Los factores que intervienen para la elección de esta política de mantenimiento son:

- El coste de la indisponibilidad.
- Tiempo de reparación comparado con el de sustitución
- La disponibilidad.
- Coste de los recursos.

Estos factores están en continuo cambio lo que hace que el plan de mantenimiento correctivo solo pueda proporcionar una guía para ayudar a la toma de decisión.

#### 2.7.1.4. Mantenimiento modificativo:

El objetivo de las políticas de mantenimiento explicadas anteriormente es minimizar los efectos del fallo, el mantenimiento modificativo intenta eliminar las causas del fallo, esto implica una acción de ingeniería en vez de mantenimiento, aunque sea responsabilidad del departamento de mantenimiento.

Este tipo de política es muy habitual en áreas de alto coste de mantenimiento debido a su mal diseño o porque los elementos se están utilizando fuera de sus especificaciones de diseño.

#### 2.7.2. Plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento deberá desarrollarse a partir de la selección de la mejor combinación de las políticas enumeradas para cada elemento, coordinándolas para conseguir un óptimo uso de los recursos y del tiempo.

El fabricante deberá especificar con detalle las acciones preventivas y correctivas que se deberán llevar a cabo. En los equipos de difícil sustitución no se da debido a que su mantenimiento es caro y probabilista.

La gran cantidad de factores que afectan en la selección de las políticas de mantenimiento hacen necesario un procedimiento sistemático para determinar el mejor programa de mantenimiento para cada periodo de tiempo.

##### 2.7.2.1. Clasificación e identificación de equipos:

Etapa importante y complicada debido al volumen de trabajo, complejidad y tamaño de los equipos. Una buena clasificación de los equipos es la que se basa en su

reemplazabilidad y función, el sistema de identificación más simple es el que se basa en la codificación numérica.

#### 2.7.2.2. Recogida de información:

La recogida de información que pueda ser relevante para la planificación del mantenimiento es esencial para todos los equipos de la planta.

Una vez obtenida la información será posible elaborar un programa para cada equipo y para cada periodo considerado, del tiempo estimado disponible para mantenimiento que no conlleve pérdida de producción. Otras informaciones que pueden ser necesarias para cada elemento son:

- Recomendaciones de mantenimiento de los fabricantes.
- Factores de equipamiento:
  - Características de fallo: tiempo medio de fallo.
  - Características de reparación: tiempo medio de reparación.
- Factores económicos: consecuencias del fallo, coste de sustitución antes del fallo.
- Factores de seguridad: internos, medioambiental legislación y los reglamentos.

#### 2.7.2.3. Selección de la política:

Para la elección de la mejor política de mantenimiento lo primero que hay que hacer es identificar las políticas que sean más efectivas y después decidiendo cual es la más deseable. La elección depende de diversos factores, aunque el criterio de decisión normalmente será el de coste mínimo siempre que se cumplan los criterios de seguridad y legales.

En los equipos de fácil sustitución el fabricante suele recomendar un programa detallado de acciones periodos y recursos necesarios, el mayor problema que surge es hacer la mejor programación del gran número de diferentes acciones para coordinar los recursos y ajustarlos a los tiempos previstos.

En los equipos de difícil sustitución los factores de equipamiento, seguridad y coste pueden ser clasificados por orden de importancia y eso será lo necesario para la elección de la mejor política.

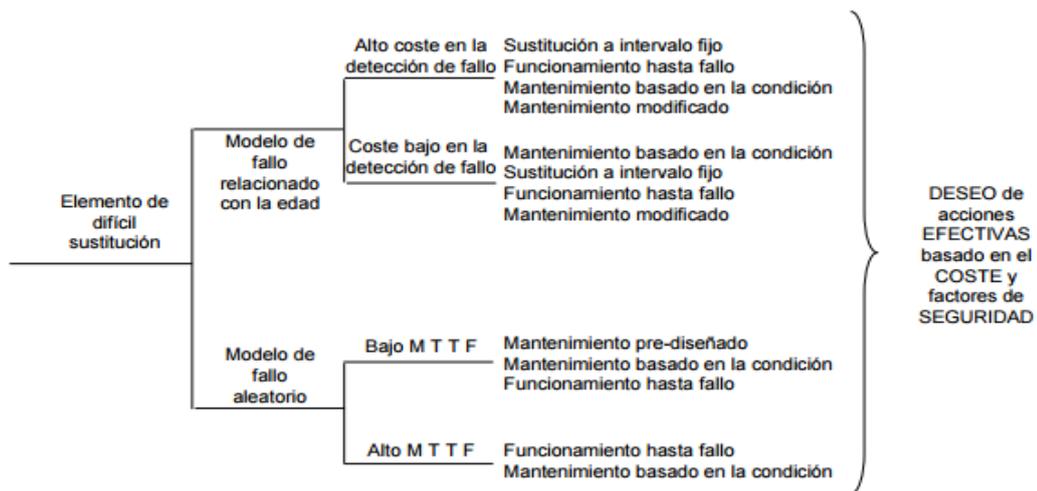


Imagen 7. Selección de las políticas de mantenimiento para elementos de planta complejos.

Por último en los equipos no sustituibles debido a que no se espera que fallen se asume que no necesitan ninguna acción concreta, sin embargo, en el caso de que se produzca un fallo, dicho fallo deberá ser registrado analizado y se identificará la política de mantenimiento apropiada o la modificación del diseño.

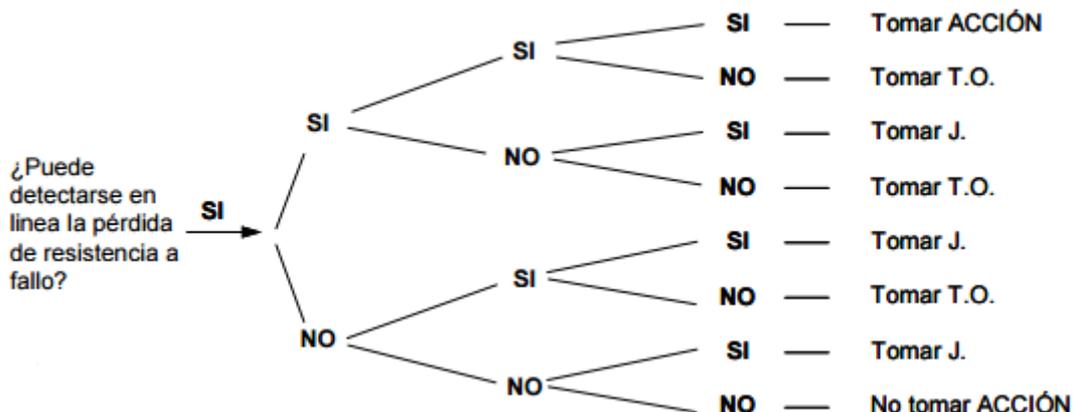


Imagen 8. Diagrama de toma de decisión-determinación de la mejor política.

#### 2.7.2.4. Programa de mantenimiento preventivo:

Una vez terminados los análisis individuales, se examinarán las acciones relacionadas y la periodicidad en conjunto, con el objetivo de encontrar oportunidades de coordinación mediante la programación de todas las acciones a realizar sobre un grupo de equipos o en una unidad.

Esto provoca un compromiso entre los programas individuales óptimos, el uso más económico de la mano de obra y la máxima disponibilidad de la planta.

Estos periodos predeterminados deberán tener una tolerancia en tiempo para admitir contingencias tales como la incertidumbre en la planificación de producción. De este

análisis resultan los programas de inspección, de lubricación, de otros servicios y de las revisiones generales.

#### 2.7.2.5. Programa de mantenimiento correctivo:

Cuando la planta es nueva, incluso después de haber realizado los análisis mencionados con anterioridad, resulta difícil predecir el nivel y la naturaleza de la carga de mantenimiento correctivo. Durante la vida inicial de la planta la predicción es muy imprecisa y dependerá fundamentalmente de la información proporcionada por los fabricantes y de la experiencia de los ingenieros de planta.

esta predicción mejorará con la vida de la planta y, en consecuencia, la carga de mantenimiento correctivo podrá ser planificada con mayor precisión.

La decisión crítica a este respecto es fijar el nivel de repuestos en existencias. Cuanto más se tengan, menor será el coste de indisponibilidad en caso de fallo, y además será más fácil organizar el mantenimiento correctivo; pero, por otro lado, los costes de inmovilizado serán cada vez mayores.

El problema del gestor de mantenimiento es minimizar la suma de estos costes, para lo que es esencial identificar las unidades o los equipos críticos en la planta y asegurarse de que se adopta el mejor plan de mantenimiento correctivo.

### **Capítulo 3. Despiece, mantenimiento y montaje de un motor en V**

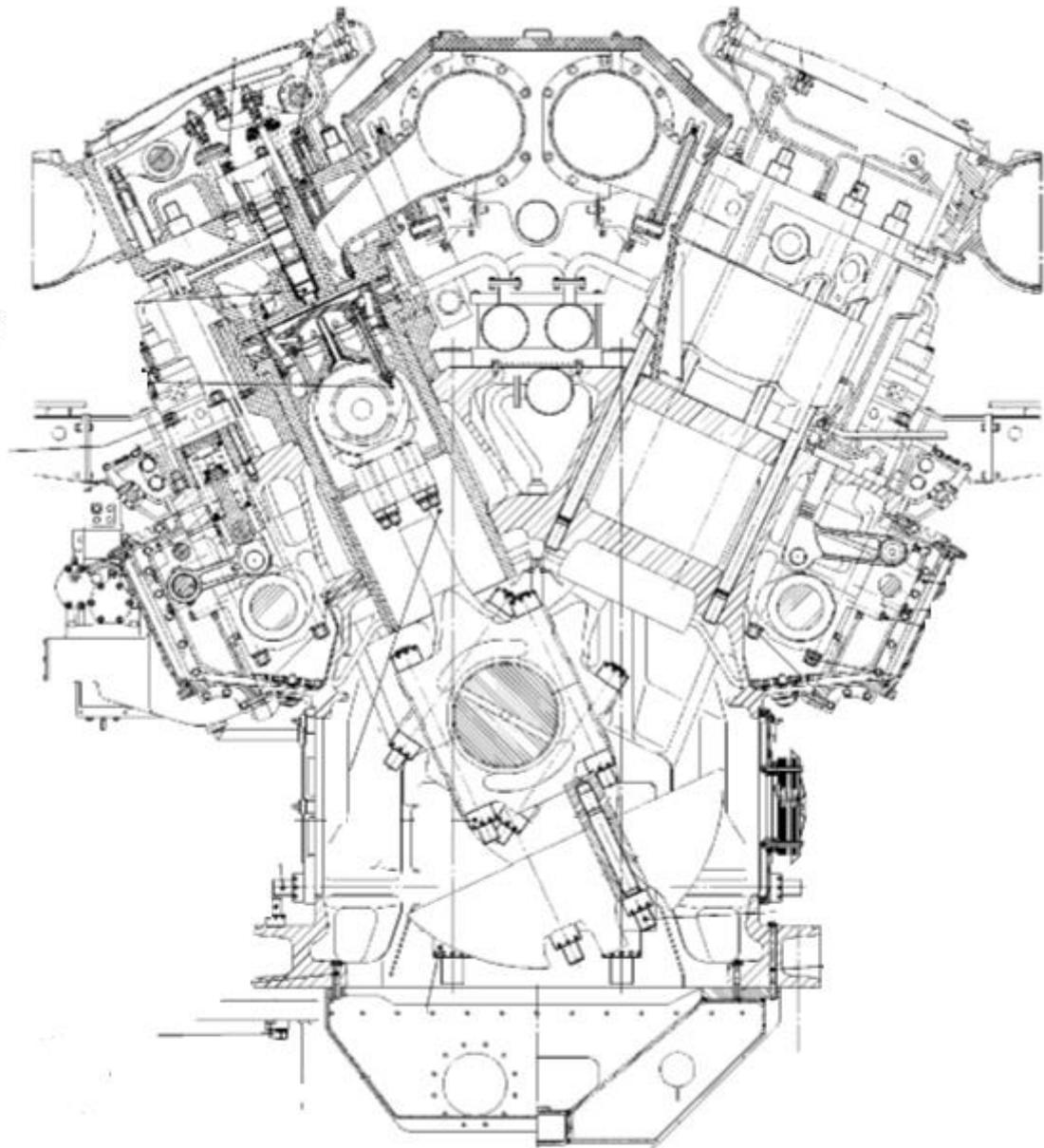


Imagen 9. Sección de un motor en V

### 3.1. Control de la alineación del motor sobre la bancada:

La finalidad de esta operación es controlar la orientación, revisar el estado/desgaste de los componentes, reconocer los problemas que se presentan en grupos constructivos/sistemas.

Para realizar esta operación con seguridad debemos comprobar que se ha parado el motor, el motor asegurado contra la puesta en marcha, el sistema de materias consumibles está cerrado y sin presión y el árbol de accionamiento asegurado contra giro.

Las herramientas y útiles que necesitaremos para llevar a cabo la operación del control del alineamiento se indicaran en la siguiente tabla:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Pieza de presión
1	Tubo de guía
1	Bomba de alta presión
1	Manguera de alta presión
1	Dispositivo de tensión hidráulico
1	Llave de boca 65
1	Galga de espesores 0.05-1
1	Galga de espesores 0.05-1
1	Volvedor 10
1	Grasa (múltiple)
1	Martillo (de madera/plástico)
1	Llave de boca 75
1	Calibre de profundidades
-	Tornillo de extracción M56x4
-	Placa de asiento

#### 3.1.1. Secuencias de trabajo:

##### 3.1.1.1. Control en el cárter del cigüeñal.

Por seguridad lo primero que haremos será comprobar que la botella de aire de arranque está cerrada, el aire de la tubería de arranque ha sido purgado y que el engranaje del virador está embragado para impedir el arranque del motor y el giro del mecanismo del motor. Después limpiamos cuidadosamente el cárter del cigüeñal y la bandeja de aceite al realizar trabajos de revisión. Finalmente controlamos el cárter del cigüeñal, comprobar si hay presencia de grietas.

##### 3.1.1.2. Control en la bancada.

Para empezar con el control en la bancada quitamos las caperuzas de protección, limpiamos la rosca de los tornillos de bancada y metemos la pieza de presión sobre la

tuerca.

Lo siguiente que haremos será controlar que el émbolo del dispositivo tensor hidráulico está completamente introducido. A continuación, atornillar el dispositivo tensor hidráulico sobre el tornillo de bancada, teniendo cuidado de que la pieza de presión sea centrada por el dispositivo tensor hidráulico y giramos el dispositivo tensor hidráulico hacia atrás en el ángulo de retrogiro.

Ahora conectamos la manguera de alta presión al dispositivo tensor hidráulico y a la bomba de alta presión, ponemos en marcha la bomba de alta presión y cerramos el intersticio que se ha producido al retrogiro. Bombeamos el dispositivo tensor hidráulico hasta que la tuerca se deje aflojar.

Lo siguiente que haremos será ajustar la bomba de alta presión a la presión de apriete prescrita, apretar a mano la tuerca con el volvedor por el recorte en la pieza de presión y dejar escapar la presión, desacoplar la manguera de alta presión del dispositivo tensor hidráulico.

Por último, desmontamos el dispositivo tensor hidráulico, reposicionamos el émbolo del dispositivo tensor hidráulico, engrasamos las roscas de los tornillos de fundación para protegerlas contra herrumbre y cubriremos de las caperuzas de protección, controlamos, por golpes, las piezas de ajuste y los topes en cuanto a su asiento fijo y controlamos del mismo modo los tornillos de fundación restantes.

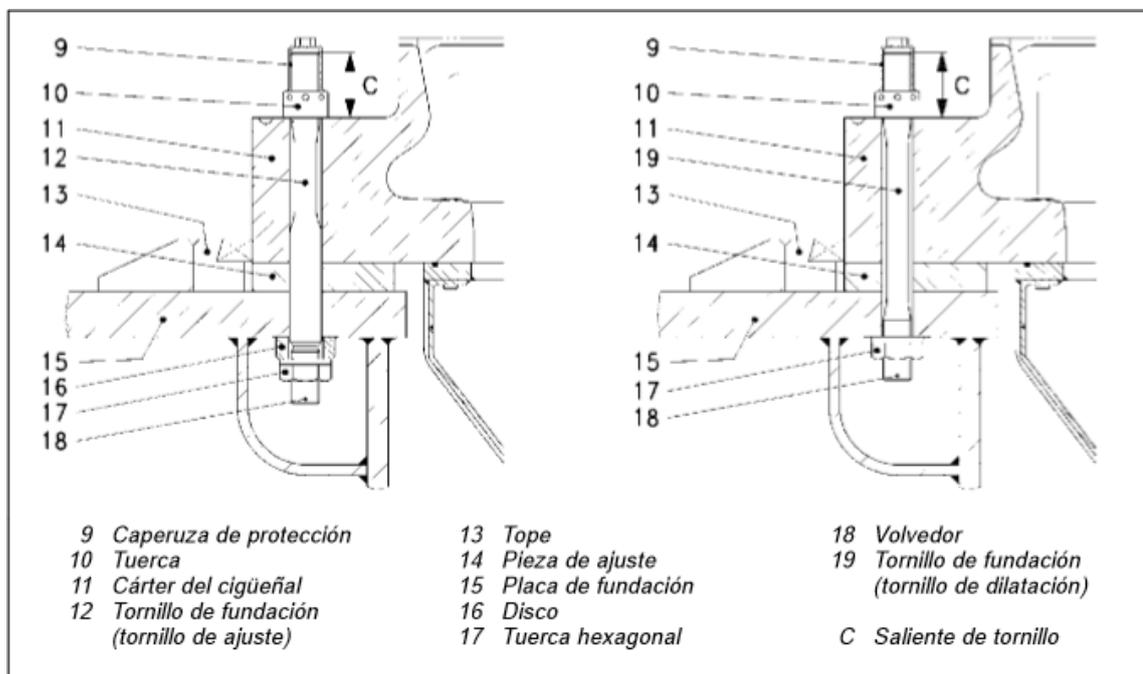


Imagen 10. Fijación del motor a la placa de la bancada.

### 3.1.1.3 Alineación del motor completo:

Para realizar la alineación del motor lo primero que haremos será quitar las caperuzas

de protección, limpiar la rosca de los tornillos de bancada, meter la pieza de presión sobre la tuerca. Una vez hecho esto controlamos que el émbolo del dispositivo tensor hidráulico está completamente introducido atornillamos el dispositivo tensor hidráulico sobre el tornillo de fundación, teniendo cuidado de que la pieza de presión sea centrada por el dispositivo tensor hidráulico y giramos el dispositivo tensor hidráulico hacia atrás en el ángulo de retrogiro.

Ahora conectamos la manguera de alta presión al dispositivo tensor hidráulico y a la bomba de alta presión, ponemos en marcha la bomba de alta presión y cerramos el intersticio que se ha producido al retrogiro. Bombeamos el dispositivo tensor hidráulico hasta que la tuerca se deje aflojar, giramos la tuerca hacia atrás con el volvedor por el recorte en la pieza de presión y dejamos escapar la presión, desacoplamos la manguera de alta presión del dispositivo tensor hidráulico y lo desmontamos.

Lo siguiente que haremos será destornillar las tuercas y desmontar, si posible, los tornillos de bancada. Quitamos las caperuzas de protección sobre la rosca de extracción, giramos hacia adentro los tornillos de extracción, poniendo debajo las placas para proteger la bancada.

Ahora levantamos el motor con los tornillos de extracción y quitamos las piezas de ajuste. Alinearemos el motor de manera tal que la desviación entre los brazos está dentro de límites admisibles, una vez hecho esto determinamos el espesor de las piezas de ajuste y, si necesario, fabricamos piezas de ajuste nuevas.

A continuación, montamos las piezas de ajuste, controlando que el asiento sea el correcto con la galga de espesor. Montamos los tornillos de bancada y atornillamos a mano las tuercas controlando el saliente del tornillo, una vez colocados estos tornillos quitamos los tornillos de extracción y las placas y los guardamos junto con la herramienta.

El siguiente paso es engrasar las roscas de extracción y cubrirlas de las caperuzas de protección. Colocamos la pieza de presión sobre la tuerca siguiendo el orden de apriete y atornillamos el dispositivo tensor hidráulico sobre el tornillo de bancada, teniendo cuidado de que la pieza de presión sea centrada por el dispositivo tensor hidráulico.

Conectamos la manguera de alta presión al dispositivo tensor hidráulico, ponemos en marcha la bomba de alta presión y apretamos el tornillo de bancada con la presión de apriete prescrita. apretamos a mano la tuerca con el volvedor por el recorte en la pieza de presión, dejamos escapar la presión, desacoplamos la manguera de alta presión

del dispositivo tensor hidráulico y desmontamos el dispositivo tensor hidráulico.  
Por último controlamos nuevamente la flexión de las cigüeñas del cigüeñal y registramos los datos en las anotaciones de servicio. Finalmente engrasamos las roscas de los tornillos de bancada para protegerlas contra herrumbre y cubrimos de las caperuzas de protección.

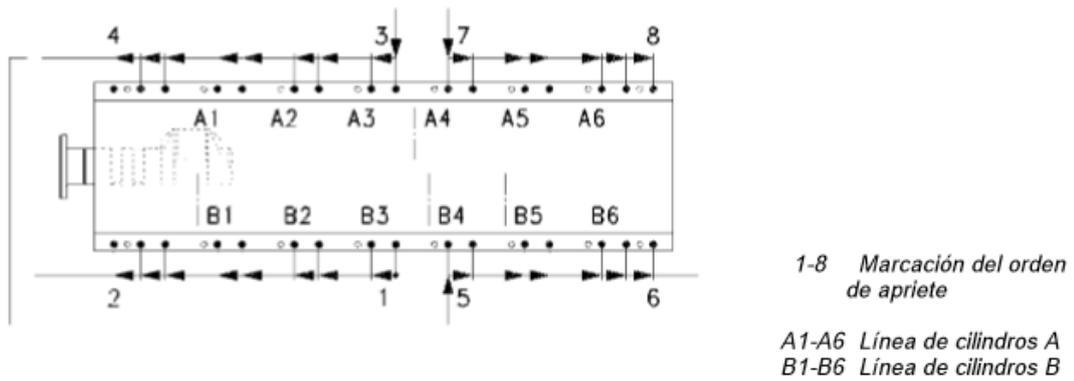


Imagen 11. Orden de apriete de los tornillos.

### 3.2. Cigüeñal:

#### 3.2.1. Medición de la flexión de las cigüeñas.

La finalidad de la operación de medición de la flexión de las cigüeñas es controlar la orientación, reconocer los problemas que se presentan en grupos constructivos/sistemas, garantizar/restaurar la seguridad funcional.

La desviación entre los brazos da información sobre la alineación de los cojinetes del cigüeñal y los cojinetes/la alineación del árbol accionado.

Las herramientas y útiles que se utilizaran en la operación están detallados en la siguiente tabla:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Reloj de medición (dispositivo de medición)
1	Tubo de guía
1	Galga de espesores 0.05-1
1	Herramientas, alcance básico
1	Rotulador/lápiz marcador

La flexión de las cigüeñas del cigüeñal aporta una idea sobre la alineación de los cojinetes del cigüeñal y sobre los cojinetes del eje impulsado. Si los valores de medición sobrepasan los valores máximos admisibles, habrá que subsanar la causa o alinear nuevamente el cigüeñal. Las causas posibles son:

- Cojinetes de cigüeñal irregularmente desgastados.
- Alteraciones de la posición del eje impulsado.
- Alteraciones de la fijación del motor sobre su asiento o alteraciones del mismo asiento.

#### 3.2.1.1. Secuencia de trabajo:

##### 3.2.1.1.1. Medición de la flexión de las cigüeñas del cigüeñal.

Para comenzar con la medición debemos abrir las tapas de las aberturas de la cámara del mecanismo motor y girar el codo del cigüeñal correspondiente al cilindro 1 a su posición de partida, según el sentido de giro normal del motor a la derecha o a la izquierda del punto muerto inferior.

Comprobaremos con los calibres de espesores si el cigüeñal descansa sobre los casquillos inferiores. Si el cigüeñal está sobre hueco, se obtienen valores erróneos en la desviación de las munequillas del cigüeñal.

Colocaremos el aparato de medición en el punto de medición y ponga a "0" el reloj de medición aproximadamente en el centro de la zona a medir. Si se efectúa la medición con el motor caliente, se debe introducir previamente el aparato de medición en el cárter del cigüeñal durante unos 15 minutos para que adquiera la misma temperatura. A continuación, giraremos el cigüeñal en su sentido de giro normal hacia las posiciones de medición previstas. Lea en cada posición la amplitud y la dirección (+ o --) de la desviación del reloj de medición con respecto al valor original ajustado y anótelos en la tabla.

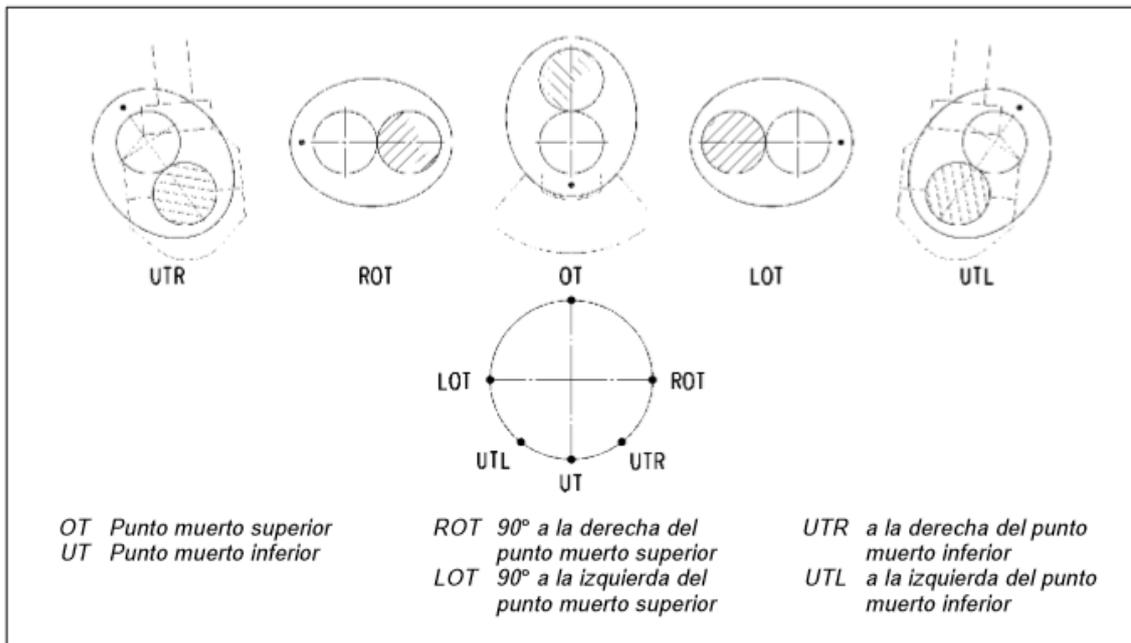


Imagen 12. Denominación de los puntos de medición.

### 3.2.1.1.2. Registro de los valores medios.

El acta de medición debe contener además de los valores registrados de la tabla 1, los siguientes datos:

- Estado de montaje.
- Estado del acoplamiento y del cojinete.
- Las temperaturas del aceite y del agua refrigerante cuando se efectúa la medición con el motor caliente y el sentido de giro principal del motor, si se efectúa la medición con el mecanismo de accionamiento montado.

### 3.2.1.1.3. Valoraciones.

flexión de las cigüeñas del cigüeñal es la diferencia máxima de los valores de medición de dos posiciones del cigüeñal desplazadas entre sí 180°.

Cuando la separación de las cigüeñas del cigüeñal aumenta respecto a la posición de

referencia, se registran valores positivos en la tabla (+) y cuando la diferencia es menor, se registran valores negativos (--).

La siguiente tabla contiene los valores máximos de desviación y las distancias de los puntos de medición. Los valores máximos son de aplicación a todos los cilindros estando el motor en frío y en caliente, con acoplamiento rígido o elástico. Si los valores de desviación reales superan a los indicados en la tabla, es preciso volver a alinear el cigüeñal.

<i>Modelo de motor</i>	<i>32/40</i>	<i>40/45</i>	<i>40/54</i>	<i>48/60</i>	<i>52/55 B</i>	<i>58/64</i>
Desviación en 1/100 mm	$\pm 14$ <sup>1)2)</sup>	$\pm 13$	$\pm 18$ <sup>1)</sup>	$\pm 23$ <sup>1)</sup>	$\pm 18$	$\pm 23$ <sup>1)</sup>
Distancia entre los puntos de medición A en mm	460	460	505	580	L=640 V=680	560

### 3.2.2. Medición del eje del cigüeñal y contrapesos.

La finalidad de este trabajo es realizar puntualmente los trabajos que marca el plan de mantenimiento y garantizar/restaurar la seguridad funcional.

Para realizar la operación con seguridad debemos comprobar que el motor ha sido parado y se ha asegurado contra la puesta en marcha.

Las herramientas y útiles que se deben usar para la realización de esta operación vienen detalladas en la siguiente tabla:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
2	Pieza de presión
1	Bomba de alta presión
2	Manguera de alta presión
2	Dispositivo de tensión hidráulico
2	Dispositivo de medición
2	Reloj de medición (dispositivo de medición)
2	Pieza de prolongación
2	Pieza de prolongación
2	Pieza enroscable
1	Galga de espesores 0.05-1
1	Volvedor 12
1	Juego de destornilladores

#### 3.2.2.1. Secuencias de trabajo:

##### 3.2.2.1.1 Control general.

En el curso de eventuales trabajos de montaje, controlar todos los racores del amortiguador de vibraciones torsionales, del volante, de la rueda dentada del eje cigüeñal y de los contrapesos.

##### 3.2.2.1.2. Control de tornillos del contrapeso.

Comenzaremos el control de los tornillos de contrapeso limpiando la rosca de dichos tornillos, a continuación, metemos las piezas de presión sobre las tuercas y atornillamos los dispositivos tensores hidráulicos sobre los tornillos de contrapeso, teniendo cuidado de que las piezas de presión sean centradas por los dispositivos tensores hidráulicos y giramos los dispositivos tensores hidráulicos hacia atrás en el ángulo de retrogiro.

Lo siguiente que haremos será conectar las mangueras de alta presión a los dispositivos tensores hidráulicos y a la bomba de alta presión, poner en marcha la bomba de alta presión y bombear los dispositivos tensores hidráulicos hasta que las

tuercas se dejen aflojar.

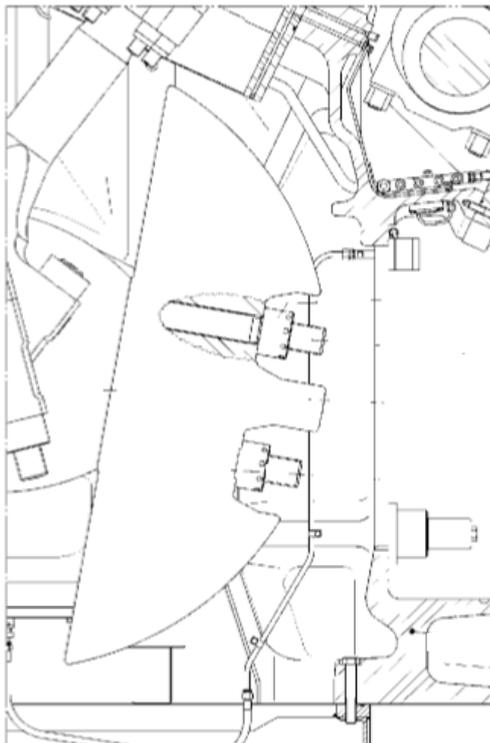


Imagen 13. Tornillos de contrapeso.

Ahora ajustamos la bomba de alta presión a la presión de apriete prescrita y apretamos a mano ambas tuercas con el volvedor por el recorte en las piezas de presión.

Finalmente dejamos escapar la presión, desacoplar las mangueras de alta presión de los dispositivos sensores hidráulicos y de la bomba de alta presión, y desmontamos los dispositivos sensores.

#### 3.2.2.1.3. Aflojamiento tornillos de contrapeso.

Para aflojar los tornillos de contrapeso debemos comenzar limpiando la rosca de los tornillos de contrapeso y metiendo las piezas de presión sobre las tuercas. A continuación, atornillaremos los dispositivos sensores hidráulicos sobre los tornillos de contrapeso, teniendo cuidado de que las piezas de presión sean centradas por los dispositivos sensores hidráulicos y giraremos los dispositivos sensores hidráulicos hacia atrás en el ángulo de retrogiro.

Lo siguiente que haremos será conectar las mangueras de alta presión a los dispositivos sensores hidráulicos y a la bomba de alta presión y ponerla en marcha. Ahora bombearemos los dispositivos sensores hidráulicos hasta que las tuercas se dejen aflojar y giraremos ambas tuercas hacia atrás con el volvedor por el recorte en las piezas de presión.

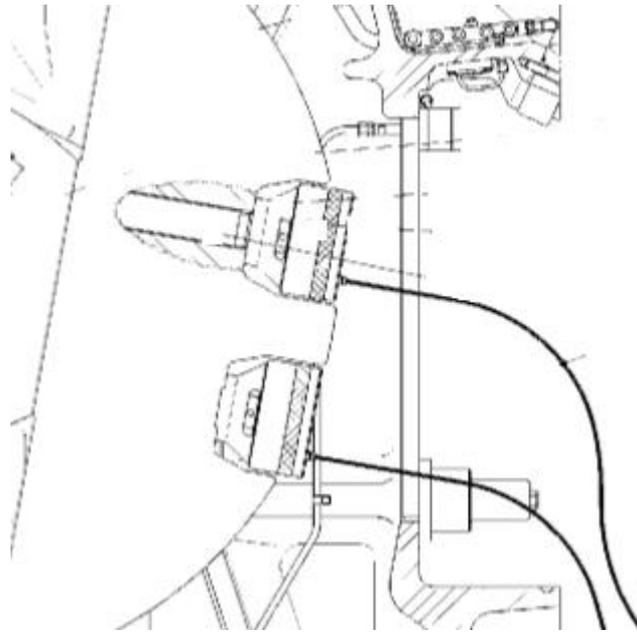


Imagen 14. Aflojamiento tornillos de contrapeso.

Finalmente dejaremos escapar la presión, desacoplaremos las mangueras de alta presión de los dispositivos tensores hidráulicos y de la bomba de alta presión y desmontaremos los dispositivos tensores.

#### 3.2.2.1.4. Apriete tornillos del contrapeso.

Para el apriete de los tornillos de contrapeso comenzaremos controlando que el intersticio en la junta de separación entre el contrapeso y el eje cigüeñal es en ambos lados de la misma dimensión.

A continuación, desenroscaremos el tornillo de cierre en los dispositivos tensores hidráulicos y enroscaremos la pieza enroscable en el anillo roscado de tope. Meteremos las piezas de presión sobre las tuercas y atornillaremos los dispositivos tensores hidráulicos en los tornillos de contrapeso, teniendo cuidado de que las piezas de presión sean centradas por los dispositivos tensores hidráulicos.

Posteriormente atornillaremos las prolongaciones necesarias en los relojes de medición y los introduciremos en las piezas roscadas fijándolos con tornillos cilíndricos. Ahora conectamos las mangueras de alta presión a los dispositivos tensores hidráulicos y a la bomba de alta presión y la ponemos en marcha. Apretamos los tornillos de contrapeso primero a 50 bares, ponemos los relojes de medición a 0 y apretamos los tornillos a la presión prescrita.

Lo siguiente que haremos será apretar a mano ambas tuercas con el volvedor por el recorte en las piezas de presión.

Finalmente dejamos escapar la presión, desacoplamos las mangueras de alta presión de los dispositivos tensores hidráulicos y de la bomba de alta presión, desmontamos

los relojes de medición, los dispositivos tensores, desatornillamos las piezas enroscables del anillo roscado de tope y cerramos los taladros roscados con el tornillo de cierre.

### 3.2.3. Cierre del orificio del aceite del cigüeñal:

La finalidad de esta operación en caso de emergencia y a pesar de un mecanismo motor desmontado (émbolo con biela), el motor debe quedar en funcionamiento, han de ser cerrados los orificios de lubricación del gorrón respectivo del cigüeñal. Para realizar esta operación con seguridad se ha de comprobar que se ha parado el motor y se ha asegurado contra la puesta en marcha.

Las herramientas que se han de utilizar para llevar a cabo la siguiente operación están detalladas en la siguiente tabla:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Dispositivo de cierre
1	Tapón
1	Varilla roscada con tapón de cierre
1	Juego de llaves anulares y de boca

#### 3.2.3.1. Secuencias de trabajo:

##### 3.2.3.1.1. Cierre del orificio de lubricación.

Para cerrar el orificio de lubricación comenzaremos colocando la varilla roscada con el tapón de cierre en el orificio de lubricación, encajaremos el tapón de cierre, atornillamos la tuerca hexagonal, la apretamos y la aseguramos con el pasador abierto.

A continuación, montamos la culata de cilindro completa, pero no colocamos las varillas de empuje, ponemos fuera de servicio el seguidor de leva de escape y admisión, cerramos los orificios de engrase y dejamos fuera de servicio la bomba de inyección del cilindro respectivo.

Finalmente cerramos la tubería de aceite para la lubricación de los balancines y la tubería piloto de arranque al cilindro parado.

### 3.2.4. Contrapesos: desmontaje y montaje.

El desmontaje de un contrapeso no es un trabajo de mantenimiento habitual solo es necesario en casos especiales, para realizar esta tarea con seguridad es necesario comprobar se ha parado el motor, se ha asegurado contra la puesta en marcha y el árbol de accionamiento está asegurado contra giro.

La realización de esta operación requiere la utilización de las siguientes herramientas:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Pasarela (para bandeja de aceite)
1	Pasarela (para bandeja de aceite)
1	Sacapernos
1	Llave dinamométrica 750-2000 Nm
2	Grillete A1.0
1	Pieza de prolongación 25x400
1	Volvedor 16
1	Volvedor 12
2	Tornillo de anillo M20
1	Juego de llaves anulares y de boca
1	Juego de destornilladores hexagonales
2	Equipo elevador con cable
1	Lubricante (contiene disulfuro de molibdeno)

#### 3.2.4.1. Secuencias de trabajo:

##### 3.2.4.1.1. Desmontaje contrapesos del cigüeñal.

Para desmontar los contrapesos colocamos la pasarela en la bandeja de aceite, aflojamos los tornillos del contrapeso respectivo, desenroscamos media vuelta la tuerca, montamos el tirapernos en el tornillo de contrapeso y soltar este último. Volvemos a atornillar la tuerca a mano, hasta que esté bien ajustada, desmontar el tirapernos.

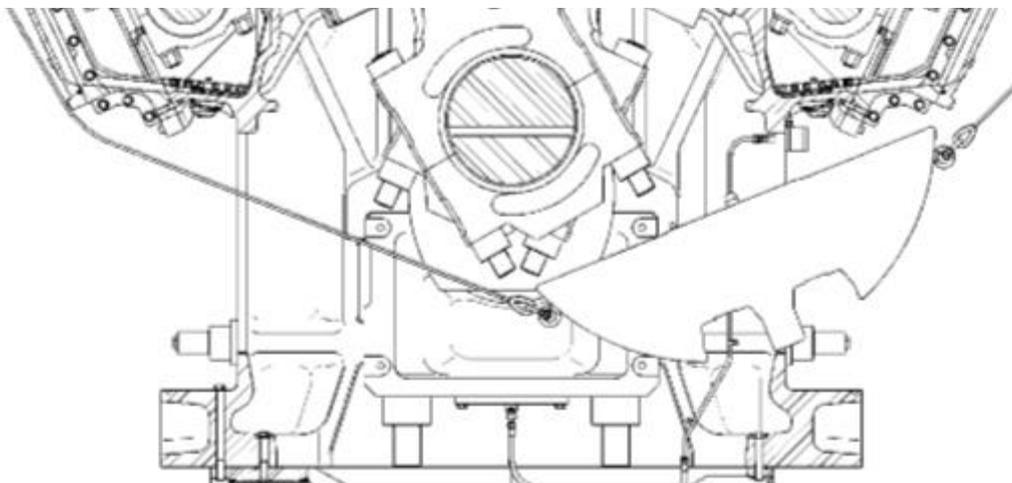


Imagen 15. Desmontaje del contrapeso.

Soltamos del mismo modo el segundo tornillo de contrapeso. A continuación, giramos el engranaje virador, hasta que el contrapeso esté en posición abajo. Ahora enroscamos los tornillos de anillo lateralmente en el contrapeso, enganchamos el contrapeso a la grúa por medio de cables y grilletes, y tensamos los cables. Desatornillamos ambas tuercas y desenroscamos los tornillos de contrapeso.

Lo siguiente que haremos será bajar el contrapeso uniformemente, hasta que el manguito tensor y el perno queden libres, y posaremos el contrapeso en el cárter y cuidadosamente con ayuda de la grúa lo extraeremos del motor.

#### 3.2.4.1.2. Montaje de los contrapesos del cigüeñal.

Para comenzar el montaje limpiaremos la superficie de separación en la gualdera del eje cigüeñal, enroscamos los tornillos de anillo lateralmente en el contrapeso, fijamos los cables con el grillete en los tornillos de anillo y colgarlos en el equipo elevador.

A continuación, introducimos el contrapeso cuidadosamente en el cárter del cigüeñal, aflojando y tensando mutuamente los cables. Una vez esté dentro levantamos el contrapeso uniformemente, hasta que el contrapeso esté bien ajustado a la gualdera del eje cigüeñal. Ahora untamos con lubricante MoS2 la rosca de los tornillos de contrapeso y enroscarlos a mano, hasta que asienten.

Giramos el engranaje virador, hasta que los tornillos de contrapeso sean bien accesibles y damos media vuelta hacia atrás a una tuerca, montamos el tirapernos en el tornillo de contrapeso y apretamos este último con el momento de apriete prescrito, una vez este apretado, apretamos la tuerca a mano y quitamos el tirapernos. apretamos de este mismo modo el segundo tornillo de contrapeso y quitamos la pasarela de la bandeja de aceite.

### 3.3. Biela:

El vástago de biela no debe desmontarse para los trabajos habituales de mantenimiento. Eso sólo es necesario en casos excepcionales. Para realizar esta operación con seguridad se ha de comprobar que se ha parado el motor, se ha asegurado contra la puesta en marcha, el árbol de accionamiento asegurado contra giro y el sistema de materias consumibles cerrado o sin presión.

Las herramientas que vamos a utilizar para el desarrollo de esta operación son:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>	<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Dispositivo de apoyo	2	Apoyo
1	Soporte	2	Aparejo de carraca
1	Travesaño	1	Dispositivo de desmontaje y montaje
1	Manguito tensor	1	Estribo
1	Dispositivo de suspensión	1	Apoyo
1	Estribo	1	Garra
1	Placa de presión	1	Soporte
1	Dispositivo de ajuste	1	Apoyo
1	Dispositivo de desmontaje y montaje	1	Arandela
2	Apoyo	1	Soporte
1	Apoyo	2	Grillete A1.0
1	Garra	2	Dispositivo de retención
1	Soporte	1	Tubo de guía
1	Caballote de rodillo	1	Galga de espesores 0.05-1
2	Soporte	1	Llave de gancho
2	Soporte	1	Volvedor 12
1	Malla	1	Juego de llaves anulares y de boca
1	Barra de guía	1	Equipo elevador

#### 3.3.1. Secuencias de trabajo:

Antes de extraer el vástago del interior del motor ha de colocarse un soporte en la pared del bloque del motor. Para montar este soporte se quitarán las tapas del cárter de la pared del bloque y en el hueco que quede al descubierto se colocará dicho soporte.

##### 3.3.1.1. Desmontaje del vástago.

Para realizar esta operación es necesario colocar el elemento de apoyo en el exterior del bloque del motor este útil actuará como un carrito y nos permitirá extraer el vástago de la biela con una mayor facilidad. Una vez este colocado el útil, engancharemos el cojinete del pie de biela a dos diferenciales colocados uno a cada lado del motor para poder quitar los pernos que lo unen a la biela, después de haber soltado estos pernos se retirara el cojinete y se colocaran dos útiles en el lugar de los pernos que permitirán a la biela seguir rotando sobre el cigüeñal y evitara que esta se caiga. La biela estará unida a la muñequilla del cigüeñal mediante dos abrazaderas lo que nos permitirá colocarla en horizontal sin problemas.

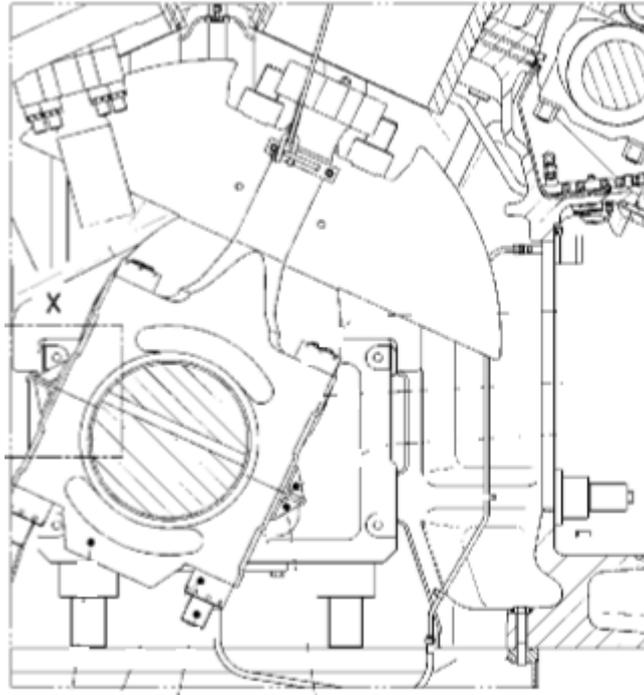


Imagen 16. Biela suspendida en el interior del cárter antes de la extracción.

Para extraer el vástago de la biela introduciremos dentro del cárter el elemento de apoyo que hemos montado en la parte exterior, engancharemos la biela al elemento de apoyo y soltaremos los útiles que la mantienen unida al cigüeñal y a la muñequilla del cigüeñal, cuando esté suelta tiraremos del carrito y extraeremos la biela del interior del motor, con ayuda del dispositivo elevado levantaremos el vástago de la biela y lo depositaremos con cuidado sobre un soporte de madera.

#### 3.3.1.2. Montaje de vástago y la tapa de biela.

Para realizar el montaje del vástago de la biela se utilizan los mismos útiles con los que se sacaron. Lo primero es montar el elemento de apoyo en el lateral del motor, una vez que lo hayamos colocado colocamos mediante ayuda de dos diferenciales el cojinete inferior del pie de biela y lo posamos en el interior del cárter. Después de realizar este paso con ayuda de la grúa y de un diferencial levantamos la biela y la colocamos en el elemento de apoyo para empujarla al interior del cárter hasta colocarla en el cigüeñal.

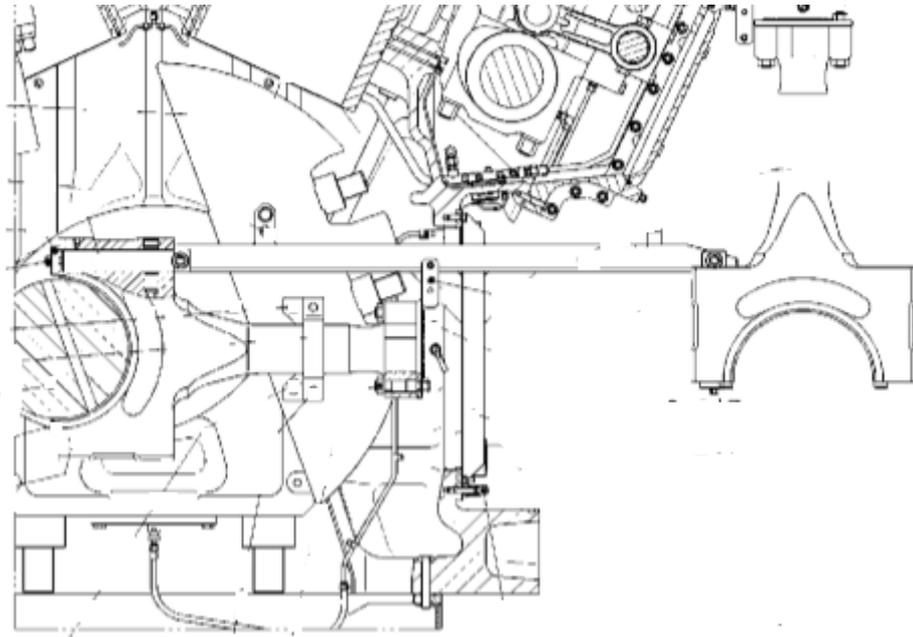


Imagen 17. Desmontaje/montaje del vástago de la biela.

Cuando ya esté la biela en contacto con el cigüeñal introduciremos por los orificios de los pernos los útiles que la mantendrán unida al cigüeñal y la sujetamos a la muñequilla del cigüeñal para poder girar el cigüeñal sin peligro de que se caiga. Una vez está colocada la biela se coloca en posición vertical y con ayuda de dos diferenciales se levanta el cojinete y se coloca en su posición y poder colocar los pernos.

Una vez colocados los pernos, fijaremos la biela a la muñequilla del cigüeñal para que esta no esté colgado mientras se colocan el resto de los vástagos.

### 3.4. Pistón:

#### 3.4.1. Aro de fuego y pistón: montaje y desmontaje.

El aro de fuego ha de que siempre quitarse se tenga que extraer un pistón. Para comenzar la maniobra de extracción el pistón debe estar unos 60° después del punto muerto superior y el agua refrigerante tiene que haber sido retirada.

Herramientas utilizadas:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Barra de guía
1	Dispositivo de desmontaje y montaje
1	Apoyo
4	Tornillo de presión
1	Dispositivo de desmontaje y montaje
1	Apoyo
3	Tornillo de cabeza hexagonal
1	Correa elevadora sinfín
1	Volvedor
1	Manguito de introducción para segmentos de émbolos
1	Dispositivo de suspensión
1	Apoyo
1	Barra de guía
1	Macho de roscar
1	Dispositivo de retención

#### 3.4.1.1. Secuencia de trabajo:

##### 3.4.1.1.1. Desmontaje aro de fuego.

Lo primero que vamos a hacer es eliminar el coque en el aro de fuego y en la parte superior de la camisa de cilindro, una vez realizada esta acción se limpian los tres taladros de los agujeros ciegos en el diámetro interior del anillo de alma superior y eliminar partículas sueltas de suciedad de la superficie del émbolo y se colocar el apoyo en el aro de fuego.

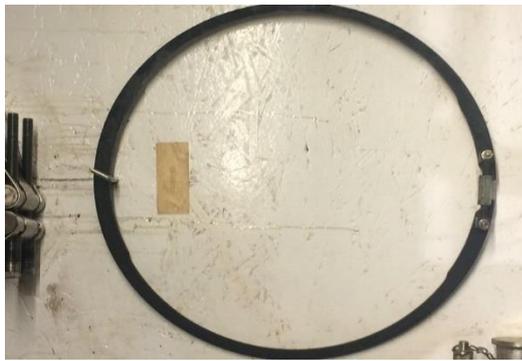


Imagen 18. Útil para la extracción del aro de fuego.

Posteriormente enroscamos a mano tres tornillos hexagonales en los taladros de los agujeros ciegos que se encuentran en el aro de fuego y otros dos en el apoyo hasta que hagan contacto, fijamos el cable con el grillete al apoyo y a la grúa. Una vez este todo enganchado enroscamos una barra de guía en el apoyo y ya podemos separar el aro de fuego tirando de el poco a poco con la grúa. Una vez hemos extraído el aro de fuego lo depositamos en la base y desmontamos el dispositivo de desmontaje.

#### 3.4.1.1.2 Desmontaje pistón.

Para poder extraer el debemos girar el motor para colocarlo en el punto muerto superior, una vez este en esta posición limpiamos las dos roscas que tiene en su parte superior en las cuales colocaremos los útiles para la extracción. Colocamos el apoyo en el pistón y enroscamos dos tornillos hexagonales hasta que tengan contacto con el émbolo y lo fijamos con tuercas hexagonales.

Después de haber colocado el apoyo colocamos el útil que ira enganchado a la grúa y giramos el mecanismo del motor hasta que el embolo este posicionado en el punto muerto inferior y enganchamos lo enganchamos con la grúa. Una vez este enganchado a la grúa procedemos a soltar los pernos de la cabeza de biela que unen el pistón con la biela e introducimos el útil que mantendrá fija la cabeza de biela para evitar que esta golpee al pisto durante la extracción. Una vez estén separados el pistón y la biela debemos enganchar a esta a las muñecas del cigüeñal para evitar que se queden colgando y golpeen al cárter. Una vez enganchada una biela al cárter no se podrá dar una vuelta completa al cigüeñal porque el mecanismo de sujeción de la biela se rompería y esta podría golpear el cárter.



Imagen 19. Herramientas para la extracción del pistón.

Después de sujetar la biela comenzamos a extraer el pistón con cuidado, hay que tirar del pistón con el mismo ángulo de inclinación que tenga la camisa del cilindro porque si no podríamos dañar tanto el pistón como la camisa.

#### 3.4.1.1.3. Desarme y control del pistón:

Para poder realizar las distintas comprobaciones del pistón hay que desarmar el pistón por completo, para ello lo primero que haremos será extraer los segmentos de sus ranuras.

Los segmentos se extraen gracias a las tenazas de extracción con las cuales enganchamos el segmento por sus extremos y los abrimos para extraerlo de la ranura. Una vez extraídos los segmentos se comprobará que están en buenas condiciones limpiándolos y comprobando que no estén muy desgastados, una vez comprobados se volverán a colocar en sus ranuras sustituyendo aquellos segmentos que no estén en buenas condiciones.

También se desmontará el pistón para ello se quitará el perno que une el pistón y la cabeza de biela, después le damos la vuelta al pistón colocando la parte superior boca abajo y se desatornillan las tuercas que unen la parte superior y la parte inferior del pistón las separamos y las limpiamos para comprobar que todo esté en perfectas condiciones, también hay que limpiar las cámaras de refrigeración que hay en el interior de embolo. Una vez se hayan limpiado todas las partes y comprobado que todo esté en perfecto estado se volverá a montar el pistón y se colocara de nuevo la cabeza de biela.

#### 3.4.1.1.4. Montaje del pistón:

Para realizar el montaje del pistón tenemos que seguir los mismos pasos que hemos

seguido para su extracción, pero a la inversa.

Colocamos un útil que simule el aro de fuego para que el pistón se deslice por él y penetre en la camisa, colocamos el útil que con el cual extrajimos el pistón sin las barras que nos ayudaron a extraerlos desde el punto muerto inferior, introducimos el pistón y antes de que este llegue a la zona de los segmentos colocamos un útil alrededor del diámetro del pistón para fijarlo en la camisa, una vez este fijado colocaremos las barras en el útil para poder introducirlos hasta el punto muerto bajo y también rodeamos los segmentos con una chapa que los mantendrá dentro de sus respectivos huecos.



Imagen 20. Útil que simula el aro de fuego.

Con la grúa ya enganchada al útil con las barras quitamos la fijación del pistón en la camisa y vamos deslizando poco a poco al pistón hasta que llegue al punto muerto inferior y ahí lo enganchamos a la biela.

#### 3.4.1.1.5. Colocación del aro de fuego.

Lo primero que haremos para volver a colocar el aro de fuego será cambiar las juntas tóricas, estas deben estar lubricadas con grasa sin ácido, estas juntas deben estar uniformemente apretados por todo el perímetro de la camisa sin que sobresalga nada porque podrían romperse al introducir el aro de fuego.

Enroscamos a mano tres tornillos hexagonales en los taladros de los agujeros ciegos que se encuentran en el aro de fuego, una vez estén enganchados enroscamos la barra de guía, fijamos el cable con el grillete a la grúa e insertamos cuidadosamente el aro de fuego en el anillo de apoyo guiándolo con la barra de guía.

### 3.5. Camisas del cilindro:

Las camisas del cilindro deben ser extraídas para proceder a su limpieza y medición para comprobar que tiene el diámetro correcto y que no están desgastadas por el rozamiento del pistón.

Las herramientas que se utilizaran en el proceso de desmontaje, medición, reparación y montaje son:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Dispositivo de desmontaje y montaje
1	Apoyo
4	Tornillo de presión
1	Dispositivo de suspensión
1	Pieza de sujeción (de dos partes)
8	Manguera de protección
1	Barra de guía
1	Grillete A2.0
2	Grillete A1.6
2	Tornillo de anillo M30x2
1	Juego de llaves anulares y de boca
1	Juego de destornilladores hexagonales
2	Equipo elevador con cable
1	Grasa (exenta de ácido)
1	Riel de referencia 48/60
1	Micrómetro de interiores 48/60
1	Dispositivo de esmerilar
1	Muela abrasiva
1	Pasta de esmeril sin silicio
1	Bruñidora

#### 3.5.1. Secuencia de trabajos:

##### 3.5.1.1. Desmontaje de la camisa del cilindro.

El procedimiento para extraer las camisas del motor ha de realizarse siguiendo una serie de pasos.

Primero colocaremos un útil que estará formado por una barra alargada que en su extremo inferior tiene una tabla que se encaja en la parte inferior de la camisa y nos permite tirar de ella para extraerla camisa.

Al igual que con los pistones es necesario apoyar la camisa para poder cambiar la maniobra. Una vez que se haya extraído la mitad de la camisa se colocara un útil rodeando el cilindro de la camisa, este útil está formado por dos semicírculos que uniéndolos mediante tornillos se ajustan al diámetro exterior de la camisa. Cuando hayamos colocado este útil apoyaremos la camisa sobre la chaqueta del motor,

soltaremos el útil que habíamos estado utilizando para extraer la camisa y la engancharemos al segundo útil que hemos colocado.



Imagen 21. Útil de sujeción de la camisa.

Finalmente, levantaremos la camisa y la extraeremos manteniendo la misma inclinación para evitar que se dañe.

#### 3.5.1.2. Medición de la camisa.

Una vez que la culata, el aro de fuego, el émbolo y la biela están desmontados. Se ha limpiado minuciosamente la camisa del cilindro, especialmente en la zona superior y en la superficie de ataque del riel de referencia de la cara superior procederemos a realizar la medición del diámetro interior de la camisa para comprobar el nivel de desgaste de la misma.

Introducimos el riel de referencia en la camisa del cilindro. El riel de medición se mantiene por medio magnético en la superficie de contacto y en la cara superior de la unión. A través de los orificios del riel, se determina la cantidad y la posición de los puntos de medición. Aplicamos el calibre de rosca interior a la medida de la camisa del cilindro y lo introducimos sucesivamente en los orificios del riel de referencia. Determinamos y anotamos las medidas en sentido longitudinal del motor y también transversalmente al mismo. Una vez anotadas todas las medidas procedemos a compararlas con los valores máximos permitidos.

#### 3.5.1.3. Rectificado y bruñido.

Rectificado de la muesca de estanqueidad del anillo superior de la camisa:

Para realizar el rectificado del anillo superior de la camisa soltamos el anillo de junta, colocando el destornillador acodado en la muesca en el diámetro exterior y extraemos el anillo de junta. Después de extraer el anillo de junta rectificamos en plano la muesca de estanqueidad del anillo de alma superior con pasta de esmeril y dispositivo de esmerilar. Para realizar el esmerilado correctamente hay que mover en vaivén el dispositivo de esmerilar y levantarlo de vez en cuando, para que el material abrasivo pueda volver a distribuirse.

Cuando terminemos la operación de esmerilado limpiaremos a fondo la superficie para quitar todos los residuos del material abrasivo y volvemos a encajar el anillo de junta.

Bruñido de la camisa:

Las camisas de cilindros han de ser rebruñidas cuando se reemplazan los segmentos de émbolos o cuando ha expirado el intervalo de mantenimiento. Por el bruñido se restablece la rugosidad original de la superficie de rodadura de la camisa. Esta rugosidad es necesaria para garantizar una película lubricante de espesor y adhesividad suficientes. Mientras que la microgeometría puede ser restablecida en gran parte, no es posible ejercer influencia alguna en el perfil de desgaste, o sea en la macrogeometría de la camisa de cilindro.

La operación de bruñido se realiza en dos pasos:

1. En la primera operación se bruñe normalmente la zona del PMS de los segmentos del pistón.
2. En la segunda operación la superficie de rodadura total de los segmentos del pistón.

#### 3.5.1.4. Montaje de la camisa del cilindro.

Para insertar la camisa en el cilindro primero colocaremos un útil rodeándola en su parte media y se ajustará al diámetro de la camisa apretando los tornillos que van colocados en los extremos del útil. Después de haber colocado el útil se enganchará a la grúa mediante dos cadenas.



Imagen 22. Camisa extraída del motor con los útiles de sujeción.

Una vez enganchada se procederá a introducir la camisa utilizando la chaqueta como guía, se introduce hasta que el útil toca la chaqueta en ese momento dejamos la camisa apoyada y colocamos el útil que utilizamos para extraerla y lo enganchamos directamente a la grúa, retiramos el primer útil y vamos controlando la bajada de la camisa con la grúa para no dañarla.

### 3.6. Culatas:

Las culatas serán extraídas para proceder a su limpieza y comprobación de que todos sus elementos están en perfecto estado. Las herramientas necesarias para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento están indicadas en la siguiente tabla:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Dispositivo de suspensión
1	Apoyo
1	Barra de guía
1	Destornillador acodado
8	Manguera de protección
1	Grillete A2.0
1	Juego de llaves anulares y de boca
1	Juego de destornilladores hexagonales
1	Equipo elevador con cable
1	Grasa (exenta de ácido)
1	Lubricante (contiene disulfuro de molibdeno)

#### 3.6.1. Secuencias de trabajo:

##### 3.6.1.1. Desmontaje de culata.

Para extraer la culata lo primero que hacemos es soltar y/o desmontar todas las tuberías y todos los racores de las uniones tubulares en la culata correspondiente después desmontamos parcialmente el revestimiento de la tubería de escape y abrimos el acoplamiento rápido en la conexión de la tubería de escape.

Posteriormente desmontamos la tubería de inyección de combustible, válvula para el indicador, Aflojamos los tornillos de la culata, desatornillamos las tuercas, colocamos las mangueras protectoras sobre los tornillos de la culata y fijamos el cable con el grillete en el apoyo y engancharlo a la grúa.



Imagen 23. Útil para la extracción y colocación de la culata.

Después de haber enganchado el útil a la grúa levantamos la culata, la extraemos y la depositamos en una base de madera. Una vez extraída la culata tapamos todas las aberturas del motor con medios apropiados, también las aberturas del revestimiento de la varilla de empuje y cerramos la conexión de la tubería de escape en la pieza de la tubería de escape con una tapa de cierre.

#### 3.6.1.2. Limpieza de la culata.

Para limpiar la culata desmontamos las válvulas de admisión y de escape, Controlamos los canales de admisión y de escape, así como el lado contiguo a la cámara de combustión en cuanto a sedimentos y limpiamos los depósitos adherentes sin dañar la superficie también controlamos los depósitos de las cámaras de refrigeración y limpiamos de la parte superior de la culata el lodo de aceite y por ultimo montamos las válvulas de admisión y de escape.

#### 3.6.1.3. Prueba hidráulica de la culata.

Las pruebas hidráulicas se realizan para comprobar que las zonas por las que fluye el líquido refrigerante no tiene perdidas.

Para realizar esta prueba se coloca un útil rodeando la parte inferior de la culata y mediante unos espárragos lo fijamos en una posición determinada para que nos deje

introducir agua al interior de la culata y evite que esta pueda escaparse por esa zona. Una vez colocado el útil introducimos agua en el interior de la culata por medio de una manguera hasta que se llene gran parte del interior de la culata, después mediante una bomba seguimos introduciendo agua hasta que se alcanza una presión determinada.

Una vez alcanzada la presión se corta la introducción del agua al interior de la culata y se espera media hora, una vez pasado el tiempo se comprueba que no se haya perdido agua en los asientos de las válvulas ni en la camisa del inyector.

#### 3.6.1.4. Montaje de la culata.

Para montar la culata lo primero que hacemos es insertamos un nuevo anillo de junta en la ranura y lubricar con aceite sin ácido las nuevas juntas tóricas, así como las nuevas juntas tóricas en el manguito y las bridas e insertarlas en las ranuras anulares, prestar atención a que éstas estén apretadas uniformemente por todo el perímetro y que no estén retorcidas.

Una vez hecho esto fijamos el cable con el grillete en el útil y lo enganchamos a la grúa y vamos colocándola despacio para introducir los pernos del bloque del motor por sus correspondientes agujeros y finalmente depositamos la culata sobre el boque del motor y desmontamos el dispositivo de suspensión.

Cuando ya tenemos la culata en su sitio enroscar las tuercas en los tornillos de la culata y las apretamos con la mano, una vez colocadas las tuercas comenzamos a montar las tuberías de inyección de combustible, conectamos la pieza de la tubería de escape con la culata, montamos el revestimiento de la tubería de escape y el resto de las tuberías y todos los racores de uniones tubulares en la culata correspondiente. finalmente rellenamos la culata de agua refrigerante, ventilamos las tuberías de agua de refrigeración, abrimos los grifos de la tubería de combustible.

### 3.7. Accionamiento por ruedas dentadas:

#### 3.7.1. Control:

El accionamiento por ruedas se ha de comprobar, en intervalos regulares, para averiguar la eventual existencia de alteraciones, y hay que examinar el aspecto para que fuentes de perturbación puedan ser reconocidas a tiempo y eliminadas, durante la operación se realizara un control de las piezas de montaje y de los componentes. As herramientas utilizadas para la realización de este control vienen detalladas en la siguiente tabla:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Calibre palpador (juego de)
1	Juego de llaves anulares y de boca
1	Pie de rey

#### 3.7.1.1. Secuencia de trabajo:

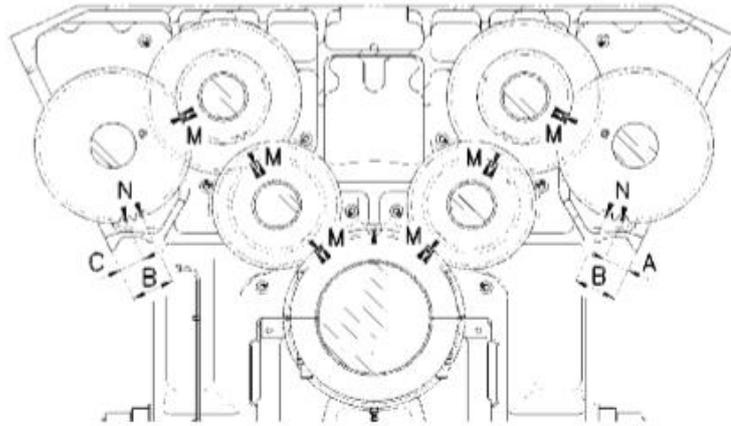
##### 3.7.1.1.1. Control del accionamiento de control.

Lo primero que haremos será realizar un control visual de todas las ruedas dentadas y medir los juegos entre dientes con la galga de espesores, apuntamos y comparamos con los valores indicados.

Lo siguiente que haremos será medir el juego de cojinete de las ruedas dentadas rectas dobles con la galga de espesores, lo apuntamos y lo comparamos con los valores indicados. Finalmente verificamos el funcionamiento de las toberas pulverizadoras y controlamos el apriete fijo de todas las uniones roscadas.

##### 3.7.1.1.2. Trabajos de revisión del accionamiento de control.

La posición de las marcaciones (M) en las ruedas dentadas rectas dobles (2 y 4) vale solamente para montaje nuevo. Para desmontaje/montaje posterior del árbol de levas/de los árboles de levas han de utilizarse solamente las marcaciones (N) indicadas en la rueda (5) del árbol de levas y las medidas de control correspondientes (A, B y C).



A-C Medida de control  
M Marcación

N Marcación

Imagen 24. Accionamiento de control, marcaciones en las ruedas dentadas.

### 3.8. Árbol de levas:

#### 3.8.1. Control del cojinete axial:

el cojinete axial del árbol de levas ha de ser controlado en intervalos periódicos en cuanto a deterioros, el juego axial ha de ser determinado con objeto de reconocer a tiempo cualquier alteración o fuente de perturbación y de eliminarlas, si fuera preciso. Las herramientas utilizadas para llevar a cabo la operación de control están detalladas en la siguiente tabla:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Llave dinamométrica
1	Pieza de empalme 12,5x20
1	Pieza de prolongación 12,5x250
1	Mango corredizo
1	Vaso de llave tubular 36x20
1	Carraca
1	Calibre palpador (juego de)
1	Tornillo de anillo M12
1	Juego de llaves anulares y de boca
1	Juego de destornilladores
1	Equipo elevador con cable
1	Hylomar SQ/M
1	Agente de seguridad Loctite 243
1	Lubricante (contiene disulfuro de molibdeno)

#### 3.8.1.1. Secuencia de trabajo:

##### 3.8.1.1.1. Desmontaje del cojinete axial del árbol de levas.

Lo primero que haremos será desenroscar los tornillos (11) de la tapa y la quitamos, limpiamos las superficies de contacto y medimos el saliente de la tapa y el anillo de tope apuntando en varias zonas y lo apuntamos.

Después limpiamos las superficies de contacto en el cuerpo del cojinete y la arandela de tope, lo medimos y lo apuntamos. Una vez hayamos medido el saliente desenroscamos los tornillos hexagonales y extraemos la arandela de tope.

Posteriormente limpiaremos las superficies de contacto del árbol de levas y el anillo de tope, medimos el saliente y lo apuntamos. A partir de estas mediciones procedemos a calcular el juego y lo comparamos con el juego admisible. Lo siguiente que haremos será desenroscar los tornillos hexagonales y enroscamos el tornillo de anillo para colgarlo con un cable de la grúa, desmontamos el cuerpo del cojinete y lo depositamos sobre una base de madera y descolgamos el cable.

Por ultimo limpiamos cuidadosamente la superficie de rodadura del casquillo de

cojinete sin deteriorarla, controlamos el estado de la superficie de rodadura, desmontamos los anillos circulares de junta y limpiar todas las piezas sueltas, controlarlas en cuanto a deterioros, reemplazarlas eventualmente y purgar los orificios de lubricación con aire comprimido.

#### 3.8.1.1.2. Montaje del cojinete axial del árbol de levas.

Para comenzar colocaremos los nuevos anillos circulares de junta en la muesca, lubricaremos bien las superficies de rodadura del casquillo de cojinete, los anillos de tope y la arandela de tope.

Al montar el cuerpo del cojinete debemos prestar atención en las clavijas de fijación, untamos de lubricante MoS2 la rosca y la superficie de contacto de los tornillos hexagonales, los enroscamos a mano y los apretamos con el momento de giro preciso, aseguramos estos tornillos con loctite 243. Untamos pasta sellante sobre la superficie de contacto de la tapa con el cuerpo de cojinete. Medimos el juego del casquillo del cojinete con el cable palpador y lo apuntamos en el protocolo de funcionamiento. Por ultimo montamos la tubería de entrada de aceite lubricante y la tapa del revestimiento del árbol de levas.

#### 3.8.2. Control del árbol de levas:

Las superficies de rodadura de las levas y los puntos de apoyo se han de controlar en intervalos regulares. Las herramientas que utilizaremos para llevar a cabo el control serán las siguientes:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Cubeta colectora
1	Piedra al aceite

#### 3.8.2.1. Secuencia de trabajo:

##### 3.8.2.1.1. Control.

Para empezar con el control de la superficie de rodadura de las levas y los puntos de apoyo fijamos la cubeta colectora al revestimiento del árbol de levas, retiramos la tapa del revestimiento del árbol de levas y comprobamos que no haya daños en la superficie de rodadura de la leva de escape, la de inyección y la de admisión.

En caso de existir alguna rugosidad en la superficie de rodadura la allanamos con la piedra al aceite, comprobamos que los tornillos del cojinete del árbol de levas y los tornillos de cabeza hexagonal están bien apretados y firmes.

Finalmente comprobaremos que todos los puntos de apoyo tengan la suficiente cantidad de aceite, montamos la tapa del revestimiento del árbol de levas,

desmontamos la cubeta colectora y controlamos el resto de las levas.

### 3.9. Caja de balancines:

La caja de balancines tiene que desmontarse para que realiza un control del juego de las válvulas, las uniones roscadas y la lubricación de las palancas de mando en intervalos periódicos y corregir los fallos, si se diera el caso. Las herramientas que usaremos para realizar la operación de mantenimiento en la caja de balancines son:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Pasarela
1	Calibre ajustador 0,9
2	Eclisa de unión
1	Dispositivo de suspensión
1	Tapa de cierre
1	Barra de guía
1	Llave dinamométrica
1	Pieza de prolongación 12,5x250
1	Mango corredizo
1	Puntas recambiables de destornillador 22x25
1	Vaso de llave tubular 17x12,5
1	Carraca
1	Juego de calibres palpadores 0,2
1	Galga de espesores 0.05-1
1	Volvedor 12
1	Juego de llaves anulares y de boca
1	Recipiente colector
1	Grasa (exenta de ácido)
1	Equipo elevador con cable
1	Lubricante (contiene disulfuro de molibdeno)

#### 3.9.1. Secuencias de trabajo:

##### 3.9.1.1. Control.

Controlar el juego de las válvulas, las uniones roscadas y la lubricación de las palancas de mando en los intervalos indicados en el plan de mantenimiento, verificar las piezas sueltas individuales en cuanto a su desgaste. En caso de un juego de cojinete excesivo, reemplazar los casquillos de cojinete.

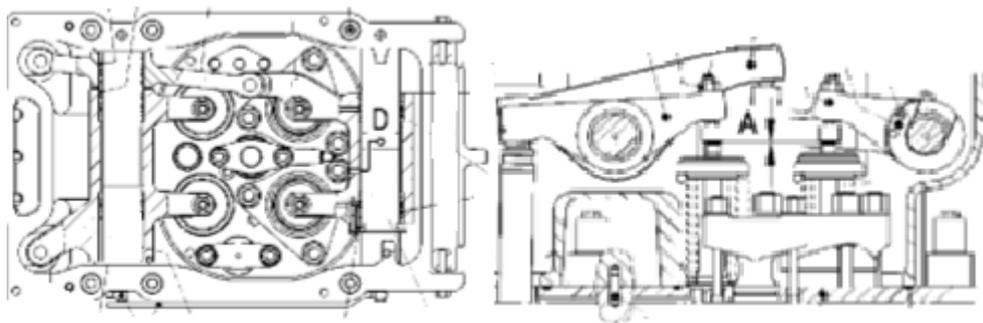


Imagen 25. Vista de perfil y en planta de la caja de balancines.

Girar el motor con el engranaje de giro, comprobando si las válvulas siguen siempre los movimientos de las palancas de mando o si quedan inmovilizadas.

#### 3.9.1.2. Desmontaje.

Lo primero que haremos antes de desmontar la caja de balancines será poner el recipiente colector bajo la sección de tubería de aire de sobrealimentación, desenroscar el tornillo de cierre y descargar el agua de condensación de la sección de tubería de aire de sobrealimentación, una vez hayamos descargado toda el agua soltamos los acoplamientos de los tubos y los retiramos.

Después desmontamos la tubería de entrada de aceite lubricante y la aseguramos contra la penetración de suciedad, fijamos las palancas de mando con las orejas de empalme, aflojamos y desenroscamos los seis tornillos con hueco hexagonal.

Una vez hayamos soltado los tornillos cerramos la tapa de culata y fijamos el dispositivo de suspensión con los cuatro tornillos hexagonales y la suspendemos con el cable de la grúa, para extraer la caja de balancines enroscamos una barra de guía en el dispositivo de suspensión y la levantamos cuidadosamente manteniendo la inclinación para evitar daños.

Por ultimo cerramos la entrada del aire en la culata con la tapa de cierre para evitar la caída de cuerpos extraños al interior del cilindro.

#### 3.9.1.3. Control de la palanca de mando.

Con la caja de balancines fuera de la culata procedemos a desmontar las palancas de mando de las válvulas, para ello desatornillaremos los tornillos que las mantienen unidas a la caja de balancines, extraeremos los millos de junta y deslizaremos los pasadores cilíndricos y extraeremos las palancas de mando de las válvulas.



Imagen 26. Palanca de mando

Limpiamos todas las piezas sueltas, comprobamos las piezas de desgaste y las sustituimos en caso de que fuese necesario, limpiamos los orificios de lubricación y medimos el orificio de los casquillos de cojinete y los ejes.

Una vez hayamos realizado estas comprobaciones procederemos a montar de nuevo las palancas de mando en la caja de balancines.

#### 3.9.1.4. Montaje de la caja de balancines.

Para comenzar con el montaje de la caja de balancines lo primero que haremos será limpiar los labios de estanqueidad en los acoplamientos de los tubos y comprobar que están en perfectas condiciones y en caso de que no lo estén procederemos a su sustitución, a continuación, limpiamos la superficie de apoyo en la culata del cilindro.

Una vez hayamos acabado las tareas de limpieza enganchamos el dispositivo de suspensión a la caja de balancines, lo enganchamos a la grúa y lo levantamos. Colocamos juntas tóricas nuevas en las ranuras y las untamos con grasa exenta de ácido, hay que tener especial atención en que las juntas tóricas estén bien colocadas en la ranura para evitar que se dañen al colocar la caja de balancines.

Después de colocar las juntas tóricas procedemos a colocar la caja de balancines sobre la culata ayudándonos de una barra de guía para poder inclinar la caja de balancines y poder colocarla con la inclinación correcta en la culata.

Una vez esta colocada la caja de balancines desmontamos el dispositivo de suspensión y comprobamos que las piezas de presión de las palancas de mando están sentadas en los apoyos de las varillas de empuje. A continuación, quitamos las orejas de empalme, untamos de lubricante la rosca y la superficie de apoyo de los tornillos con hueco hexagonal y los enroscamos a mano y los apretamos con el giro prescrito mediante una bomba hidráulica.

Por último montamos la tubería de entrada de aceite lubricante a la caja de balancines, los acoplamientos de los tubos y controlamos el juego de las válvulas de admisión y de escape.

#### 3.9.1.5. Ajuste del juego de válvulas.

Lo primero que haremos para ajustar el juego de las válvulas será aflojar la tuerca y el tornillo de ajuste de válvula, y colocaremos el calibre ajustador o la galga de espesor entre el vástago de la válvula y el apoyo esférico. El juego que deberán tener las válvulas deberá ser para la válvula de admisión: 0,2 mm y para la válvula de escape: 0,9 mm. Finalmente apretamos el tornillo hasta que el calibre ajustador o las galgas estén bien sentados y apretamos la tuerca hexagonal.

### 3.10. Válvulas de admisión y de escape:

#### 3.10.1. Montaje y desmontaje:

Las válvulas de admisión y de escape deben ser desmontadas y revisadas en intervalos regulares de tiempo. Las herramientas que utilizaremos para llevar a cabo las operaciones de montaje y desmontaje de las válvulas son:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Dispositivo de apriete de muelles de válvula
1	Husillo
1	Puente
1	Cojinete axial rígido de bolas
1	Bandeja cónica
1	Disco esférico
1	Tubo de prolongación
1	Disco intercalable
1	Dispositivo de desmontaje y montaje
1	Pieza guía
1	Pieza de sujeción
1	Placa
1	Arandela
1	Dispositivo tensor hidráulico (de émbolo hueco)
1	Bomba de alta presión
1	Manguera de alta presión
1	Volvedor 12

#### 3.10.1.1. Secuencia de trabajo:

##### 3.10.1.1.1. Desmontaje válvulas:

Para el desmontaje de las válvulas lo primero que haremos será atornillar el usillo hasta el tope en el cono de la válvula, después encajamos el puente en el husillo y lo colocamos en el dispositivo de giro de la válvula. Los siguiente que haremos será Introducir el disco intercalable en el husillo y encajar la bandeja cónica, el disco esférico y el cojinete axial rígido de bolas.

Ahora procederemos a untar la rosca del husillo con Molykote G-n y atornillamos el tubo de prolongación en el usillo para poder apretar hacia abajo los resortes de presión con el dispositivo tensor y poder desmontar las piezas del cono. Cuando hayamos soltado las piezas del cono aflojaremos los resortes de presión y desmontamos el dispositivo tensor, empujamos el cono fuera de la guía de la válvula, una vez que hayamos extraído el cono desmontamos el dispositivo de giro de la válvula, los resortes de presión, el anillo circular de junta y extraemos la válvula.

Con la válvula ya fuera limpiaremos todas las piezas sueltas y comprobaremos que no estén muy desgastadas, en caso de que lo estuviesen las renovaríamos, si fuera preciso reajustaremos el asiento de la válvula mediante rectificado y por ultimo comprobamos el estado de la guía de la válvula.

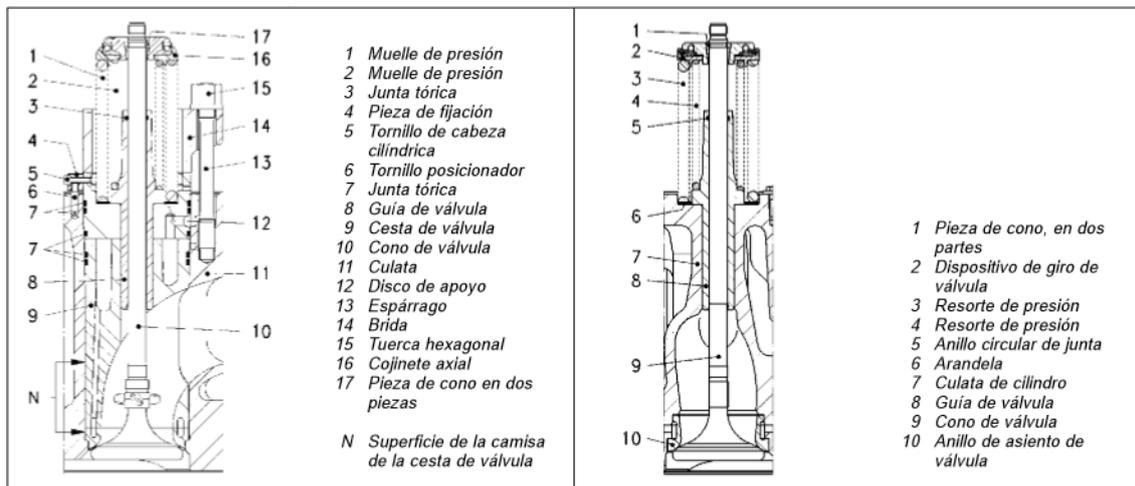


Imagen 27. Válvulas de escape (izquierda) y admisión (derecha).

#### 3.10.1.1.2. Montaje de la válvula.

Para empezar el montaje de la válvula lo primero que haremos será colocar un nuevo anillo circular de junta en la ranura, teniendo cuidado de que éste no esté torcido, la aplicamos spray Molykote “G-Rapid” e introducimos el cono de la válvula en la guía de válvula.

Con el cono de válvula ya colocado en la guía enroscamos el husillo hasta el tope con el cono de válvula, colocamos la arandela en la culata del cilindro, montamos los resortes de presión y colocamos el dispositivo de giro de la válvula encima de los resortes de presión. Ahora encajamos el puente en el husillo y lo colocamos sobre el dispositivo de giro de la válvula, metemos el disco intercalable en el husillo, encajamos la bandeja cónica, el disco esférico y el cojinete axial de bolas.

Lo siguiente que hay que hacer es untar la rosca del husillo con Molykote G-n, atornillar el tubo de prolongación en el husillo, apretar hacia abajo los resortes de presión con el dispositivo tensor de manera que pueden ser montadas las piezas de cono, comprobar que las piezas de cono están correctamente colocadas y que el intersticio entre ambas partes está uniformemente distribuido y finalmente aflojamos los resortes de presión y desmontamos el dispositivo tensor.

#### 3.10.2. Controles y reparaciones de las válvulas de admisión y de escape.

Cada vez que se desmontan las válvulas, hay que limpiar los dispositivos de giro de las válvulas y comprobar el desgaste de las bolas. Después de quitar el anillo de

sujeción, que mantiene la tapa en el cuerpo de base, pueden desmontarse las piezas sueltas. Piezas con estrías de desgaste o improntas de bolas tienen que ser reemplazadas. Al colocar las bolas y los muelles de presión, hay que tener cuidado de que las bolas se encuentren en el punto más alto de las vías de rodadura oblicuas de las bolsas de bolas y todas, en la misma dirección. El muelle de disco, con su borde interior, tiene que asentar en el cuerpo de base.

Rectificado del asiento de la válvula.

Los desgastes entre el vástago de la válvula y su guía, así como las posibles deformaciones del vástago, se comprueban por medio de un reloj comparador, cuyo palpador se pone en contacto con la periferia de la cabeza de la válvula, estando la válvula montada en su alojamiento. En estas condiciones, se hace girar la válvula sobre su eje, observando si existen desviaciones de la aguja del comparador, en cuyo caso el vástago o cabeza de válvula están deformados y es preciso sustituirla o rectificarla.

El rectificado de la válvula, se realiza en una rectificadora universal, en la que el giro simultáneo de la válvula y la muela producen el rectificado. Durante el trabajo de rectificado deberá quitarse la menor cantidad de material con el fin de no debilitar en exceso la cabeza de la válvula. Es admisible un rectificado de hasta 0,5 mm. Si la cantidad de material a quitar es mayor, debe sustituirse la válvula.

Finalizada la operación de rectificado de válvulas y asientos, es necesario el esmerilado con el fin de conseguir un mejor acoplamiento entre válvulas y sus asientos, mejorando la estanqueidad en el cierre. Esta operación consiste en frotar alternativamente la cabeza de la válvula contra su asiento, interponiendo entre ambas una pasta de esmeril de grano sumamente fino.

### 3.11. Bomba de inyección.

#### 2.11.1. Desconexión:

Para poder extraer la bomba de inyección y poder realizar el mantenimiento de este elemento debemos desconectarla del motor. Las herramientas que usaremos para la realización de esta operación son:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Abrazadera de sujeción
1	Juego de destornilladores hexagonales

#### 3.11.1.1. Secuencia de trabajo:

##### 3.11.1.1.2. Parada de una bomba de inyección de combustible.

Para desconectar la bomba de combustible lo primero que hay que hacer es controlar, con el motor parado, que la varilla de regulación se encuentre en la posición “llenado cero” y con el motor en marcha tiramos de la palanca de pandeo, que se encuentra en la posición “llenado cero”, y la sujetamos con fuerza.

Después colocamos la abrazadera de sujeción de dos piezas sobre la varilla de regulación y atornillamos los tornillos con hueco hexagonal sin apretarlos. Finalmente deslizamos la abrazadera hacia delante hasta el tope y apretamos los tornillos con firmeza.

#### 3.11.2. Montaje y desmontaje.

Para realizar la operación de montaje y desmontaje de las bombas de inyección de combustible vamos a utilizar las siguientes herramientas:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Dispositivo de desmontaje y montaje
1	Palanca
1	Dispositivo de suspensión
1	Correa elevadora sinfín
1	Llave dinamométrica
1	Llave dinamométrica
1	Grillete A1.0

1	Pieza de empalme 25x20
1	Pieza de empalme 12,5x10
1	Pieza de prolongación 25x400
1	Mango corredizo
1	Puntas recambiables de destornillador 8x12,5
1	Vaso de llave tubular 46x25
2	Tornillo de anillo M12
1	Juego de llaves anulares y de boca
1	Juego de destornilladores hexagonales
1	Recipiente colector
1	Equipo elevador
1	Grasa (exenta de ácido)
1	Lubricante (contiene disulfuro de molibdeno)

### 3.11.2.1. Secuencias de trabajo.

#### 3.11.2.1.1. Desmontaje bomba de inyección.

Comenzaremos abriendo la tapa de la culata para colocar el recipiente colector debajo de la sección de la tubería de aire de sobrealimentación, desatornillamos el tapón roscado y vaciamos el agua condensada. Cuando la hayamos vaciado por completo volvemos a atornillar el tapón roscado y retiramos el recipiente colector, a continuación, aflojamos el acoplamiento de los tubos y lo deslizamos lateralmente sobre los tubos de aire de sobrealimentación de los cilindros colindantes.

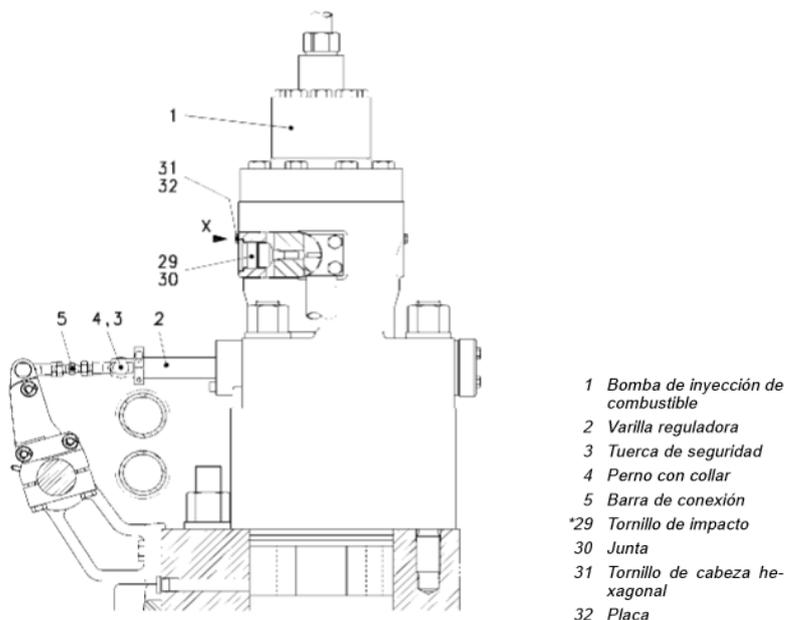


Imagen 28. Bomba de inyección de combustible.

Cuando hayamos separado los tubos atornillamos dos tornillos de anillo en diagonal en diagonal en la tubería de aire de sobrealimentación, fijamos una correa de elevación con grilletes a los tornillos de anillo y los colgamos con la grúa, ahora

desatornillamos los tornillos de cabeza hexagonal, las tuercas hexagonales, retiramos los manguitos y desmontamos la sección de tubería de aire de sobrealimentación.

El siguiente paso es girar el motor para que el rodillo del seguidor de leva de la bomba de combustible quede en el círculo de base de la leva de inyección, ahora cerramos todas las válvulas de cierre que sean necesarias y desmontamos la tubería de aire, la de combustible de fuga y la de aceite que están conectadas a la bomba de inyección, a continuación, desmontamos la tubería de inyección de combustible, desatornillamos los tornillos de cabeza hexagonal, retiramos las bridas de la tubería de inyección de combustible y la barra de conexión de la bomba de inyección de combustible.

El siguiente paso es introducir la varilla reguladora hasta el fondo para que no se dañe, aflojar y desatornillar tres tuercas hexagonales y colocar el dispositivo de suspensión a la bomba de inyección de combustible hasta el tope, a continuación, fijamos la correa de elevación con unos grilletes y la colgamos de la grúa para la extracción.

Finalmente trasladamos la bomba de inyección de combustible y la colocamos sobre una superficie limpia, desmontamos el útil que hemos utilizado para la extracción, tapamos la abertura producida en el accionamiento de la bomba de inyección y limpiamos el exterior de la bomba.

#### 3.11.2.1.2. Montaje de la bomba.

Para empezar a montar la bomba lo primero que tenemos que hacer es limpiar la superficie de contacto de la bomba de inyección de combustible y de su accionamiento, a continuación, introducimos en la ranura anular una junta tórica nueva y la engrasamos con grasa exenta de ácido procurando que la junta quede completamente tensa y uniforme, el siguiente paso es atornillar el dispositivo de suspensión y engancharlo a la grúa mediante una correa y un grillete.

Ahora fijamos la palanca con la que guiaremos a la bomba y la elevamos con la grúa, retiramos la cubierta de la abertura del acondicionamiento de la bomba de inyección de combustible y la colocamos con cuidado guiándola con la palanca. Una vez colocada por completo la bomba de inyección de combustible, desmontamos la herramienta.

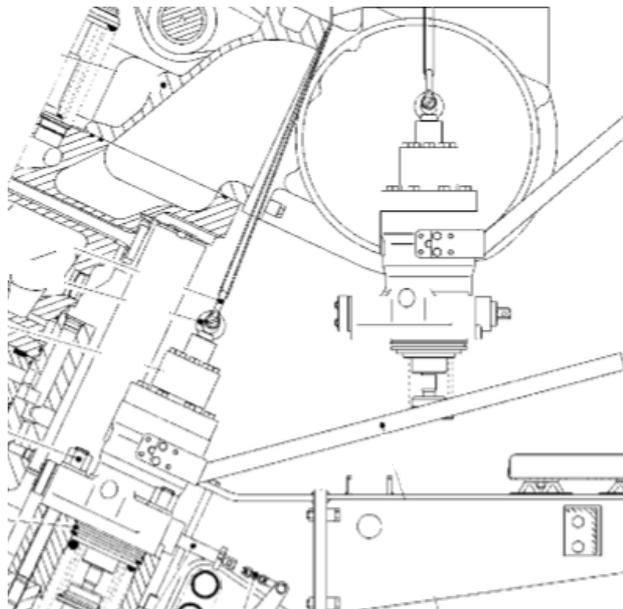


Imagen 29. Montaje de la bomba de inyección.

Antes de empezar a conectar las tuberías de entrada y descarga del combustible tenemos que colocar juntas tóricas las cuales debemos engrasar bien y procurar que queden bien encajadas en la ranura, a continuación, colocamos la brida y atornillamos a mano los tornillos de cabeza hexagonal, untamos las roscas y las superficies de contacto de los tornillos con lubricante MoS<sub>2</sub> y atornillamos hasta llegar al tope y apretamos los tornillos hasta llegar al par de giro exigido.

Una vez apretados los tornillos montamos la tubería de inyección de combustible y las demás tuberías retiradas anteriormente, cuando estén todas las tuberías enganchadas ya podemos abrir todas las llaves de cierre y unimos la varilla reguladora a la barra de conexión.

El siguiente paso es limpiar la superficie de contacto de la caja de balancines y la sección de tubería de aire de sobrealimentación, limpiar las faldas de obturación del acoplamiento de tubos, después de limpiar la superficie de contacto y las faldas procedemos a atornillar los dos tornillos de anillo en diagonal en la sección de la tubería de sobrealimentación y fijamos la correa de elevación con grilletes a los tornillos de anillo y la colgamos de la grúa, introducimos en la ranura anular una junta tórica nueva engrasada y procurando que no quede torcida en la ranura. Ahora elevamos la tubería de aire de sobrealimentación y la unimos a la caja de balancines procurando centrarla con el pasador cilíndrico. Atornillamos a mano las tuercas hexagonales y con los manguitos, alineamos la sección de tubería de aire de sobrealimentación y apretamos las tuercas y los tornillos hexagonales.

Finalmente desmontamos la herramienta, deslizamos el acoplamiento de los tubos sobre la junta de separación, untamos la rosca y la superficie de contacto de los

tornillos de hueco hexagonal con lubricante MoS2 y apretamos los tornillos con el par de giro indicado y cerramos la tapa de la culata.

Al montar la bomba hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

Deben determinarse el inicio de la impulsión y el final de la elevación antes de la puesta en servicio del motor. Los valores calculados deben compararse con los de la otra bomba de inyección de combustible montada.

Tras la puesta en servicio, constatar la presión de encendido mediante el dispositivo indicador y comparar con los cilindros adyacentes.

### 3.12. Válvula de inyección.

Las válvulas de inyección de combustible ejercen una influencia sobre la carga del sistema de inyección y los valores de servicio del motor, por ello deben de ser controladas en períodos regulares y revisadas o reemplazadas, si fuera preciso.

Las herramientas utilizadas en el proceso de desmontaje, montaje y control son las siguientes:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Llave de pernos
1	Pieza de sujeción
1	Dispositivo de desmontaje
1	Manguito extractor
1	Caperuza
1	Cojinete axial rígido de bolas
1	Varilla roscada
1	Tuerca para tubería
1	Tuerca de anillo
1	Dispositivo extractor
1	Dispositivo de limpieza
1	Llave dinamométrica
1	Grillete A1.0
1	Pieza de empalme 20x25
1	Pieza de empalme 25x20
1	Pieza de prolongación 25x400

#### 3.12.1. Secuencia de trabajos.

##### 3.12.1.1. Desmontaje de la válvula de inyección

Para comenzar a desmontar la válvula de inyección desatornillamos la tubería de entrada del agua refrigerante procedente de la culata y vaciamos los taladros de refrigeración de la válvula de inyección de combustible utilizando aire comprimido., volvemos a atornillar la tubería y aflojamos y desatornillamos las tuercas hexagonales para desmontar la tubería de inyección de combustible, aflojamos la pieza enroscable, la desatornillamos y la separamos de la culata.

El siguiente paso es atornillar el dispositivo de extracción a la brida de presión y desmontar la misma, a continuación, atornillamos la varilla roscada hasta que descansa sobre la válvula de inyección de combustible y colocamos el manguito de extracción. Una vez hecho esto colocamos el cojinete axial rígido de bolas en el manguito de extracción y colocamos la caperuza. Lo siguiente atornillar la tuerca de tubo a la varilla roscada hasta que entre en contacto con el cojinete axial rígido de

bolas y extraemos la válvula de inyección de combustible girando la tuerca de tubo. Por último atornillamos la tuerca de anillo a la varilla roscada y la enganchamos a la grúa mediante un grillete y una correa, extraemos la válvula con cuidado y la depositamos en la mesa de trabajo.

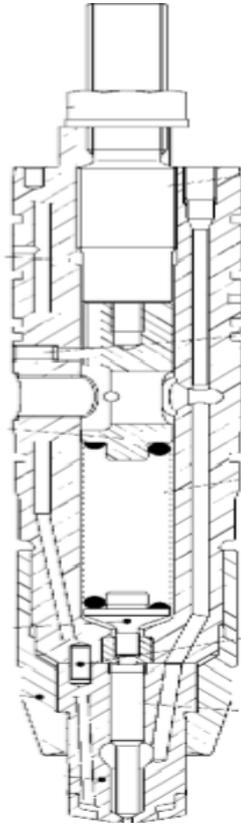


Imagen 30. Válvula de inyección de combustible.

#### 3.12.1.2. Montaje de la válvula de inyección.

Para comenzar con el montaje de la válvula de inyección montamos el anillo junta en la válvula de inyección de combustible e insertamos juntas tóricas nuevas, lubricadas con grasa exenta de ácido en las ranuras anulares y procurar que queden tensadas uniformemente en toda su circunferencia y que no queden torcidas. Una vez colocadas las juntas tóricas colocamos la brida de presión en la válvula de inyección de combustible teniendo en cuenta el centrado del pasador de sujeción y del orificio de la brida de presión.

El siguiente paso es atornillar la pieza de sujeción y sujetar con la misma la brida de presión y la válvula de inyección de combustible. A continuación, atornillamos la tuerca de anillo a la pieza de sujeción y fijamos el cable con grilletes a la tuerca de anillo y colgarlo en el equipo elevador. Antes de introducir la válvula llenamos el espacio interior (cámara de resorte) de la válvula de inyección de combustible con combustible limpio utilizando la abertura para la pieza enroscable.

En este punto retiramos la cubierta de la abertura de la culata, limpiamos bien el orificio y la superficie del asiento de la válvula de la culata con el dispositivo de limpieza y montamos con cuidado la válvula de inyección de combustible en su alojamiento. A continuación, desmontamos la herramienta, untamos la rosca de la pieza enroscable con lubricante MoS<sub>2</sub>, atornillar a la válvula de inyección de combustible y apretar hasta llegar al par de giro prescrito.

Por último montamos la tubería de inyección de combustible, untamos la rosca y la superficie de contacto de las tuercas hexagonales con lubricante MoS<sub>2</sub>, atornillamos a los espárragos y apretar hasta llegar al par de giro prescrito. Finalmente cerramos la válvula para el indicador, llenamos la refrigeración de la válvula de inyección de combustible con agua refrigerante y abrimos las válvulas de cierre de las tuberías de combustible.

#### 3.12.1.3. Control.

Cuando la válvula de inyección está desmontada se le realizan una serie de controles para comprobar que funciona correctamente. Los controles que se realizarán son: Control de la presión de apertura, Control de los taladros de las toberas, Ajustar la presión teórica, Control de la estanqueidad.

Control de la presión de apertura: esta prueba se realiza con una bomba hidráulica que se engancha por la zona de entrada de combustible y va aumentando la presión hasta que la válvula de combustible comience a inyectar, se toma la medida de la presión alcanzada y se compara con los valores establecidos por el fabricante.

Control de los taladros de las toberas: en esta prueba se comprobará que ningún agujero de la tobera esté obstruido, para realizar esta comprobación meteremos combustible en la tobera y ejerciendo presión para expulsarlo y comprobar que funciona correctamente.

Ajustar presión teórica: para ajustar la presión podemos aumentar la presión hidráulica con el botón en el regulador de presión, apretando al mismo tiempo un poco el muelle de presión con el tornillo de ajuste hasta que alcancemos el valor teórico.

Control de la estanqueidad: Para controlar la estanqueidad, ajustamos la presión con el botón del regulador de presión unos 10 bares debajo de la presión de apertura y la mantenemos. El inyector se considera como hermético, si dentro de 3--5 segundos no cae ninguna gota.

### 3.13. Bomba de aceite lubricante y agua de refrigeración.

#### 3.13.1. Bomba de aceite lubricante.

Las bombas de aceite lubricante no requieren casi ningún mantenimiento. Sin embargo, en caso de que se presenten problemas de servicio, es necesario controlar los diferentes componentes en cuanto a cualesquiera daños y reemplazarlos, si fuera preciso.

Las herramientas que usaremos para el desarme y el ensamblaje de la bomba de aceite de lubricación vienen indicadas en la siguiente tabla:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Dispositivo extractor
1	Contradiagonal
1	Dispositivo extractor
1	Tubo
1	Disco extractor
1	Tornillo de apriete
1	Llave dinamométrica
1	Multiplicadora de fuerza
1	Pieza de empalme 12,5x20
1	Mango corredizo
1	Llave tubular 30x12,5
1	Destornillador hexagonal 4
1	Juego de llaves anulares y de boca
1	Calibre de profundidades
1	Varilla roscada
1	Equipo elevador con cable
1	Depósito recolector
1	Martillo de madera/plástico
1	Agente obturador



Imagen 31. Bomba de aceite de lubricación.

#### 3.13.1.1. Secuencia de trabajos.

##### 3.13.1.1.1. Desmonte y desarme de la bomba de aceite lubricante.

Para comenzar esta operación debemos desmontar las tuberías y las bridas ciegas, teniendo cuidado con las juntas, y dejar que el aceite fluya al recipiente, hasta su completa evacuación. Mediante el cable, enganchamos la bomba a la grúa y recogemos cable hasta que este quede tirante. A continuación, desmontamos los tornillos que fijan la tapa, retiramos cuidadosamente la bomba y la depositamos sobre una base de madera.

Comenzamos el desarme desmontando el tornillo que actúa de freno de la tuerca. Para sacar la rueda dentada con el dispositivo extractor, colocamos el tubo y desenroscamos la tuerca. Con el dispositivo extractor y el disco de apriete extraemos de su asiento la rueda dentada. Aflojamos y desmontamos los tornillos existentes entre el cuerpo de la bomba y el disco intermedio y separamos la bomba 2 de la bomba 1, teniendo cuidado con las clavijas cilíndricas.

Lo siguiente que haremos será retirar el disco intermedio Aflojar y desmontar los tornillos existentes entre el cuerpo de la bomba y la tapa, marcar adecuadamente en las dos bombas las referencias correspondientes a los árboles de la rueda conductora, los ejes con piñón y las unidades cojinete para colocarlos en la misma posición cuando se vuelva a montar el conjunto. Una vez este todo marcado desmontamos los árboles de las ruedas conductoras y los ejes con piñón incluyendo las unidades de cojinete y los discos de rozamiento, utilizando los medios adecuados, extraer las clavijas cónicas

de la tapa y desmontar esta tapa conjuntamente con la unidad cojinete que lleva acoplada.

Proseguimos desmontando los tornillos, y separando de la segunda bomba la válvula limitadora de presión, procurando no ocasionar desperfectos en las clavijas cilíndricas pertenecientes a los elementos postizos, desmontamos dos de los tornillos existentes en la tapa, que deben hallarse precisamente en situación opuesta, sustituyéndolos por dos varillas roscadas de M8 de unos 100 mm de longitud, enroscamos dos roscas de M8 a estas varillas, hasta que lleguen a hacer contacto con la tapa de la válvula; en esas condiciones, desmontamos el resto de los tornillos que fijan la tapa y desenroscando simultáneamente las dos tuercas de M8, descargar el muelle de compresión de la tensión previa a que está sometido. Durante la operación, se retendrá la tapa por medio de las dos varillas roscadas.

Finalmente desmontamos la tapa y retiramos el muelle con el émbolo, Limpiamos todos los componentes y los sometemos a una verificación visual en busca de posibles desperfectos y, si fuera necesario, sustituir los que no estén en buen estado.

#### 3.13.1.1.2. Ensamblado y montaje de la bomba de lubricación.

Para comenzar el ensamblado de la bomba de aceite de lubricación debemos lubricar con aceite todos los componentes móviles, no alterar la regulación dada a la válvula limitadora de presión.

No montaremos juntas de papel entre la tapa del lado del accionamiento, el cuerpo de la bomba, el disco intermedio y la válvula limitadora de presión. Debemos untar con aceite la rosca de los tornillos, enroscarlos en sus alojamientos, sin olvidar las arandelas de presión, que actúan como freno, y apretarlos con el par prescrito<sup>5</sup>. Si tenemos que acoplar la bomba 2 con la bomba 1, debemos cerciorarnos de que el dentado de los árboles de las ruedas conductoras engrana correctamente entre si y comprobar la suavidad de funcionamiento de la bomba completa.

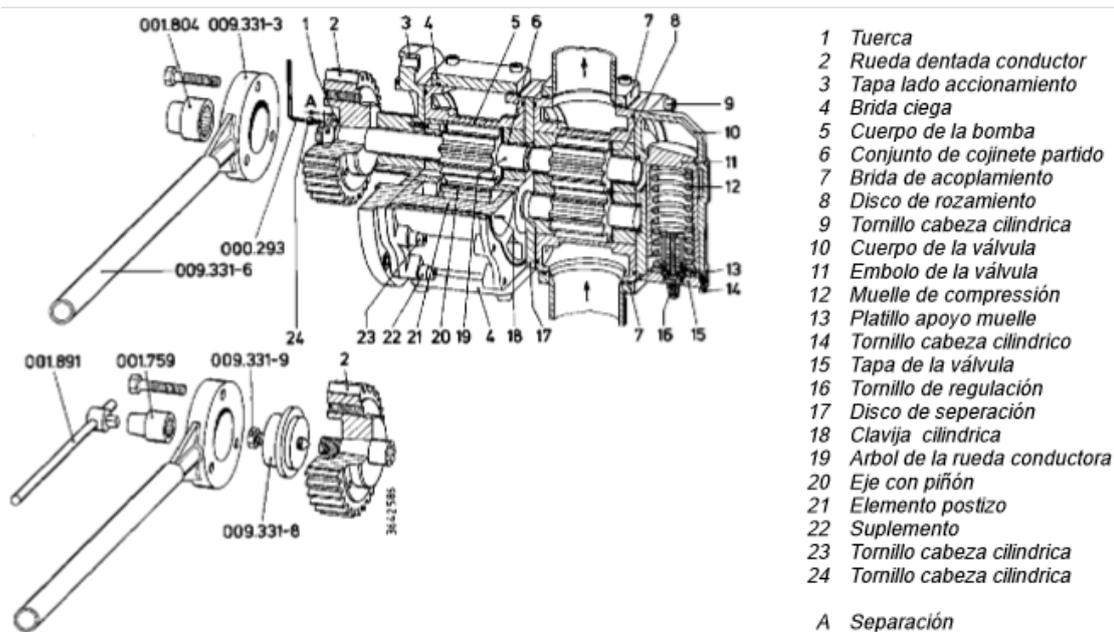


Imagen 32. Interior de la bomba de lubricación.

Antes de volver a montar la rueda dentada conductora, tenemos que untar ligeramente con aceite el cono del árbol y, una vez colocada la rueda dentada, con el dispositivo extractor colocamos el tubo. Untamos con aceite la tuerca, la enroscamos en el extremo del árbol y la apretamos con el par prescrito para el apriete preventivo.

Con el calibre de profundidad, medimos la separación existente entre la cara frontal del árbol y la tuerca anotando el valor hallado y apretamos la tuerca con el par prescrito como definitivo. Después de apretar la tuerca repetimos la medición descrita anteriormente y comparamos los valores obtenidos. La separación debe haber experimentado un aumento de 0,6 mm como mínimo hasta 1,5 mm como máximo.

Frenamos la tuerca apretando fuertemente el tornillo. Antes de proceder al acoplamiento, limpiamos escrupulosamente la superficie de junta entre la bomba y el motor y embadurnarla con el producto Hylomar SW32M, Cebaremos la bomba con aceite y conectaremos a la bomba las tuberías, cerciorándonos de que no quedan dominadas por ninguna tensión y montamos y atornillamos las bridas ciegas.

Una vez el motor esté en marcha, comprobamos la bomba y las tuberías para descubrir eventuales fugas y ruidos anormales. Si se perciben ruidos intensos, indican que la bomba aspira aire perjudicando la eficacia de la impulsión y provocando el peligro de que aparezcan fenómenos de cavitación.

### 3.13.2. Bomba de agua de refrigeración.

Las bombas de agua de refrigeración, al igual que las bombas de aceite de lubricación no requieren casi ningún mantenimiento. Sin embargo, en caso de que se presenten problemas de servicio, es necesario controlar los diferentes componentes en cuanto a daños y reemplazarlos, si fuera preciso.

Las herramientas que utilizaremos para realizar la operación de desarmen y ensamblaje de la bomba de agua de refrigeración vienen detalladas en esta tabla:

<i>Cant</i>	<i>Denominación</i>
1	Placa
1	Dispositivo extractor
1	Tubo
1	Disco extractor
1	Tornillo de apriete
1	Llave dinamométrica
1	Pieza de empalme 12,5x20
1	Galga de espesores 0.05-1
1	Juego de llaves anulares y de boca
1	Juego de destornilladores hexagonales
1	Pie de rey
2	Tornillo de cabeza hexagonal (M12) con taco
1	Agente obturador
1	Grasa (exenta de ácido)
1	Aceite vegetal



Imagen 33. Bomba de agua de refrigeración.

### 3.13.2.1. Secuencia de trabajo:

#### 3.13.2.1.1. Desarme de la bomba de agua de refrigeración.

Con la bomba de refrigeración ya desmontada lo primero que tendremos que hacer para desarmar la bomba es desenroscar las tuercas hexagonales de la tapa y quitarla prestando atención al pasador cilíndrico, después quitamos el anillo de guía sin dañar al pasador cilíndrico y montamos el dispositivo extractor en la rueda dentada y desmontamos el tubo, con el dispositivo extractor montado aflojamos y desenroscamos la tuerca hexagonal sujetando con el dispositivo extractor en la rueda dentada.

El siguiente paso es retirar la arandela y separar con presión el rodete con los tornillos hexagonales, desmontamos el anillo reten, prestando atención a los componentes, desenroscamos las tuercas hexagonales y desmontamos la caja en espiral procurando no dañar los pasadores cilíndricos. Una vez desmontada la caja en espiral retiramos la placa de estanqueidad, a continuación, aflojamos y desatornillamos completamente los tornillos hexagonales sujetando la rueda dentada con el dispositivo extractor, retiramos la arandela y desmontamos el dispositivo extractor.

En este punto atornillamos el tornillo de cabeza hexagonal en el eje y el tornillo de apriete en el disco extractor, introducimos el disco extractor en el dispositivo extractor y lo montamos en la rueda dentada. Separamos la rueda dentada con presión y desmontamos los útiles, desatornillamos del eje el tornillo de cabeza hexagonal, desmontamos la tapa de cierre, el eje y el cojinete de deslizamiento. Finalmente retiramos el anillo retén y comprobamos que los cojinetes de deslizamiento estén en buen estado.

#### 3.13.2.1.2 Ensamblaje de la bomba de refrigeración.

Cuando vayamos a comenzar el ensamblaje de la bomba de refrigeración debemos engrasar ligeramente la superficie de deslizamiento de los cojinetes de deslizamiento, después de haber engrasado los cojinetes montamos el eje y el cojinete de deslizamiento en la carcasa, colocamos la tapa de cierre, atornillando y apretando los tornillos de hueco hexagonal y engrasamos ligeramente el cono del eje y empujamos la rueda dentada al máximo.

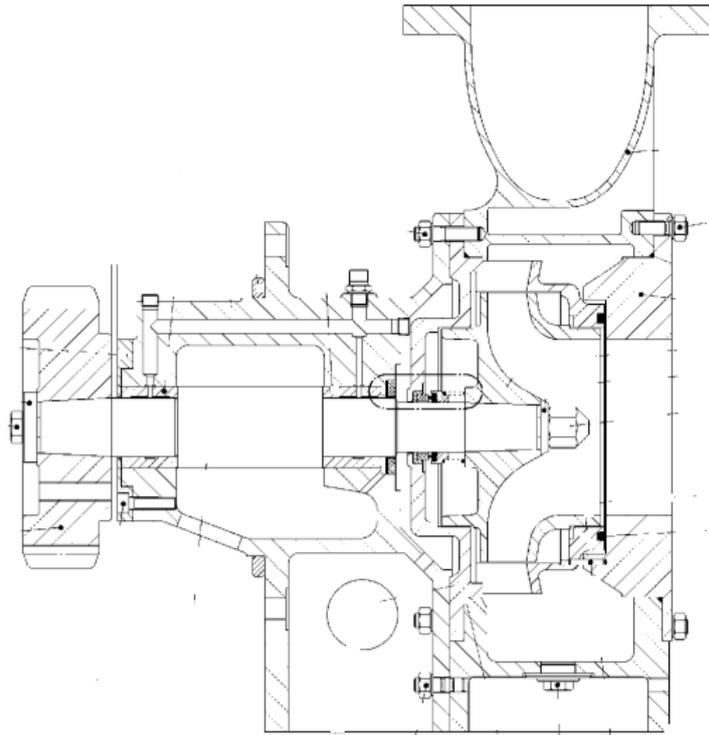


Imagen 34, Plano de una bomba de refrigeración.

Lo siguiente que haremos es engrasar ligeramente la rosca y la superficie de apoyo del tornillo hexagonal, colocar la arandela sobre el tornillo de cabeza hexagonal y atornillarlo con la mano, apretamos el tornillo de cabeza hexagonal al par previo prescrito y tiramos del eje hacia fuera hasta entrar en contacto. A continuación, medimos y anotamos la distancia entre la rueda dentada y la tapa de cierre. Una vez medido apretamos el tornillo de cabeza hexagonal hasta el par final prescrito y volvemos a estirar del eje hacia fuera hasta entrar en contacto y medir la distancia entre la rueda dentada y la tapa de cierre, la distancia se debe haber reducido en 0,8 a 1,0 mm.

Continuamos engrasando la nueva junta retén y colocamos la junta procurando o dañar la falda obturadora. Untamos con agente obturador la superficie entre la carcasa y la placa de estanqueidad, colocamos la placa de estanqueidad en el eje y la ensamblamos. A continuación, deslizamos una junta tórica nueva y untada con grasa exenta de ácido sobre la placa de estanqueidad, procurando que no se retuerza y untamos con agente obturador la superficie entre la placa de estanqueidad y la caja de espiral y colocamos la caja de espiral.

Para montar la rueda dentada debemos enroscar y apretar las tuercas hexagonales junto con arandelas de seguridad en los espárragos, montar el dispositivo extractor en la rueda dentada y conectamos el tubo. Ahora comprobamos que la superficie de rodamiento del eje y el anillo de asiento del eje en la caja de espiral estén limpios,

engrasamos ligeramente el anillo de asiento del eje en la caja de espiral, introducimos a presión el anillo de asiento en el anillo de refuerzo e introducimos conjuntamente en el asiento del anillo retén en la caja de espiral, colocamos el anillo de presión en el anillo de deslizamiento, untamos con aceite vegetal el eje y el taladro del anillo de deslizamiento y los empujamos conjuntamente sobre el eje hasta que el anillo de presión tome contacto con el anillo de asiento y colocamos el muelle de presión en el anillo de deslizamiento sobre el eje.

Limpiamos y secamos el cono del eje y del rodete, y empujamos el rodete hacia el eje, colocamos la arandela sobre el esparrago y untamos con agente de seguridad la rosca y la superficie de apoyo de la rosca hexagonal, la enroscamos y apretamos hasta el par prescrito, sujetando con el dispositivo extractor en la rueda dentada. Apretamos el resto de las tuercas hexagonales al par de apriete prescrito sujetando con el dispositivo extractor en la rueda dentada y desmontamos el dispositivo extractor.

Proseguimos montando el anillo de guía, colocamos una nueva junta tórica untada en grasa exenta de ácido en la ranura anular prestando atención en que no se retuerza, colocamos una nueva junta tórica untada en grasa exenta de ácido sobre la tapa, prestando atención en que no se retuerza, cubrimos la superficie entre la caja de espiral y la tapa con agente obturador, montamos la tapa, enroscamos las tuercas hexagonales con nuevas arandelas de seguridad sobre los espárragos y las apretamos, por último comprobamos la suavidad del eje.

## **Capítulo 4. Check list control del procedimiento de mantenimiento del motor.**

#### 4.1. Check list alineación del motor.

<b>ASTANDER</b>	<b>Control del procedimiento de mantenimiento del motor</b>				CÓDIGO:	
	<i>control of the engine maintenance process</i>				Pág. N°	
					ÚLTIMA REVISIÓN:	
OBRA N° / JOB N°:		BIS / REF:				
BUQUE / VESSEL:						
EMITIDO POR / ISSUED BY:		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE:			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM:		Alineacion del motor con la base.				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA <i>TRIAL CONDITIONS</i>		Comprobacion tornillos de fundamento y la alineacion del motor sobre el plano de la cubierta de la sala de maquinas. Checking the foundation screws and the engine inclination on the plane of the deck of the engine room				
ZONA INSPECCIÓN <i>INSPECTED AREA</i>		Engine room				
PLANO DE REFERENCIA <i>REFERENCE DRAWING</i>						
<b>Procedimiento a seguir</b>						
FECHA <i>DATE</i>	DESCRIPCIÓN <i>DESCRIPTION</i>	DATOS Y RESULTADOS <i>DATA &amp; RESULTS</i>		OBSERVACIONES <i>COMMENTARY</i>		
	Comprobacion indicaciones de seguridad. <i>check security indications</i>					
	Identificación y utilizacion de las herramientas. <i>identification and use of tools</i>					
	identificacion tarjetas de trabajo <i>Identification of work cards</i>					
	Comprobación del cárter del cigüeñal <i>check crankshaft sump</i>					
	Control de la fundación <i>check the foundation</i>					
	alineacion del motor completo <i>alignment of the engine.</i>					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS :</b>						
<b>VERIFICADO POR:</b>	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS		ARMADOR	CONTROL DE CALIDAD	
<b>CHECKED BY:</b>	CLASSIFICATION SOCIETY	OTHER		OWNER	QUALITY CONTROL	
<b>FIRMA:</b>						
<b>SIGNATURE:</b>						
	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:

#### 4.2. Check list cigüeñal. Medición de la desviación de los codos.

<b>ASTANDER</b>		control del procedimiento de mantenimiento del motor				CÓDIGO:	
		<i>control of the engine maintenance process</i>				Pág. Nº 1/1	
						ÚLTIMA REVISIÓN:	
OBRA Nº / JOB Nº:		BIS / REF:					
BUQUE / VESSEL:							
EMITIDO POR / ISSUED BY:		QUALITY CONTROL DPT.		FECHA / DATE:			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM:		Cigüeñal, medicion de la desviacion de los codos					
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>							
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS		Comprobación de la desviación de los codos del cigüeñal./ checking the deviation of the crankshaft elbows.					
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA		Engine room					
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING							
<b>Precedimiento a seguir</b>							
FECHA DATE	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	DATOS Y RESULTADOS DATA & RESULTS			OBSERVACIONES COMMENTARY		
	Comprobacion indicaciones de seguridad. <i>check security indications.</i>						
	Identificacion y utilizacion de las herramientas. <i>identification and use of tools.</i>						
	identificacion tarjetas de trabajo. <i>Identification of work cards</i>						
	Medicion desviacion brazos cigüeñal. <i>Measurement the deviation of the crankshaft.</i>						
	Registro de los valores medios. <i>Record mean values.</i>						
	Valoracion/evaluacion. <i>Valoration/evaluation</i>						
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS :</b>							
VERIFICADO POR:	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS		ARMADOR		CONTROL DE CALIDAD	
CHECKED BY:	CLASSIFICATION SOCIETY	OTHER		OWNER		QUALITY CONTROL	
FIRMA:							
SIGNATURE:							
	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:

### 4.3. Check list cigüeñal. Eje del cigüeñal y contrapesos.

<b>ASTANDER</b>	control del procedimiento de mantenimiento del motor				CÓDIGO:	
	<i>control of the engine maintenance process</i>				Pág. Nº 1/1	
				ÚLTIMA REVISIÓN:		
OBRA Nº / JOB Nº :		BIS / REF :				
BUQUE / VESSEL :						
EMITIDO POR / ISSUED BY :		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE :			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM :		Cigüeñal, eje del cigüeñal y contrapesos.				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS		Control general del eje del cigüeñal y de los tornillos de contrapeso. La operación se realiza con el cigüeñal montado en el motor./ General control of de crankshaft and the counterweight screws. This operation is performed with the cranksaft set inside the engine.				
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA		Engine room				
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING						
<b>Precedimiento a seguir</b>						
<b>FECHA</b> DATE	<b>DESCRIPCIÓN</b> DESCRIPTION	<b>DATOS Y RESULTADOS</b> DATA & RESULTS		<b>OBSERVACIONES</b> COMMENTARY		
	Comprobacion indicaciones de seguridad. <i>check security indications.</i>					
	Identificacion y utilizacion de las herramientas. <i>identification and use of tools.</i>					
	identificacion tarjetas de trabajo. <i>identification of work cards.</i>					
	control general <i>general control.</i>					
	Control de los tornillos del contrapeso. <i>Control of the counterweight screws.</i>					
	Afijamiento tronillos de contrapeso. <i>release counterweight screws.</i>					
	Apriete tornillos de contrapeso <i>tighten the counterweight screws.</i>					
	Cierre del orificio de lubricacion. <i>close the lubrication hole</i>					
	Desmontaje de contrapesos. <i>disassembled of the counterweight.</i>					
	Montaje de contrapesos. <i>mounting the counterweight.</i>					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS :</b>						
<b>VERIFICADO POR:</b>	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS		ARMADOR		CONTROL DE CALIDAD
<b>CHECKED BY:</b>	CLASSIFICATION SOCIETY	OTHER		OWNER		QUALITY CONTROL
<b>FIRMA:</b> <b>SIGNATURE:</b>						
	FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:	

#### 4.4. Check list biela.

<b>ASTANDER</b>	Control del procedimiento de mantenimiento del motor				CÓDIGO:	
	Control of the engine maintenance process				Pág. Nº 1/1	
				ÚLTIMA REVISIÓN:		
OBRA Nº / JOB Nº :		BIS / REF :				
BUQUE / VESSEL :						
EMITIDO POR / ISSUED BY :			QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE :		
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM : Biela,						
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS			Extraccion del vastago de la biela para realizar el control de los cojinetes./ Extraction of the stem of the connecting rod to perform the bearings control.			
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA			Engine room			
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
<b>FECHA DATE</b>	<b>DESCRIPCIÓN DESCRIPTION</b>	<b>DATOS Y RESULTADOS DATA &amp; RESULTS</b>		<b>OBSERVACIONES COMMENTARY</b>		
	Comprobar indicaciones de seguridad. <i>Check security indications</i>					
	Identificación y utilización de la herramienta. <i>identification and use of the tools</i>					
	Identificación de la tarjeta de trabajo. <i>identification work cards</i>					
	Extracción tapa de biela. <i>Extraction the cover of the connecting rod.</i>					
	Colocación elemeto de apoyo vastago. <i>Attachment of de support element of the CR.</i>					
	Desmontaje y extracción del vastago. <i>disassembled and extraction of the CR.</i>					
	Introducción y montaje del vastago. <i>insertion and mounting the CR.</i>					
	Desmontar elemento de apoyo del vastago. <i>disassemble the support element of the CR.</i>					
	Colocación tapa de biela. <i>colocation the cover of the connecting rod.</i>					
OBSERVACIONES / COMMENTS :						
<b>VERIFICADO POR:</b>	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS	ARMADOR	CONTROL DE CALIDAD		
<b>CHECKED BY:</b>	CLASSIFICATION SOCIETY	OTHER	OWNER	QUALITY CONTROL		
<b>FIRMA:</b>						
<b>SIGNATURE:</b>						
	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:		

#### 4.5. Check list piston

<b>ASTANDER</b>	Control del procedimiento de mantenimiento del motor.				CÓDIGO:	
	<i>control of the engine maintenance process</i>				Pág. Nº 1/1	
					ÚLTIMA REVISIÓN:	
OBRA Nº / JOB Nº :		BIS / REF :				
BUQUE / VESSEL :						
EMITIDO POR / ISSUED BY :		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE :			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM :		Piston.				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA <i>TRIAL CONDITIONS</i>		Extracción del pistón para limpieza y control de sus elementos./ <i>Piston removal to cleaning and control of its elements.</i>				
ZONA INSPECCIÓN <i>INSPECTED AREA</i>		Engine room				
PLANO DE REFERENCIA <i>REFERENCE DRAWING</i>						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
<b>FECHA</b> <i>DATE</i>	<b>DESCRIPCIÓN</b> <i>DESCRIPTION</i>	<b>DATOS Y RESULTADOS</b> <i>DATA &amp; RESULTS</i>		<b>OBSERVACIONES</b> <i>COMMENTARY</i>		
	Comprobación indicaciones de seguridad <i>check security indications.</i>					
	Identificación y utilización de las herramientas. <i>Identification and use the tools.</i>					
	Identificación tarjeta de trabajo <i>Identification work cards.</i>					
	Extracción del aro de fuego. <i>Extraction of the fire ring.</i>					
	Desmontaje del pistón. <i>Disassembled of the piston.</i>					
	Desarme y comprobación del pistón. <i>Dismantling and checking the piston.</i>					
	ensamblaje del pistón. <i>assembly the piston.</i>					
	Montaje del pistón. <i>Mounting the piston</i>					
	colocación del aro de fuego. <i>Colocation the fire ring.</i>					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS :</b>						
<b>VERIFICADO POR:</b>	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS	ARMADOR	CONTROL DE CALIDAD		
<b>CHECKED BY:</b>	<i>CLASSIFICATION SOCIETY</i>	<i>OTHER</i>	<i>OWNER</i>	<i>QUALITY CONTROL</i>		
<b>FIRMA:</b> <i>SIGNATURE:</i>						
	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:		

#### 4.6. Check list camisas del cilindro.

<b>ASTANDER</b>	control del procedimiento de mantenimiento del motor.				CÓDIGO:	
	<i>control of the engine maintenance process.</i>				Pág. Nº 1/1	
				ÚLTIMA REVISIÓN:		
OBRA Nº / JOB Nº:		BIS / REF:				
BUQUE / VESSEL:						
EMITIDO POR / ISSUED BY:		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE:			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM:		Camisas del cilindro.				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS		Extracción de la camisa del cilindro para medir su diámetro interior y comprobar que el movimiento del pistón en su interior no la haya desgastado demasiado. / Removal of the cylinder liner to measure inner diameter and check that the movement of the piston inside not been worn too				
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA		Engine room				
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
<b>FECHA</b> <i>DATE</i>	<b>DESCRIPCIÓN</b> <i>DESCRIPTION</i>	<b>DATOS Y RESULTADOS</b> <i>DATA &amp; RESULTS</i>		<b>OBSERVACIONES</b> <i>COMMENTARY</i>		
	Comprobación indicaciones de seguridad. <i>Check security indications.</i>					
	Identificación y utilización de la herramienta. <i>Identification and use the tools.</i>					
	Identificación tarjeta de trabajo. <i>Identification work cards.</i>					
	Desmontaje de la camisa del cilindro. <i>Disassembled the cylinder liner</i>					
	Medición camisa del cilindro. <i>Measure the cylindre liner</i>					
	Rectificado y bruñido de la camisa del cilindro. <i>Rectified and burnish the cylinder liner.</i>					
	montaje de la camisa del cilindro. <i>Mounting the cylinder liner.</i>					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS :</b>						
<b>VERIFICADO POR:</b> <i>CHECKED BY:</i>	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN <i>CLASSIFICATION SOCIETY</i>	OTROS <i>OTHER</i>		ARMADOR <i>OWNER</i>	CONTROL DE CALIDAD <i>QUALITY CONTROL</i>	
<b>FIRMA:</b> <i>SIGNATURE:</i>						
	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:		

#### 4.7. Check list culata

<b>ASTANDER</b>	Control del procedimiento de mantenimiento del motor.				CÓDIGO:	
	<i>control of the engine maintenance process.</i>				Pág. Nº 1/1	
					ÚLTIMA REVISIÓN:	
OBRA Nº / JOB Nº:		BIS / REF:				
BUQUE / VESSEL:						
EMITIDO POR / ISSUED BY:		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE:			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM:		Culatas.				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS		Extracción de la culata para comprobar su estanqueidad y las valvulas de admision y escape. <i>Removal the cylinder head to check the watertightness and theadmission and exhaust valves.</i>				
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA		Engine room.				
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
FECHA DATE	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	DATOS Y RESULTADOS DATA & RESULTS		OBSERVACIONES COMMENTARY		
	Comprobación indicaciones de seguridad. <i>Check security indications</i>					
	Identificación y utilización de herramientas. <i>Identification and use the tools</i>					
	Identificación tarjeta de trabajo. <i>Identification work cards</i>					
	Desmontaje de la culata. <i>Disassembled the cylinder head.</i>					
	Limpieza de la culata. <i>Cleannin the cylinder head.</i>					
	Prueba hidraulica de la culata. <i>Hydraulic test of the cylinder head.</i>					
	Montaje de la culata. <i>Mounting the cylinder head.</i>					
OBSERVACIONES / COMMENTS:						
VERIFICADO POR:	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS	ARMADOR	CONTROL DE CALIDAD		
CHECKED BY:	CLASSIFICATION SOCIETY	OTHER	OWNER	QUALITY CONTROL		
FIRMA: SIGNATURE:						
	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:		

4.8. Check list accionamiento por ruedas dentadas.

<b>ASTANDER</b>	Control del procedimiento de mantenimiento del motor.				CÓDIGO:	
	Control of the engine maintenance process.				Pág. Nº 1/1	
					ÚLTIMA REVISIÓN:	
OBRA Nº / JOB Nº :		BIS / REF :				
BUQUE / VESSEL :						
EMITIDO POR / ISSUED BY :		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE :			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM :		Accionamiento por ruedas dentadas.				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS		Realizar un control visual de las ruedas dentadas. Comprobar los huelgos entre dientes y entre los cojinetes. / visual control of the toothed wheels. Check the clearances between the teeth and between the bearings.				
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA		Engine room.				
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
FECHA DATE	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	DATOS Y RESULTADOS DATA & RESULTS		OBSERVACIONES COMMENTARY		
	Comprobación indicaciones de seguridad check security indications.					
	Identificación y utilización de las herramientas. Identification and use the tools					
	Identificación tarjeta de trabajo. identification work cards					
	Control del accionamiento de control. Control of the drive control.					
	Revisión accionamiento de control. Overhaul the drive control					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS :</b>						
VERIFICADO POR: CHECKED BY:	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN CLASSIFICATION SOCIETY	OTROS OTHER	ARMADOR OWNER	CONTROL DE CALIDAD QUALITY CONTROL		
FIRMA: SIGNATURE:						
FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:

4.9. Check list árbol de levas.

<b>ASTANDER</b>	Control del procedimiento de mantenimiento del motor.				CÓDIGO:	
	Control of the engine maintenance process.				Pág. Nº 1/1	
					ÚLTIMA REVISIÓN:	
OBRA Nº / JOB Nº:		BIS / REF:				
BUQUE / VESSEL:						
EMITIDO POR / ISSUED BY:		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE:			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM:		Árbol de levas.				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS		Comprobación del cojinete axial del árbol de levas y control del desgaste del árbol de levas./ check the axial bearing of the camshaft and control of the wearing of the camshaft.				
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA		Engine room				
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
FECHA DATE	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	DATOS Y RESULTADOS DATA & RESULTS		OBSERVACIONES COMMENTARY		
	Comprobación indicaciones de seguridad <i>check security indications</i>					
	Identificación y utilización de las herramientas. <i>Identification and use the tools</i>					
	Identificación tarjeta de trabajo. <i>Identification work cards</i>					
	Desmontaje del cojinete axial del árbol de levas. <i>disassembled of the axial bearing of the camshaft.</i>					
	Control del cojinete axial del árbol de levas. <i>control of the axial bearing of the camshaft.</i>					
	Montaje del cojinete axial del árbol de levas. <i>mounting the axial bearing of the camshaft.</i>					
	Control del árbol de levas <i>control of the camshaft.</i>					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS:</b>						
VERIFICADO POR:	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS	ARMADOR	CONTROL DE CALIDAD		
CHECKED BY:	CLASSIFICATION SOCIETY	OTHER	OWNER	QUALITY CONTROL		
FIRMA: SIGNATURE:						
FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:

4.10. Check list caja de balancines.

<b>ASTANDER</b>	Control del procedimiento de mantenimiento del motor				CÓDIGO:	
	<i>control of the engine maintenance process</i>				Pág. Nº 1/1	
					ÚLTIMA REVISIÓN:	
OBRA Nº / JOB Nº:		BIS / REF:				
BUQUE / VESSEL:						
EMITIDO POR / ISSUED BY:		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE:			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM:		Caja de balancines.				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA <i>TRIAL CONDITIONS</i>						
ZONA INSPECCIÓN <i>INSPECTED AREA</i>		Engine room				
PLANO DE REFERENCIA <i>REFERENCE DRAWING</i>						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
FECHA <i>DATE</i>	DESCRIPCIÓN <i>DESCRIPTION</i>	DATOS Y RESULTADOS <i>DATA &amp; RESULTS</i>		OBSERVACIONES <i>COMMENTARY</i>		
	Comprobación indicaciones de seguridad. <i>Check security indications.</i>					
	Identificación y utilización de herramientas. <i>Identification and use the tools</i>					
	Identificación tarjeta de trabajo. <i>Identification work card</i>					
	Control de la caja de balancines. <i>Control of the rocker box</i>					
	Desmontaje de caja de balancines. <i>disassembled the rocker box</i>					
	Control de la palanca de mando. <i>Control of the</i>					
	Montaje de la caja de balancines. <i>Mounting the rocker box</i>					
	Ajuste del juego de valvulas. <i>Adjustment of the valves</i>					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS :</b>						
VERIFICADO POR:	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS	ARMADOR	CONTROL DE CALIDAD		
CHECKED BY:	CLASSIFICATION SOCIETY	OTHER	OWNER	QUALITY CONTROL		
FIRMA:						
SIGNATURE:						
FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:

4.11. Check list válvulas de admisión y escape.

<b>ASTANDER</b>	Control del procedimiento de mantenimiento del motor.				CÓDIGO:	
	Control of the engine maintenance process.				Pág. Nº 1/1	
					ÚLTIMA REVISIÓN:	
OBRA Nº / JOB Nº :		BIS / REF :				
BUQUE / VESSEL :						
EMITIDO POR / ISSUED BY :		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE :			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM :		Válvulas de admision y escápe				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS		Comprobacion, limpieza y reparacion de las valvulas de admision y escape. / Check, cleaning and repair of the admission and exhaust valves.				
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA		Engine room.				
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
<b>FECHA</b> <b>DATE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>DESCRIPTION</b>	<b>DATOS Y RESULTADOS</b> <b>DATA &amp; RESULTS</b>		<b>OBSERVACIONES</b> <b>COMMENTARY</b>		
	Comprobación indicaciones de seguridad. <i>Check security indications.</i>					
	Identificación y utilización de la herramienta. <i>Identification and use the tools</i>					
	Identificación de la tarjeta de trabajo. <i>Identification work cards</i>					
	Desmontaje válvulas. <i>disassembled the valves</i>					
	Limpieza de las válvulas <i>Cleaninig valves.</i>					
	Rectificado de las válvulas. <i>Grinding valves</i>					
	Montaje de las válvulas. <i>Mounting of the valves</i>					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS :</b>						
<b>VERIFICADO POR:</b>	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS		ARMADOR		CONTROL DE CALIDAD
<b>CHECKED BY:</b>	CLASSIFICATION SOCIETY	OTHER		OWNER		QUALITY CONTROL
<b>FIRMA:</b> <b>SIGNATURE:</b>						
	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:

4.12. Check list bomba de inyección de combustible.

<b>ASTANDER</b>	control del procedimiento de mantenimiento del motor.				CÓDIGO:	
	<i>Control of the engine maintenance process.</i>				Pág. Nº 1/1	
					ÚLTIMA REVISIÓN:	
OBRA Nº / JOB Nº :		BIS / REF :				
BUQUE / VESSEL :						
EMITIDO POR / ISSUED BY :		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE :			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM :		Bomba de inyección de combustible.				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS		extraccion de la bomba de inyeccion de combustible para realizar los controles necesarios. / Removal of fuel injection pump to perform the necessary controls.				
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA		Engine room.				
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
FECHA DATE	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	DATOS Y RESULTADOS DATA & RESULTS		OBSERVACIONES COMMENTARY		
	Comprobación indicaciones de seguridad. <i>check security indications</i>					
	Identificación y utilización de las herramientas. <i>Identification and use the tools</i>					
	Identificación tarjeta de trabajo. <i>identification work cards</i>					
	Parada de la bomba inyección combustible. <i>Stop fuel injection pump.</i>					
	Desmontaje bomba inyección combustible. <i>disassembled the fuel injection pump</i>					
	Controles de la bomba de inyeccion de comb. <i>Controls of the fuel injection pump.</i>					
	Montaje de la bomba de combustible. <i>Mounting the fuel injection pump</i>					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS :</b>						
VERIFICADO POR:	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS	ARMADOR	CONTROL DE CALIDAD		
CHECKED BY:	CLASSIFICATION SOCIETY	OTHER	OWNER	QUALITY CONTROL		
FIRMA: SIGNATURE:						
FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:

4.13. Check list válvula de inyección.

<b>ASTANDER</b>	Control del procedimiento de mantenimiento del motor.				CÓDIGO:	
	Control of the engine maintenance process.				Pág. Nº 1/1	
					ÚLTIMA REVISIÓN:	
OBRA Nº / JOB Nº:		BIS / REF:				
BUQUE / VESSEL:						
EMITIDO POR / ISSUED BY:		QUALITY CONTROL DPT.	FECHA / DATE:			
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM:		Válvula de inyección.				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS		Retirar la valvula de inyección para realizar los controles y comprobaciones necesarios./ Removal the fuel injection valve to perform the necessary controls and checks.				
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA		Engine room				
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
<b>FECHA</b> <b>DATE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>DESCRIPTION</b>	<b>DATOS Y RESULTADOS</b> <b>DATA &amp; RESULTS</b>		<b>OBSERVACIONES</b> <b>COMMENTARY</b>		
	Comprobación indicaciones de seguridad <i>Chec security indications.</i>					
	Identificación y utilización de herramientas <i>Identification and use the tools</i>					
	Identificación tarjeta de trabajo <i>Identification work card</i>					
	Desmontaje válvula inyeccion de combustible <i>Disassembled of the fuel injection valve.</i>					
	Control de la presión de apertura. <i>Control of the aperture preassure</i>					
	Control de los taladros de las toberas. <i>Control of the nozzle holes</i>					
	Ajustar la presión teórica. <i>Adjust to the teoric preassure</i>					
	Control de la estanqueidad. <i>Control of the watertightness</i>					
	Montaje de la válvula de inyección. <i>Mounting the injection valve.</i>					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS:</b>						
<b>VERIFICADO POR:</b>	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	OTROS	ARMADOR	CONTROL DE CALIDAD		
<b>CHECKED BY:</b>	CLASSIFICATION SOCIETY	OTHER	OWNER	QUALITY CONTROL		
<b>FIRMA:</b> <b>SIGNATURE:</b>						
	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:	FECHA / DATE:		

4.14. Check list bomba de aceite de lubricación.

<b>ASTANDER</b>		Control del procedimiento de mantenimiento del motor.				CÓDIGO:			
		Control of the engine maintenance.				Pág. Nº 1/1			
						ÚLTIMA REVISIÓN:			
OBRA Nº / JOB Nº:		BIS / REF:		BUQUE / VESSEL:					
EMITIDO POR / ISSUED BY:		QUALITY CONTROL DPT.		FECHA / DATE:					
PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM:		Bomba de aceite de lubricación.							
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>									
CONDICIONES DE PRUEBA TRIAL CONDITIONS		Extracción de la bomba de lubricacion para realizar los controles y comprobaciones necesarios./ Removal the fuel injection pump to perform the necessary controls and checks.							
ZONA INSPECCIÓN INSPECTED AREA		Engine room.							
PLANO DE REFERENCIA REFERENCE DRAWING									
<b>Procedimiento de trabajo.</b>									
FECHA DATE	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	DATOS Y RESULTADOS DATA & RESULTS				OBSERVACIONES COMMENTARY			
	Comprobación indicaciones de seguridad. Check the security indications.								
	Identificación y utilización de las herramientas. Identification and use the tools								
	Identificación tarjeta de trabajo. Identification work card.								
	Desmontaje de la bomba de aceite lubricación. Disassembly of the oil lubrication pump.								
	Desarme de la bomba de aceite lubricación. Dismantling of the oil lubrication pump.								
	Ensamblaje bomba de aceite lubricación. Assembly of the oil lubrication pump								
	Montaje de la bomba de aceite lubricación. Monting the oil lubrication pump								
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS :</b>									
<b>VERIFICADO POR:</b>		SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN		OTROS		ARMADOR		CONTROL DE CALIDAD	
<b>CHECKED BY:</b>		CLASSIFICATION SOCIETY		OTHER		OWNER		QUALITY CONTROL	
<b>FIRMA:</b>									
<b>SIGNATURE:</b>									
FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:		FECHA / DATE:			

#### 4.15. Check list bomba de agua de refrigeración

<b>ASTANDER</b>	<b>Control del procedimiento de mantenimiento del motor.</b>				<b>CÓDIGO:</b>	
	<b>Control of the engine maintenance process.</b>				<b>Pág. Nº 1/1</b>	
					<b>ÚLTIMA REVISIÓN:</b>	
<b>OBRA Nº / JOB Nº:</b>		<b>BIS / REF:</b>				
<b>BUQUE / VESSEL:</b>						
<b>EMITIDO POR / ISSUED BY:</b>		<b>QUALITY CONTROL DPT.</b>		<b>FECHA / DATE:</b>		
<b>PRODUCTO O ELEMENTO / ITEM:</b>			<b>Bomba de agua de refrigeración.</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VERIFICACIÓN / CHECKING PARTICULARS</b>						
<b>CONDICIONES DE PRUEBA</b> <i>TRIAL CONDITIONS</i>		Retirar la bomba de agua de refrigeracion para realizar los controles y comprobaciones necesarias. <i>Removal the cooling water pump to perform the necessary controls and checks.</i>				
<b>ZONA INSPECCIÓN</b> <i>INSPECTED AREA</i>		Engine room.				
<b>PLANO DE REFERENCIA</b> <i>REFERENCE DRAWING</i>						
<b>Procedimiento de trabajo.</b>						
<b>FECHA</b> <i>DATE</i>	<b>DESCRIPCIÓN</b> <i>DESCRIPTION</i>	<b>DATOS Y RESULTADOS</b> <i>DATA &amp; RESULTS</i>		<b>OBSERVACIONES</b> <i>COMMENTARY</i>		
	Comprobación indicaciones de seguridad. <i>Check security indications.</i>					
	Identificación y utilización de las herramientas. <i>Identification and use the tools</i>					
	Identificación tarjeta de trabajo. <i>Identification work card</i>					
	Desmontaje bomba de agua de refrigeración. <i>Disassembly the cooling water pump</i>					
	Desarme bomba de agua de refrigeración. <i>Dismantling the cooling water pump</i>					
	Ensamblaje bomba de agua de refrigeración. <i>Assembly of the cooling water pump</i>					
	Montaje de bomba de agua de refrigeración. <i>Mounting the cooling water pump</i>					
<b>OBSERVACIONES / COMMENTS:</b>						
<b>VERIFICADO POR:</b>	<b>SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN</b>	<b>OTROS</b>	<b>ARMADOR</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		
<b>CHECKED BY:</b>	<b>CLASSIFICATION SOCIETY</b>	<b>OTHER</b>	<b>OWNER</b>	<b>QUALITY CONTROL</b>		
<b>FIRMA:</b> <b>SIGNATURE:</b>						
	<b>FECHA / DATE:</b>	<b>FECHA / DATE:</b>	<b>FECHA / DATE:</b>	<b>FECHA / DATE:</b>		

## **Bibliografía.**

- Documentación técnica motor MAN V48-60 CT, manual de instrucciones.
- Documentación técnica motor MAN V48-60 CT, instrucciones de trabajo
- M<sup>a</sup> Belén Muñoz Abella. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.Universidad Carlos III de Madrid Área de Ingeniería Mecánica.
- Manual de rectificado de motores.
- Santiago Sanz Acebes. 2007. Mantenimiento de vehículos autopropulsados. Editex.
- E. Orlando Neto. 2008. Mantenimiento industrial. Universidad tecnológica de Ecuador.

## AVISO:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.”