



Mantenimiento de Motor Wärtsila 32 del Buque B. Ocean en las instalaciones de Astican

**Trabajo de Fin de Grado para la obtención del título de
Graduado en Tecnologías Marinas**

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA MARÍTIMA
SECCIÓN NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL

“Presentado Septiembre 2016”

Francisco Javier Barreto Contreras

D. Alexis Dionis Melián, Profesor titular de Universidad de la UDE de Ingeniería Marítima del Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de la Laguna, certifica que:

D. Francisco Javier Barreto Contreras, alumno que ha superado las asignaturas de los cuatro primeros cursos del grado de Tecnologías Marinas, ha realizado bajo mi dirección y codirección de D. Juan Ángel García Martín, el Trabajo de Fin de Grado nominado: ” **Mantenimiento de Motor Wärtsila 32 del Buque B. Ocean en las instalaciones de Astican**” para la Obtención del Título de Graduado en Tecnologías Marinas por la Universidad de La Laguna.

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que le sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado en Santa Cruz de Tenerife, a 14 de Septiembre del 2016.



Fdo. Alexis Dionis Melián

Tutor del trabajo

D. Juan Ángel García Martín, Profesor titular de Universidad de la UDE de Ingeniería Marítima del Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de la Laguna, certifica que:

D. Francisco Javier Barreto Contreras, alumno que ha superado las asignaturas de los cuatro primeros cursos del grado de Tecnologías Marinas, ha realizado bajo mi dirección y codirección de D. Alexis Dionis Melián, el Trabajo de Fin de Grado nominado: ” **Mantenimiento de Motor Wärtsila 32 del Buque B. Ocean en las instalaciones de Astican**” para la Obtención del Título de Graduado en Tecnologías Marinas por la Universidad de La Laguna.

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que le sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado en Santa Cruz de Tenerife, a 14 de Septiembre del 2016.

Fdo. Juan Ángel García Martín

Tutor del trabajo

Introducción

El trabajo trata del reacondicionamiento de varias partes del motor Wärtsilä 32 de 6 cilindros en líneas. El cual se trabajó durante mi estancia de prácticas en la empresa Ferroher, en Las Palmas de Gran Canaria. El trabajo se llevó a cabo cuando el buque B. Ocean estaba varado en Astican.

Esta enfocado desde un punto guía-práctico, enfocado desde trabajo de campo donde se explicaran las diferentes partes tratadas así mismo se detallan los procesos para realizar un desmontaje y montaje de los mismo y como, en caso necesario, realizar un reacondicionamiento de las mismas; los elementos del motor que se operaron fueron las culatas, inyectores, bombas de inyección.

La realización de este trabajo es el de plasmar la labor o trabajo realizado durante las prácticas, como la de elaborar un trabajo que fuese una guía de acercamiento al trabajo que se realiza de reacondicionamiento de un motor y sirviese para poder reflejar todos los conocimientos adquiridos durante el aprendizaje académico para poder realizar una tarea como la que se ha desarrollado durante el trabajo de prácticas.

También poder realizar un acercamiento al ámbito profesional que pude conseguir gracias a la realización de este trabajo durante las prácticas, ya que supuso el interés por mi persona a continuar y el poder sentir el fruto de la experiencia durante los años cursados como alumno.

En el trabajo que se presenta constara de varios apartados los cuales están divididos en capítulos.

En el capítulo I se comentan los diferentes objetivos que se establecieron antes de realizar el trabajo y así de cual es la finalidad del mismo.

El capítulo II de la evolución que ha sufrido la compañía Wärtsilä desde sus comienzos en el año 1834 hasta la actualidad como uno de los referentes en el sector marino, de la misma manera que se abordaran las diferentes normativas aplicadas a la hora de realizar montaje y desmontaje de los elementos los cuales son remitidos a las normas del fabricante y prevención de riesgos laborales.

También cual es el futuro en el sistema de Wärtsilä para sus motores como el mantenimiento de los mismos con el sistema mantenimiento basado en la condición.

El capítulo III abordará las características de diseño del buque, como los diferentes materiales a la hora de realizar los trabajos de montaje, desmontaje y reacondicionamiento de los elementos del motor que fueron trabajados.

El capítulo IV corresponde al desarrollo del trabajo, donde se explicaran las funciones de los elementos vistos en el motor, como la realización de una guía donde se explicaran y se ilustran los diferentes pasos que se debe realizar a la hora de realizar el montaje, desmontaje y reacondicionamiento del motor Wärtsilä 32 en los elementos de culatas, sistema de inyección como son las bombas de inyección de combustible e inyectores, enfriador de aire de carga, enfriador de aceite de lubricación. Y elementos visto solo en el desmontaje del motor de la válvula termostática y filtro automático de aceite lubricante.

El capítulo V son las conclusiones elaboradas en relación a los objetivos planteados y si fueron completados o existieron contratiempos para poder realizarlos.

El capítulo VI la bibliografía, de donde se obtuvo la información para desarrollar el trabajo y el capítulo 8 anexos correspondientes a las imágenes.

Índice

1. Objetivos.....	13
1.1. Objetivos Generales	14
1.2. Objetivos Específicos	14
2. Revisión y Antecedentes	15
2.1. Evolución histórica compañía Wärtsila	16
2.2. Normativas Aplicables.....	18
2.2.1. Normas de la sociedad de clasificación	18
2.2.2. Normativas aplicables para evaluar y evitar los riesgos de la maquinaria usada en ambiente laboral	18
2.2.3. Normas aplicables según compañía Wärtsila antes de realizar operaciones de reparación en el motor.....	20
2.3. Evolución motores Wärtsila desde el motor Wärtsila 32 hasta la actualidad	24
2.3.1. Motor Wärtsila 32	24
2.3.2. Motor Wärtsila 20	26
2.3.3. Motor Wärtsila 26	27
2.3.4. Motor Wärtsila 38	29
2.3.5. Motor Wärtsila 31	31
2.4. Objetivos del mantenimiento y tipos de mantenimiento	33
2.4.1. Mantenimiento Correctivo	34
2.4.2. Mantenimiento Preventivo	34
2.4.3. Mantenimiento Predictivo	35
2.4.4. Mantenimiento Basado en la Condición	36
3. Materiales y Métodos.....	38
3.1. Buque B. Ocean	39
3.2. Disposición Sala de máquinas	41
3.3. Características del motor diesel Wärtsila 32 y características de diseño	51
3.4. Materiales y Métodos.....	54
3.4.1. Herramientas de la Culata	54
3.4.2. Herramientas del equipo de inyección	58
3.4.3. Herramientas de a mano y de apriete	59
3.5. Metodología	63
4. Resultados	66
4.1. Culatas.....	71
4.1.1. Válvulas	75
4.1.2. Superficie de asiento de la válvula de admisión	77
4.1.3. Rectificado y cambio de los casquillos de la culata	77
4.1.4. Montaje de la culata	83
4.2. Inyector	86
4.2.1. Reacondicionamiento del inyector.....	86
4.2.2. Montaje del inyector.....	89
4.2.3. Prueba de timbrado del inyector	90
4.3. Bombas de Inyección	92

Índice

4.3.1. Desmontaje de la bomba de inyección	93
4.3.2. Montaje de la bomba de inyección	96
4.4. Enfriador de aire de carga.....	98
4.4.1. Desmontaje enfriador de aire de carga	98
4.4.2. Limpieza del refrigerador de aire	99
4.5. Enfriador de aceite de lubricación	101
4.5.1. Desmontaje.....	101
4.5.2. Montaje.....	102
5. Conclusiones	104
6. Bibliografía.....	106

Índice de Ilustraciones

II. Revisión y antecedentes

Ilust. 1 “Motor Wärtsila 32”	24
Ilust. 2 “Motor Wärtsila 20”	26
Ilust. 3 “Motor Wärtsila 26”	27
Ilust. 4 “Motor Wärtsila 38”	29
Ilust. 5 “Motor Wärtsila 31”	31

III. Materiales y métodos

Ilust. 6. “Características del buque B. Ocean”	39
Ilust. 7. “Buque B. Ocean”	39
Ilust. 8 “Cubierta Buque B. Ocean”	40
Ilust. 9 “Sala de máquinas”	41
Ilust. 10 “Sala de almacén”	42
Ilust. 11 “Sala de control”	43
Ilust. 12 “Escaleras de planta”	43
Ilust. 13 “Caldera”	44
Ilust. 14 “Compresores y botella de aire”	44
Ilust. 15 “Generador de agua”	45

Ilust. 16 “Incinerador de residuo de aceites”	45
Ilust. 17 “Tanque cascada”	46
Ilust. 18 “Tanque residuo de aceite”	46
Ilust. 19 “Purificadora FO”	47
Ilust. 20 “Purificadora lubricante”	47
Ilust. 21 “Motores auxiliares”	48
Ilust. 22 “Motor auxiliar 2”	48
Ilust. 23 “Motor principal”	49
Ilust. 24 “Motor principal”	49
Ilust. 25 “Reductora y sistema Vulkan”	50
Ilust. 26 “Bombas LT, aguas residuales”	50
Ilust. 27 “Motor Wärtsila 32, 6 cilindros en línea”	51
Ilust. 28 “Herramientas de la culata”	54
Ilust. 29 “Uso de las herramientas de las culatas”	55
Ilust. 30 “ Herramientas para el desmontaje de los elementos del motor” ..	56
Ilust. 31 “Llave dinamométrica del tubo de combustible”	57
Ilust. 32 “Herramientas del equipo de inyección”	58
Ilust. 33 “Herramientas de a mano y de apriete (1)”	59
Ilust. 34 “Herramientas de a mano y de apriete (2)”	60
Ilust 35 “Colector”	63
Ilust. 36 “Numero de serie”	64
IV. Resultados	
“Intervalos: 12000 horas de servicio”	67
“Intervalos: 12000 - 16000 horas de servicio”	69
Ilust. 37 “Balancines y tubos colocados en el barco, al realizar el desmontaje de la culata”	72

Índice

Ilust. 38 “Uso del gato hidráulico y punzón”	72
Ilust. 39 “Inyector sacado de la culata”	73
Ilust. 40 “Rotocap tras ser limpiado con gasoil”	74
Ilust. 41” Válvula, medidas”	75
Ilust. 42 “Válvulas de la culata”	76
Ilust. 43 “Rectificado de los casquillos”	78
Ilust. 44 “Tapado y pieza soldada a los casquillos”	79
Ilust. 45 “Quitados los casquillos de la culata”	79
Ilust. 46 “Soplete en la base de los casquillos”	80
Ilust. 47 “Uso del liquido sellador”	80
Ilust. 48 “Colocación de los casquillos enfriados en nitrógeno liquido”	81
Ilust. 49 “Casquillos cambiados”	81
Ilust. 50 “Llenado de agua por medio de los orificios”	82
Ilust. 51 “Prueba de estanqueidad”	83
Ilust. 52 “Ajustando tórica de la culata”	84
Ilust. 53 “Colocación de la culata en su base”	84
Ilust. 54 “Parte interna del inyector”	87
Ilust. 55 “ Medidas de elevación”	88
Ilust. 56 “Máquina de timbrado del inyector”	90
Ilust. 57 “Bomba de inyección”	92
Ilust. 58 “Bombas desmontadas y separadas”	94
Ilust. 59 “Piezas separadas individualmente y para limpiar con gasoil”	96
Ilust. 60 “Enfriador de aire de carga”	98
Ilust. 61 “Enfriador de aire de carga en el motor”	99
Ilust. 62 “Enfriador de aceite de lubricación”	101

Ilust. 63 “Enfriador de aceite de lubricación”	102
Ilust. 64 “Enfriador de aceite de lubricación para montaje”	103

I. Objetivos

1.1 Objetivo general:

Establecer una guía sobre los elementos que se realizaron en las funciones de montaje y desmontaje, como el reacondicionamiento de un motor Wärtsila 32.

Realizar las tareas necesarias para el cumplimiento de la labor en el proceso de trabajo del motor.

Adquirir y demostrar los conocimientos para la realización de la función dentro de los múltiples trabajos realizados en la operación del desmontaje, montaje y reacondicionamiento del motor Wärtsila 32.

1.2 Objetivos específicos:

1. Determinar todas las piezas que componen el motor Wärtsila 32.
2. Determinar guía sobre montaje y desmontaje de los elementos que se compone el motor.
3. Realizar tareas que conllevan realizar el montaje y desmontaje.
4. Realizar trabajos de reacondicionamientos de los elementos del motor.
5. Saber determinar los elementos que componen el motor Wärtsila 32.
6. Comprender cuales son los pasos que se deben realizar para realizar labores de mantenimiento del motor.

II. Revisión y Antecedentes

2.1 Evolución histórica compañía Wärtsila

El ciclo de Wärtsila comienza a finales del siglo XIX, concretamente 1898. Realmente Wärtsila tiene su origen en un aserradero de madera en Tohmajarvi, establecido en 1834 y años mas tarde se unió a la sociedad de Iron Works y cambió su nombre por el que se conoce hoy en día Wärtsila.

Casi cuatro décadas mas tarde, en 1935 en la ciudad portuaria de Vaasa, se produce la adquisición del taller de ingeniería Onkilathi, aunque en 1931 Wärtsila casi estuvo al borde de la quiebra.

En el año 1938 comienza para Wärtsila la era del motor diesel cuando firma un acuerdo de licencia con la compañía Friedrich Krupp Germania Werft AG en Alemania. Dando como resultado que en 1942 saliese de los talleres Turku el primer motor diesel fabricado bajo licencia.

Durante los siguientes años Wärtsila construye una serie de astilleros y la empresa sigue creciendo adquiriendo pequeñas empresas, pero no es hasta el año 1978 cuando Wärtsila adquiere el 51% del fabricante de motores diesel Nohab que marca el comienzo de las operaciones internacionales de fabricación de Wärtsilä (las acciones restantes se adquieren en 1984).

En el año 1986 una crisis en la industria mundial del medio marino que había durado varios años conduce Wärtsilä para poner en común sus recursos marinos con Valmet, dando como resultado el establecimiento de Wärtsilä Oy marina y actividades de construcción naval de Valmet se unen con Wärtsila. Ese mismo año adquiere dos compañías de automatización de fábrica: la división de Sistemas Industriales de GCA Corporation en EE.UU. y la división de automatización de Oy Ab W. Rosenlew en Finlandia.

Pocos años mas tarde en 1989 adquiere el fabricante francés de cigüeñales SACM y Werkspoor B.V. que eran fabricantes holandeses de motores marinos.

En 1989 Wärtsilä y Lohja firman un acuerdo de fusión y Lohja se convierte en un importante accionista de Wärtsilä después de una emisión de acciones privilegiadas.

En 1990 se produce la fusión de la compañía Wärtsila en Lohja Corporation que mas tarde seria conocida como Metra Corporation.

Desde 1991 hasta 1994 se producen las ventas de varias empresas que habían sido adquiridas por la compañía años atrás, así como la venta de acciones.

En 1995 se produciría la creación de una empresa conjunta entre Wärtsila diesel y Cummins Engine Company Inc. de esta manera cubrirían las

II. Revisión y antecedentes

necesidades que habían entre ellas ya que mientras Cummins se centraba en motores de altas velocidades, Wärtsila lo haría de velocidades medias.

Hay que destacar una serie de datos y es que Wärtsila es uno de los máximos exponentes del poderío industrial de Finlandia. De esta manera destaca porque entre los años 1935 y 1989 desarrolló la construcción de propulsores marinos y la de construcción naval. También se conoce por sus accesorios y hélices y durante tiempo compitió a nivel mundial con dos grandes de la industria que fueron Sulzer y Burmeister & Wain.

En 1997 se produciría uno de los mayores acontecimientos de la compañía Wärtsila, debido a que absorbería el fabricante de motores marinos Sulzer Brothers Ltd, y esto conllevaría al cambio de nombre de Wärtsila NSD (New Sulzer Diesel).

En el año 2000 se disuelve la empresa conjunta entre Wärtsila y Cummins.

Entre el año 2001 y 2004 se producen ventas de participación de sus empresas.

En el año 2003 la empresa se vio relacionada con sobornos en Suecia en el caso Godtland del que salió indemne.

En el año 2005 adquirió el fabricante alemán de motores Deutz.

En los siguientes años hasta la actualidad sigue adquiriendo pequeñas empresas del sector y ventas de participaciones, realiza contratos de fabricación con diferentes países como es el caso del acuerdo firmado de licencia Wärtsilä y Bryansk Engineering Works (BMZ) para la fabricación de motores diesel marinos de baja velocidad Wärtsilä en Rusia.

En el año 2016 abre un centro de mantenimiento en Las Palmas de Gran Canaria con la idea de satisfacer las crecientes necesidades de los operadores de plantas de energía marina y servir mejor a los operadores con operaciones de exploración en curso, producción y desarrollo de África occidental.

Hoy en día se puede decir que Wärtsila es uno de los mayores empresas en el sector marino.

2.2 Normativas aplicables

2.2.1 Normas de las sociedades de clasificación

Los fabricantes de maquinarias necesitan implementar sistemas de seguridad, conforme a las normativas actuales se remiten a dos normativas que establecen la Organización Internacional para la Normalización (ISO). Dicho organismo establece las normativas ISO 12100 la cual establece evaluación de los riesgos de la maquinaria para su reducción, y la norma ISO 13849-1, esta norma proporciona requisitos para el diseño e integración de las partes de los sistemas de control relacionadas a la seguridad, incluyendo algunos aspectos de software, así como la norma ISO 14121 evaluación de riesgos.

Se considera evaluación de riesgo como un proceso el cual se analiza y se valora los riesgos, que son considerados como combinación de la posible consecuencia que se produzcan daños y probabilidad de que se puedan producir exposiciones a peligros. Es por todo ello que se deben llevar a cabo evaluaciones de riesgo de la maquinaria y, estos resultados son tenidos en cuenta cuando se diseña la maquinaria.

Cualquier riesgo que se pueda considerar elevado o peligroso, deberá reducirse a niveles aceptables. Para reducirlos se realizarán cambios en el diseño o se aplicaran medidas de seguridad apropiadas.

El proceso de evaluación ayuda a que los diseñadores puedan concebir una maquinaria segura para el uso. La evaluación de riesgo en la fase de diseño es muy importante, pues suele resultar efectivo proporcionar instrucciones al usuario acerca de cómo operar el equipo de forma segura conforme a la normativa ISO 12100. Estas medidas se pueden observar en las indicaciones que recomienda que sean aplicadas por el propio manual del fabricante o de operaciones de la maquinaria en cuestión.

2.2.2 Normativas aplicables para evaluar y evitar los riesgos de la maquinaria usada en ambiente laboral

La normativa de mayor relevancia a la hora de establecer la seguridad en el desarrollo de tareas de mantenimiento o reparaciones de maquinaria se estipula en la normativa de prevención de riesgos laborales (Ley 31/1995), aunque existen una serie de decretos que estudian diferentes factores de seguridad dentro del mantenimiento. Algunos de estos decretos son los que se mencionan a continuación:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. [Ley 31/1995]

II. Revisión y antecedentes

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. [Real Decreto 39/1997]
- R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra riesgos relacionados con los agentes químicos. [R.D. 374/2001]
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. [R.D. 485/1997]
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. [R.D. 486/1997]
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos en zonas dorso lumbares, para los trabajadores. [R.D. 487/1997]
- R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. [R.D. 488/1997].
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. [R.D. 614/2001]
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. [R.D. 664/1997]
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. [R.D. 665/1997]
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. [R.D. 773/1997]
- R.D. 1215/1997, de 18 de junio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. [R.D. 1215/1997]
- R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. [R.D. 1644/2008]

2.2.3 Normas aplicables según compañía Wärtsila antes de realizar operaciones de reparación en el motor Wärtsila 32

La reducción de riesgos

Se recomienda leer el manual del motor antes de instalar, utilizar o reparar el motor u equipos relacionados. Si no se siguen las instrucciones que se indican puede existir lesiones personales, pérdidas de vidas y daños materiales.

Se obliga en cada momento usar los equipos de protección personal adecuado, por ejemplo, guantes, cascos, gafas de seguridad y protección para los oídos deben ser usados en todas las circunstancias. El equipo de seguridad defectuoso podría causar lesiones personales graves o incluso la muerte.

A continuación se determinarán los peligros identificados como generales, situaciones o eventos peligrosos, durante el funcionamiento normal y los trabajos de mantenimiento.

Peligros identificados generales, situaciones o acontecimientos peligrosos

Los peligros que puedan deberse a las partes en movimiento:

- Ejecución de motor sin las tapas, que pudieran entrar en contacto con el movimiento de las diferentes partes.
- Tocar las piezas de la bomba durante el arranque de el motor de la bomba accionada.
- Si alguien mete la mano en la carcasa del compresor cuando se quita el filtro silenciador y el motor en marcha.
- Movimiento inesperado de la válvula de combustible debido a la rotura de hilo o el error en el sistema de control.
- Movimiento inesperado de los componentes.
- Dispositivo de giro participado durante los trabajos de mantenimiento.
- Rotura mecánica (por ejemplo, del sensor de velocidad) por un montaje actuador del motor o conexiones eléctricas.

Los peligros que puedan deberse a condiciones de funcionamiento incorrectas.

- Exceso de velocidad o explosión debido a la mezcla de aire gas en el aire de admisión.
- Hacer funcionar debido a la mezcla de aire de la niebla de aceite en el aire de admisión.
- Mal funcionamiento de la ventilación del cárter.
- Detector de neblina de aceite se disparará si el agua está presente en el aceite lubricante.
- Explosión del cárter si la neblina de aceite se mezcla con el aire "fresco" durante la inspección después de una neblina de aceite cerrado.
- Válvulas de seguridad de explosión Cárter se abrirán si hay una explosión del cárter.

Peligros que pueden deberse a diferentes fugas, desglose o montaje incorrecto del componente

Fugas de:

- Combustible en las juntas en el lado de baja y alta presión.
- Aceite lubricante.
- Aire de carga.
- Escape de gas.
- Aire a presión desde el recipiente de aire, colector principal o tubos.
- Gas a alta presión y aceite de sellado en los motores.
- Incendio o explosión debido a una fuga en la tubería de combustible.
- El fuego debido a una fuga de aceite o combustible o gas.

La inhalación de gases de escape o gases combustibles debido a fugas.

El fallo de bloqueo neumático.

Componentes eyectadas debido a:

- Retirar herramienta hidráulica.
- Desglose del perno hidráulico.
- Desglose de turbocompresor.
- Altas presiones de cocción.
- Fallos importantes.

Eyección de:

- Líquidos y gases a presión desde el bloque y tuberías.
- Alta presión de fluido.
- Gas debido a las altas presiones.
- Gases a presión de sistema de gas de alta presión.

Alta presión de fluido debido a la avería del sellado de tubo de aceite.

Alta presión de aire durante el mantenimiento de aire principal detector de neblina de aceite tuberías de suministro.

Aceite de refrigeración de agua o combustible o lubricante si el sensor se afloja mientras que el circuito se somete a presión.

Muelles durante los trabajos de mantenimiento.

Por proyección del inyector de combustible.

Los peligros que pueden deberse a la electricidad o las conexiones incorrectas de la electricidad

El fuego o chispas debido a la avería o cortocircuito en los equipos eléctricos.

Las descargas eléctricas si el equipo eléctrico tiene un descanso aislamiento plomo o daños en el conector o se desmonta con potencia conectada.

El sobrecalentamiento de los componentes del sistema de control debido a las conexiones eléctricas irregulares.

Sobrecarga de los componentes del sistema de control debido a un control

II. Revisión y antecedentes

dañado o circuitos de voltaje incorrecto.

Explosión del cárter si:

Motor no salvaguardada en el nivel del vapor del petróleo, debido a la falta de suministro de energía.

No se vigila el nivel del vapor del petróleo, debido a un fallo en el aceite de circuitos detector de niebla.

Salvaguardar en niveles altos neblina de aceite, debido al conector eléctrico irregular o fugas en la conexión de la tubería.

Otros peligros y situaciones peligrosas en las que es especialmente importante usar el equipo de seguridad personal

Resbalones, tropiezos y caídas.

Aditivos y productos de tratamiento de agua no son los recomendados por el fabricante.

Si se tocan los elementos tales como; turbo-cargador, sistema manifold, tubos de escape o otras partes no protegidas y sin protección durante el funcionamiento del motor.

Dejar caer las piezas durante los trabajos de mantenimiento.

Empezar los trabajos de mantenimiento demasiado pronto, riesgo al manipular los componentes calientes.

El descuido de uso de grúas o herramientas de elevación.

La no utilización de herramientas adecuadas, por ejemplo, durante los trabajos de mantenimiento.

Contacto con el fuel oil o piezas engrasadas durante los trabajos de mantenimiento sin el equipo adecuado.

Nivel de ruido.

Tocar o retirar el aislamiento del turbocompresor.

Resortes de fijación cargados durante la comprobación o sustitución del sensor.

2.3 Evolución motores Wärtsilä desde el motor Wärtsilä 32 hasta la actualidad

Wärtsilä siempre se le ha considerado como una de las mayores empresas en el desarrollo de motores diesel marinos, así mismo, el desarrollo de los motores ha sido siempre en necesidad de demanda en el mercado.

La siguiente gamma de motores, comparte su evolución en que esta basado y mejorado desde el mismo modelo base, siendo este el motor Wärtsilä 32 y los diferentes modelos lanzados hasta la actualidad siendo el motor Wärtsilä 31 el ultimo modelo de esta gamma.

2.3.1 Motor Wärtsilä 32

Ilust. 1 “Motor Wärtsilä 32”



II. Revisión y antecedentes

Fuente: Página oficial Wärtsilä

Datos técnicos:

Diámetro interior del cilindro	320 mm
Golpe del pistón	400 mm
Salida del cilindro	580 kW/Cil
Velocidad	750 rpm
Presión media efectiva	28,9 bar
Velocidad del émbolo	10 m/s

Potencia nominal:

Tipo de motor	580 kW/Cil
6L32	3480
8L32	4640
9L32	5220
12V32	6960
16V32	9280

Motor que rige sus bases sobre el antiguo motor Wärtsilä Vassa 32. Del mismo modo, debido a sus especificaciones el modelo Wärtsilä 32 se puede instalar en equipos tales de perforación y buques del tipo AHTS, dragas, buques pesqueros, remolcadores y transbordadores, quimiqueros, etc...

Aunque este motor vio su salida entre 1980 y principios de 1990, actualmente tiene en el mercado una mayor salida a nivel internacional, teniendo mas de 4500 motores actuales en el sector marino. Y no solo como motores de uso principal, sino también como secundarios.

De esta misma manera, el motor Wärtsilä 32 tiene actual salida en el mercado asiático, ejemplo de ello, la instalación de dos motores Wärtsilä 8L32 para propulsar dos buques tipos dragas que están actualmente en construcción por Royal IHC.

2.3.2 Motor Wärtsilä 20

Ilust. 2 “Motor Wärtsilä 20”



Fuente: Página oficial Wärtsilä

Datos Técnicos:

Diámetro interior del cilindro	200 mm
Golpe del pistón	280 mm
Salida del cilindro	200 kW/Cil
Velocidad	1000 rpm
Presión media efectiva	27.3 bar
Velocidad del émbolo	9.3 m/s

II. Revisión y antecedentes

Potencia nominal:

Tipo de Motor	200 kW/Cil
4L20	800
6L20	1200
8L20	1600
9L20	1800

EL motor Wärtsilä 20 fue llevado al mercado internacional a principios de 1990, actualmente este motor esta teniendo poca salida en el mercado internacional reduciendo su salida como motores de apoyo de suministro eléctrico para ciertos buques e instalaciones que requieran mínimo consumo. Siendo este motor usado en 2007 y 2008 los últimos motores instalados en buques.

2.3.3 Motor Wärtsilä 26

Ilust. 3 “Motor Wärtsilä 26”



Fuente: Página oficial Wärtsilä

Datos Técnicos:

Diámetro interior del cilindro	260 mm
Golpe del pistón	320 mm
Salida del cilindro	340 kW/Cil
Velocidad	1000 rpm
Presión media efectiva	24 bar
Velocidad del émbolo	10.7 m/s

Potencia nominal:

Tipo de motor	340 kW/Cil
6L26	2040
8L26	2720
9L26	3060
12V26	4080
16V26	5440

El motor Wärtsilä fue sacado al mercado a principios del año 2000.

Lleva desde el año 2007/2008 suministrando motores de esta gamma a embarcaciones de patrulla operado por servicios de guardacostas, concretamente buques PZM (Patrulleros Zonas Marítimas) que se están construyendo para las armadas de Chile, Argentina y Colombia.

Otras de las salidas de estos motores son los de buques de apoyo submarino como son buques de tipo inspección.

2.3.4 Motor Wärtsilä 38

Ilust. 4 “Motor Wärtsilä 38”



Fuente: Página oficial Wärtsilä

Datos Técnicos:

Diámetro interior del cilindro	380 mm
Golpe del pistón	475 mm
Salida del cilindro	725 kW/Cil
Velocidad	600 rpm
Presión media efectiva	26.9 bar
Velocidad del émbolo	9.5 m/s

Potencia nominal:

Tipo de motor	725 kW/Cil
6L38	4350
8L38	5800
9L38	6525
12V38	8700
16V38	11600

Motor fue sacado al mercado a mediados del año 2000.

La idea del motor era la de poder sacar un motor de mayor potencia que el actual motor Wärtsilä 32, ya que desde que saliera al mercado únicamente se habían centrado en motores de menos potencia que continuasen con la misma gamma.

Actualmente este motor esta utilizado y penado para ser usados en buques petroleros y quimiqueros. Así mismo es usado en buques de pasajeros como son los de la compañía MSC, de igual forma esta previsto que en el 2017 este motor sea propulsor del portaviones HMS Queen Elizabeth de la armada Británica.

2.3.5 Motor Wärtsilä 31

Ilust. 5 “Motor Wärtsilä 31”



Fuente: Página oficial Wärtsilä

Datos Técnicos:

Diámetro interior del cilindro	310 mm
Golpe del pistón	430 mm
Salida del cilindro	610 kW/Cil
Velocidad	750 rpm
Presión media efectiva	30.1 bar
Velocidad del émbolo	10.75 m/s

Potencia nominal:

Tipo de motor	610 kW/Cil
8V31	4880
10V31	6100
12V31	7320
14V31	8540
16V31	9760

Previsto de salir al mercado en el año 2016, este motor se ha caracterizado por haber sido ganador y reconocido en el libro Guinness de los records por ser el motor diesel de 4 tiempos mas eficiente del mundo, en la gala de conferencia Europea de Ingeniería Naval celebrado en Amsterdam el 13 de abril de 2016.

El primero de los buques en llevar este modelo de motor será un rompehielos que tiene previsto estar operativos a finales del año 2016.

De la misma manera este motor tiene la característica de que en cuestión de mantenimiento se empezará a realizar a partir de las 2000 horas de funcionamiento, destacando de los anteriores modelos que se realizaban a las 500/1000 horas de funcionamiento.

2.4 Objetivos del mantenimiento y tipos de mantenimiento

Cuando hablamos de realizar mantenimiento a los elementos, realizamos dichas tareas realizándolas siempre con una finalidad u objetivos. Estos objetivos los podemos definir de la siguiente manera:

- Siempre que hacemos tareas de mantenimiento lo hacemos con la finalidad de maximizar la disponibilidad que tienen la maquinaria y equipos de producción.

- De igual manera también se desea que al maximizar la disponibilidad también se pretende preservar el valor de las mismas, de manera que minimicemos el deterioro de los mismos.

- Cuando son aplicados los dos primeros objetivos, u son objetos de nuestra meta a alcanzar realizamos un tercer objetivo que intentamos siempre aplicar, y es la de realizar las metas de la forma más económica posible y que repercuta tranquilidad a largo plazo.

- Cualquier método que utilicemos debe de considerarse que se realice el mínimo u ningún impacto sobre el medio ambiente.

Por lo tanto, teniendo en cuenta los diferentes objetivos planteados cuando definimos el mantenimiento obtenemos una serie de posibilidades que se pueden plantear para poder conservar una instalación en correcto estado garantizando con ello los objetivos de maximizar y preservar la instalación, realizar con el menor coste posible, y, que no repercuta sobre el medio ambiente. De esta manera clasificaremos los tipos de mantenimiento en:

- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Predictivo.
- Mantenimiento Basado en la Condición

2.4.1 Mantenimiento Correctivo

Podemos definir el mantenimiento correctivo como el conjunto de acciones que se toman para realizar la reparación de la máquina o del equipo después de que se produzca el fallo, es decir, tras producirse la avería.

Las principales características del Mantenimiento correctivo son:

- Cuando se producen las averías estas suelen producirse de forma inesperada, causando grandes problemas en la instalación.
- Produce utilizar elementos de repuesto que puede considerar un riesgo de no disponer de ellos para la reparación.
- Produce un riesgo elevado dependiendo de la avería que pudiese perjudicar el total de la instalación u la mayor parte de ella.
- Muchas de las veces cuando sucede la avería, provoca que las intervenciones que se realizan para efectuar la reparación se hagan con la mayor urgencia y ello conlleva a una mayor precipitación, lo que puede terminar en reparaciones poco precisas de baja calidad y de fiabilidad.

Se puede clasificar el mantenimiento correctivo en dos grupos:

Mantenimiento correctivo paliativo u no planificado: El cual podríamos catalogar como el de mayor riesgo, ya que cuando sucede la avería se produce de forma inesperada y conlleva al personal a tomar las medidas necesarias u consideren oportunas para reparar la avería forma inmediata u lo antes posible.

Mantenimiento correctivo curativo o planificado: Del que no debe confundirse con el preventivo, puesto que este mantenimiento correctivo consiste en estar previsto con los elementos que se van a producir la avería, para cuando esta suceda, poder realizar la reparación del mismo y de esa manera optimar la avería nada mas se produzca.

2.4.2 Mantenimiento Preventivo

Quizás este método sea de los más utilizados en la actualidad, puesto que consiste en que cada elemento de la instalación o de la máquina después de que estos hayan pasado un periodo de operación que se ha especificado previamente es sometido para que se produzca un desmontaje total o parcial para realizar una inspección de tal forma que se pueda comprobar con su visualización o por medio de pruebas si existen desperfectos para poder realizar una reparación del mismo.

II. Revisión y antecedentes

En un resumen mas claro, la idea es la de poder anticiparse a antes de que suceda la avería, por ello se realizan las inspecciones entre periodos de tiempo, que en teoría no se produzcan fallos entre los intervalos de tiempo establecidos. Así de esta manera logramos alargar la vida útil de los equipos de maquinaria u instalación, y evitar así la suspensión de os mismos que pueden conllevar a problemas nos solo de magnitud económica sino de riesgo de vida.

Podemos considerar que las principales características del mantenimiento preventivo son:

- Planificación del trabajo, puesto que se programan cuando deberán revisarse los elementos de manera que se produzca una mayor organización y rentabilidad de los materiales y medios humanos. Así como reducir el número de averías que pudiesen producirse.
- Debido a que el trabajo esta planificado y con ello se reduce el número de averías, se evitan situaciones de emergencia con lo que las reparaciones que se llevan a cabo permiten que se realicen reparaciones de fiabilidad y calidad, de forma que se alargue la vida útil de los elementos.
- Realizar el mantenimiento de esta forma también conlleva una previsión económica puesto que puede permitir un control de los repuestos necesarios, aunque a veces puede conllevar un riesgo puesto que a veces se sustituyen elementos que no pueden ser necesarios pero por motivos de paradas se sustituyen, de la misma forma que se puede desconocer que elementos pueden ser necesarios sustituirlos.

2.4.3 Mantenimiento predictivo

Consiste en aplicar una serie de acciones de forma periódica o continua de algunos parámetros de la maquinaria, con la finalidad de detectar posibles fallos y defectos para evitar que estos se produzcan y provoquen averías mayores. Para ello se realizan una serie de técnicas que pueden ser mas o menos complejas dependiendo para predecir con antelación la avería de la maquinaria.

Para ello se sigue una serie de metodologías para conocer y siempre estar al tanto del estado de lo elementos mediante el conocimiento de valores como pueden ser los valores de presión, variaciones de temperatura, etc..

Diversas técnicas que se realizan en el mantenimiento predictivo:

- Monitorización de los elementos: Se pueden comprobar los estado de los parámetros de los elementos, obteniendo la información de sensores en la maquinaria.

- Uso de líquidos penetrantes, uso de ultrasonidos: De esta manera se pueden detectar grietas que hayan podido producirse en los elementos.
- Análisis de aceite: El cual permite analizar elementos de forma interna estudiando partículas que puedan encontrarse en ella.
- Termografía: Con el que poder determinar zonas de calentamientos que se produzca en la maquinaria o instalación.
- Vibraciones: Determinar posibles fallos en cojinetes, desalineado de los ejes, etc..

Las principales características del mantenimiento predictivo:

- Puede permitir detectar posibles averías que pudiesen ser perjudiciales y de gran magnitud, sin necesidad de parar la maquinaria, lo que conlleva a poder realizar planificación de las mismas para poder reparar la maquinaria lo que puede que se establezca cuando sería el momento más propicio para realizar la reparación.
- Como se ha mencionado evitar que se produzcan averías de gran magnitud que pueden ser costosas de reparar, aunque esto conlleva el tener un personal cualificado y especializado para que puedan realizar la verificación de la maquinaria.

2.4.4 El Mantenimiento Basado en la Condición

El Mantenimiento Basado en la Condición, o CBM por las siglas de su nombre en Inglés Condition based Maintenance, establece como base realizar la monitorización las condiciones por el estado que tienen los elementos que componen una maquinaria o equipo para que se pueda decidir el momento más óptimo para que se realicen las tareas de mantenimiento.

Muy parecido al que puede realizarse a través del mantenimiento predictivo. Este tipo de mantenimiento, se plantea utilizar en el futuro de la compañía Wärtsilä para realizar mantenimiento a la propia maquinaria.

Objetivos del mantenimiento basado en la condición:

Mantenimiento Basado en la Condición considera disponer de la máxima cantidad de datos objetivos sobre la máquina, para poder identificar los posibles fallos que generen incidentes o paradas no deseadas antes de que aparezcan; para ello utilizan el análisis de las tendencias de todos los datos recolectados.

II. Revisión y antecedentes

Datos empleados en la medición:

- Control de Temperatura, bien mediante termómetros de contacto, infrarrojos, termografía...
- Monitorización Dinámica, control de la energía emitida por equipamientos mecánicos, como el análisis de Vibraciones, Medida de ultrasonidos, etc.
- Análisis de Aceites, para comprobar las cualidades de cualquier tipo de aceite, sea cual sea su función: Aceites Lubricantes, Aceites Hidráulicos, Aceites Aislantes
- Control de Corrosión
- Comprobaciones no destructivas (Rayos X...)
- Comprobaciones eléctricas
- Supervisión del Rendimiento, comparando datos nominales con los reales en cuando a Caudales, Presiones, tiempos, temperaturas, voltaje, etc.

"Estamos muy entusiasmados con esta oportunidad de proporcionar servicios de mantenimiento superiores a Bonny Gas Transport. Además de aumentar el tiempo de funcionamiento del motor, Bonny Gas Transport quería mejorar la planificación del mantenimiento y control de costes operativos y esto es algo Wäertsila puede ofrecer. Con el continuo monitoreo remoto de los equipos y el concepto de planificación del mantenimiento dinámico, podemos asegurar la disponibilidad óptima y reducir al mínimo el riesgo de interrupciones en las operaciones "

Cita: Simon Auset, director general de desarrollo de negocios, acuerdos marítimos, Wäertsila.

III. Materiales y Métodos

3.1 Buque B. Ocean

Buque tipo tanque donde se realizó el reacondicionamiento, montaje y desmontaje de las partes del motor Wärtsilä 32L6 que corresponde al motor principal.

Ilust. 6. “Características del buque B. Ocean”

IMO	9377834
BANDERA	ISLAS MARSHALL
AIS TYPE	TANQUE
ARQUEO BRUTO	3978
PESO MUERTO	5693 Toneladas
ESLORA	105,5 Metros
MANGA	16,62 Metros
CALADO	7,4 Metros
VELOCIDAD REGISTRADA (MAXIMA/MEDIA)	11,3/10,3 nudos
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2010

Fuente: Marine Traffic.

Ilust. 7. “Buque B. Ocean”



Fuente: Marine traffic

Rutas

Aunque no estuve embarcado, sino que se realizo las labores de mantenimiento que se explican el capitulo de resultados, el buque B.Ocean realiza las rutas que comprenden desde las islas Feroe en Islandia, hasta las Islas Canarias y Sudáfrica.

Durante los meses de mediados de Octubre y principios de Noviembre de 2015 estaba varado en el puerto de Las Palmas de Gran Canarias donde se realizo maniobras de reparación, a finales de noviembre realizo la travesía desde las Isla Canarias hasta el golfo de guinea y regreso en varias ocasiones de nuevo a Las Palmas de Gran Canaria. Y a finales de Julio de 2016 salió de Las Palmas hasta Islandia donde en el mes de Agosto de 2016 esta en las islas Feroe, hasta que regrese de nuevo a las Islas Canarias.

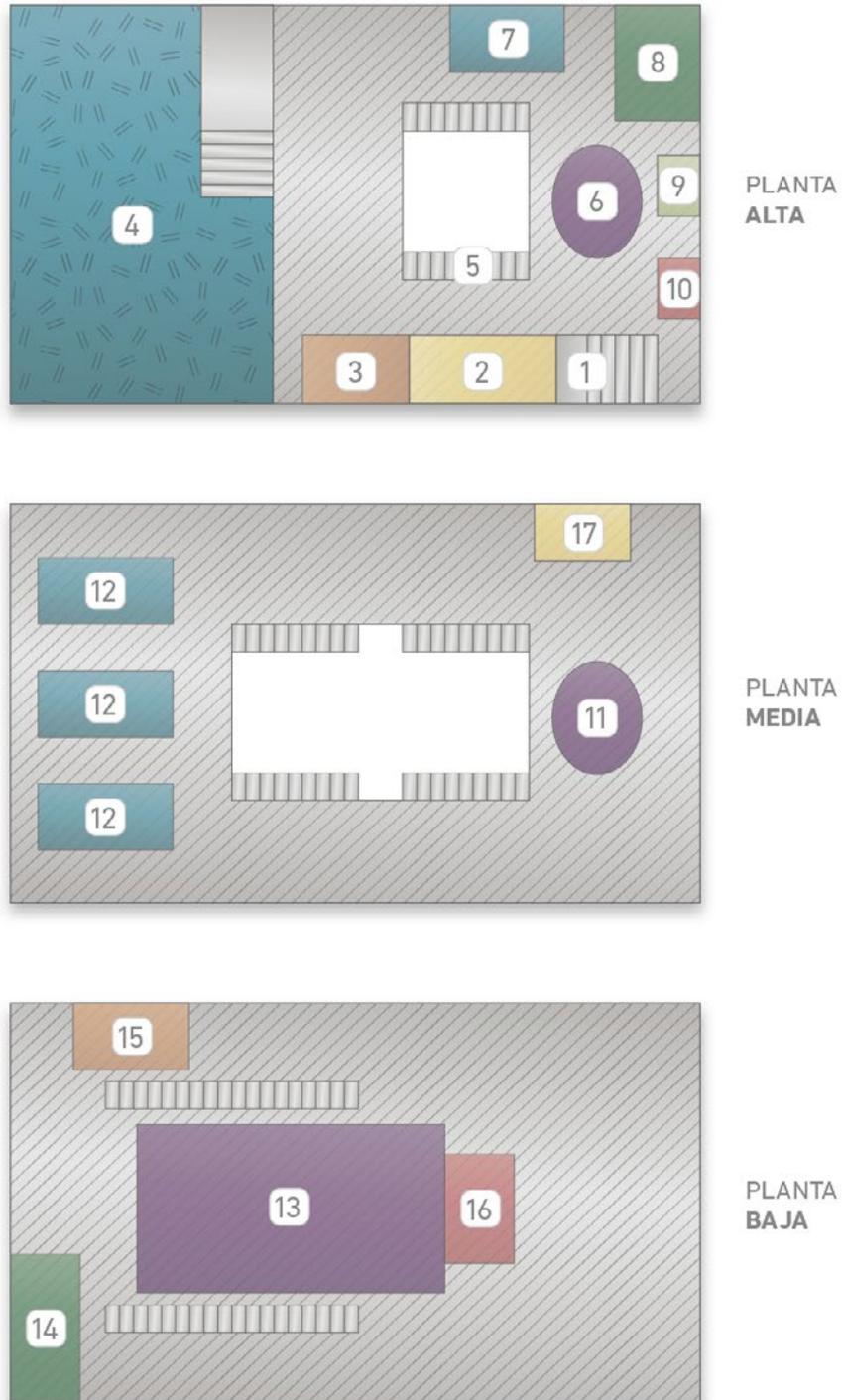
Ilust. 8 “Cubierta Buque B. Ocean”



Fuente: Trabajo de campo

3.2 Disposición Sala de Máquinas

Ilust. 9 “Sala de máquinas”



Fuente: Elaboración propia

Planta Alta

Tras bajar de cubierta (1) se encuentran la planta alta, en donde se encuentran la mayoría de los elementos de sala de maquinas, siendo (2) sala de almacén, el cual sirve por medio de una escotilla para sacar los elementos del buque a cubierta por medio de una grúa. El taller (3) donde en caso de necesidad de rectificar u realizar una operación determinada se encuentra equipado para poder realizar las operaciones. Sala de control (4) desde donde se opera las maniobras del motor, y se monitoriza el estado de sala de maquinas. La caldera (6) que ocupa parte de la planta alta y planta media. Tanque en cascada (9), incinerador de residuos de aceite y tanque de residuos (10), que se situados tras la caldera, así como los compresores y botellas de aire (8), y el generador de agua (7). Para bajar y subir por las plantas alta, media y baja se usa la escalera (5) que comunican las tres plantas.

Ilust. 10 “Sala de almacén”



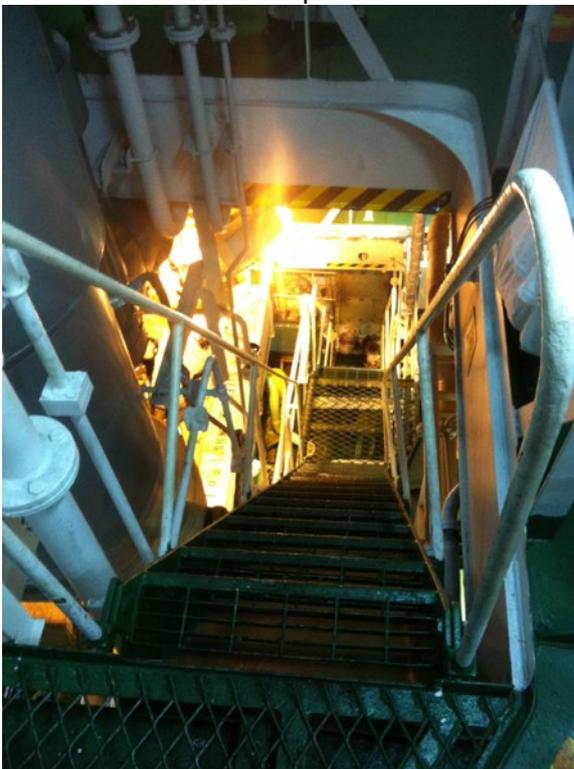
Fuente: Trabajo de campo

Ilust. 11 “Sala de control”



Fuente: Trabajo de campo

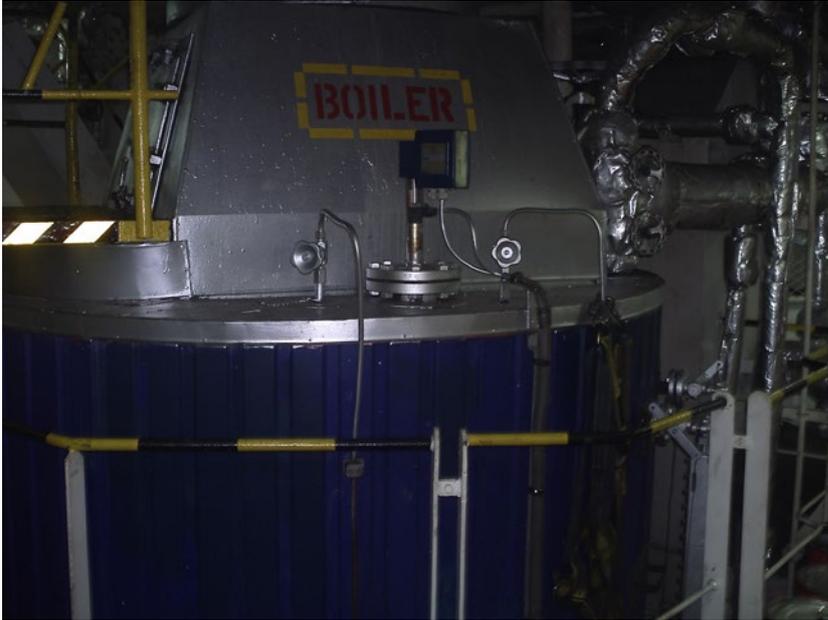
Ilust. 12 “Escaleras de planta”



Fuente: Trabajo de campo.

III. Materiales y métodos

Ilust. 13 “Caldera”



Fuente: Trabajo de campo

Ilust. 14 “Compresores y botella de aire”



Fuente: Trabajo de campo

Ilust. 15 “Generador de agua”



Fuente: Trabajo de campo

Ilust. 16 “Incinerador de residuo de aceites”



Fuente: Trabajo de campo

III. Materiales y métodos

Ilust. 17 “Tanque cascada”



Fuente: Trabajo de campo

Ilust. 18 “Tanque residuo de aceite”



Fuente: Trabajo de campo

Planta Media

Esta sala intermedia, solo esta compuesta por la caldera (11) que ocupa las dos plantas media y alta, así como tres motores auxiliares (12) los tres motores iguales que ocupan la mayor parte de la planta media, así como purificadora de fuel oil y purificadora de lubricante (17).

Ilust. 19 “Purificadora FO”



Fuente: Trabajo de campo

Ilust. 20 “Purificadora lubricante”



Fuente: Trabajo de campo

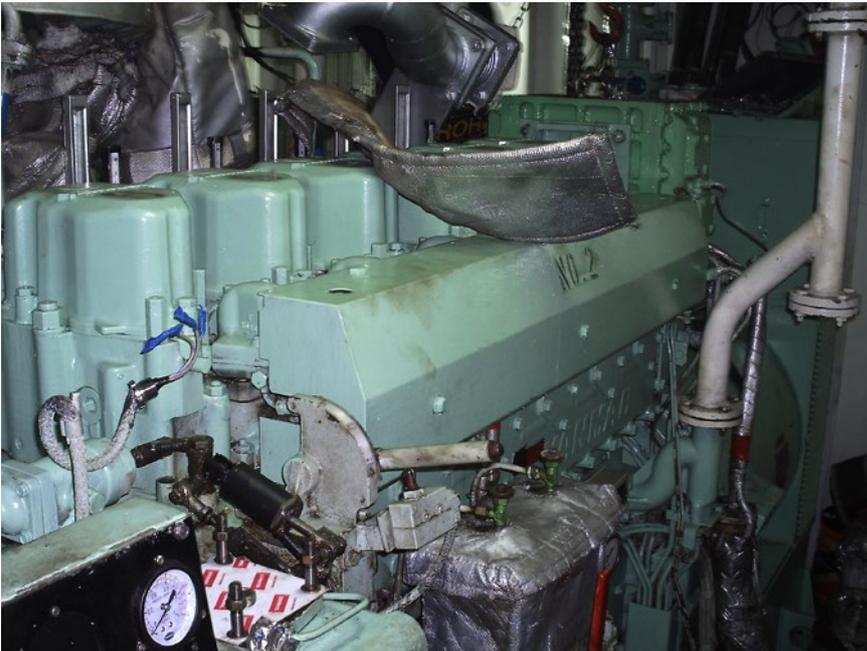
III. Materiales y métodos

Ilust. 21 “Motores auxiliares”



Fuente: Trabajo de campo

Ilust. 22 “Motor auxiliar 2”



Fuente: Trabajo de campo.

Planta Baja

Es la planta donde menos movilidad hay, y ocupada en la mayoría por el motor principal Wärtsilä 32 (13), con el acoplador vulkan (16) conectado a su vez al una reductora y eje de cola. Y las bombas de agua y sentina (14), y bombas LT y sistema de agua residuales.

Ilust. 23 “Motor principal”



Fuente: Trabajo de campo

Ilust. 24 “Motor principal”



Fuente: Trabajo de campo

III. Materiales y métodos

Ilust. 25 “Reductora y sistema Vulkan”



Fuente: Trabajo de campo

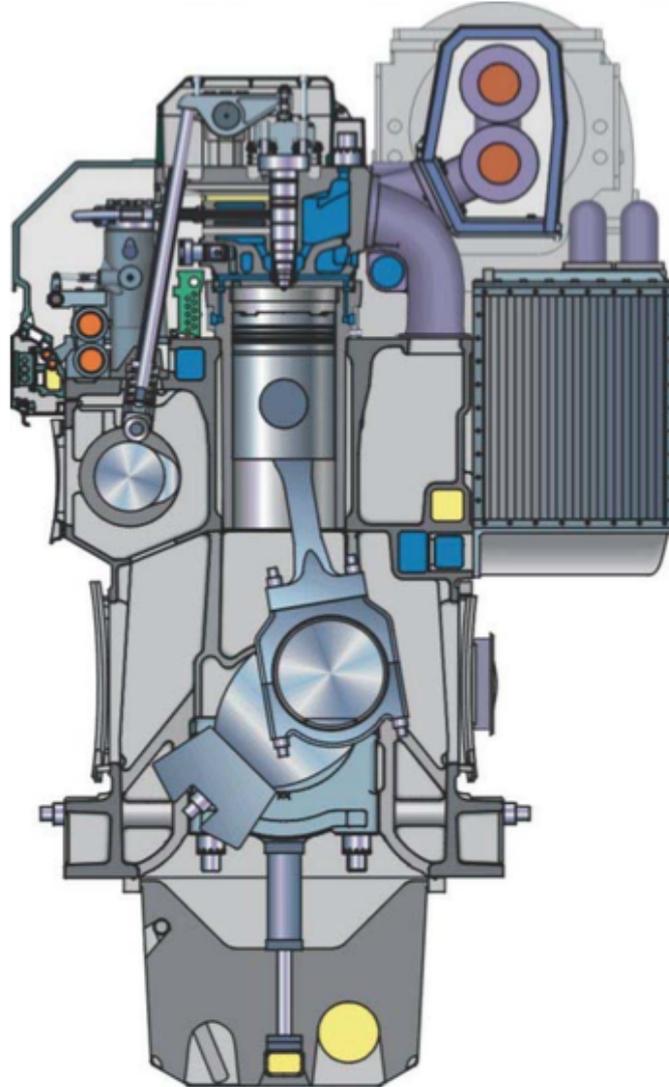
Ilust. 26 “Bombas LT, aguas residuales”



Fuente: Trabajo de campo

3.3 Características del motor diesel Wärtsilä 32 y características de diseño

Ilust. 27 “Motor Wärtsilä 32, 6 cilindros en línea”



Fuente: Manual Wärtsilä

El motor es un motor diesel de 4 tiempos turboalimentado con inyección directa de combustible.

El bloque motor está fundido en una sola pieza. El cigüeñal está montado colgante al motor. La tapa del cojinete principal está soportado por dos tornillos de cojinetes principales hidráulicamente tensados y dos tornillos laterales horizontales.

El receptor de aire de carga, así como la cabecera del agua de refrigeración se echaron en el bloque del motor. El cárter esta hecho de metal ligero, sellado contra el bloque del motor por medio de sellado de goma. El cárter de aceite esta soldado.

III. Materiales y métodos

Las camisas de cilindros se enfrían sólo en la parte superior. El efecto de enfriamiento está optimizado para dar la temperatura correcta de la superficie interna.

Para eliminar el riesgo de pulido taladro, el revestimiento está provisto de un anillo contra el pulido.

Los cojinetes principales son totalmente rodamientos de metal de media concha TriMetal o bi metal intercambiables que se pueden eliminar mediante la eliminación de la tapa del cojinete principal.

El cigüeñal se forja en una sola pieza y está equilibrado por contrapesos según sea necesario.

Las bielas son de un diseño de tres piezas, denominado "tipo biela marina". La biela se forja y mecanizado de acero aleado y está dividido horizontalmente en tres partes para permitir la retirada del pistón y partes de conexión de la barra. Todos los pernos de la biela son hidráulicamente apretado para minimizar los movimientos relativos entre las superficies de contacto. Los cojinetes de cabeza son totalmente intercambiables Trimetalicos o cojinetes bimetálicos.

Los pistones están equipados con un sistema patentado de lubricación falda Wäertsilä. Las ranuras de los segmentos superiores se endurecen. aceite de refrigeración entra en el espacio de enfriamiento a través de la biela. Los espacios de refrigeración están diseñados para dar un efecto agitador óptima.

El juego de anillos de pistón consta de dos anillos de compresión cromadas y un anillo rascador de aceite con muelle cromado.

La cabeza del cilindro, hecho de hierro fundido nodular, se fija mediante cuatro tornillos pretensados hidráulicamente. La cabeza es del diseño de doble cubierta y de agua de refrigeración es forzado desde la periferia hacia el centro dando una refrigeración eficaz en áreas importantes. Las válvulas de admisión y los vástagos están chapados en cromo. Los anillos de asiento de la válvula están hechos de una aleación especial de hierro fundido y son cambiables.

Las válvulas de escape, con Nimonic o asientos de estelita y cromo-plateados de tallos, sello contra los anillos de asiento de válvula directamente enfriado.

Los anillos de asiento, hecho de una corrosión y picaduras material resistente, son cambiables.

Los árboles de levas se componen de piezas de un solo cilindro con las levas integrado. El motor está disponible con dos sistemas de inyección de combustible diferentes: inyección de combustible common rail e inyección de combustible convencional.

El sistema common rail consiste en el combustible que es aspirado directamente del depósito de combustible a una bomba de alta presión, y esta a su vez lo envía a un conducto común para todos los inyectores y a alta presión desde cada uno de ellos a su cilindro.

El sistema de combustible convencional consiste en bombas de inyección que se han separado de rodillos seguidores y se puede cambiar mediante el ajuste de la medida de la base con el tornillo empujador.

Las bombas y las tuberías se encuentran en un espacio cerrado que está aislado térmicamente para correr con combustible pesado.

El turbocompresor normalmente se encuentra en el extremo libre del motor.

El enfriador de aire de carga es de tipo auto-soportado.

El sistema de aceite lubricante incluye una bomba de engranajes, filtro de aceite automático, filtro centrífugo para limpiar el aceite de retro lavado, más fresco, con válvula termostática y una bomba accionada eléctricamente por pre-lubricación.

El cárter de aceite está dimensionado para todo el volumen de aceite necesario, y todos los números de cilindro se puede ejecutar en la configuración de cárter húmedo. sumidero funcionamiento en seco también es posible.

El sistema de arranque. El suministro de aire a los cilindros se llevó control- por un distribuidor de aire de arranque dirigido por el árbol de levas.

Para un sistema de combustible convencional, la instrumentación y Automatización es manejado por el sistema de control del motor Wärtsilä WEC 2000.

Como alternativa, la instrumentación y automatización también pueden ser manejados por el sistema de control de la planta. El sistema de agua de refrigeración incluye una función en las bombas de agua de refrigeración y las válvulas termostáticas.

3.4 Materiales y Métodos

3.4.1 Herramientas de la Culata:

Ilust. 28 “Herramientas de la culata”



Fuente: Manual Wärtsilä.

800026 Herramienta de elevación. Se utilizó para elevar la culata cuando se desmontó del motor y al volver a montarlo. La cinta que lleva se colocó en el gancho del motor elevador encima del motor.

800027 Montaje y desmontaje de la herramienta para válvulas. Esta herramienta se conecta a una bomba de presión y se monta en el rotocap de los muelles de la culata. Al darle presión realiza el apriete y comprime los muelles de manera que se pueda colocar la pieza de seguro de los muelles y la válvulas.

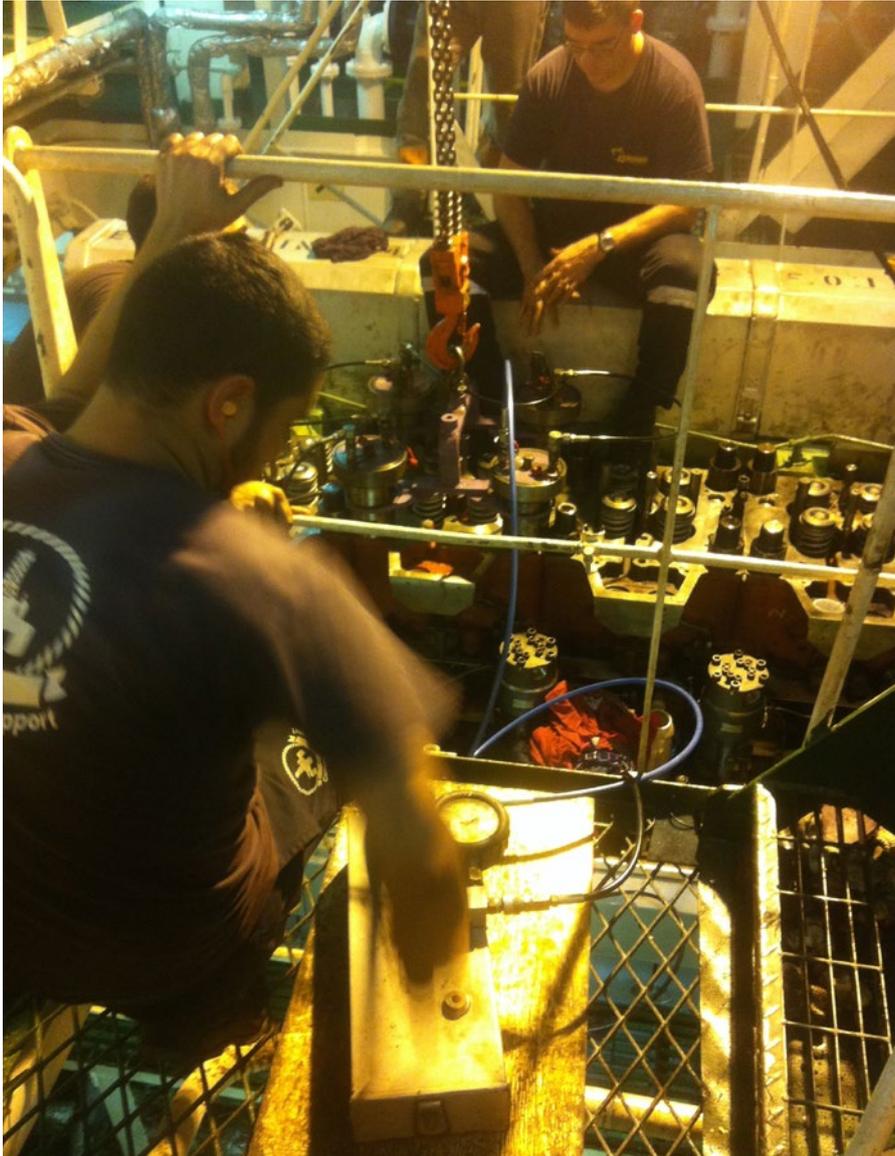
800028 Herramienta de torneado para el rectificado de válvulas. Aunque esta herramienta es recomendada por el manual del Wärtsilä 32, en la realización de la misma se utilizó un torno.

800047 y 800096 Gatos hidráulicos. Esta herramienta que consta de cuatro piezas iguales que se colocan en las tuercas de la culata, la cuales sirven para

realizar el apriete y desapriete de las mismas. Se coloca una manguera que sale de la bomba a uno de los conectores de la culata y después con las demás mangueras se colocan de manera simultanea entre los gatos hidráulicos. En la pieza 800096 hay unos orificios por donde se utiliza un punzón para realizar giro de apriete y desapriete de las tuercas de la culata.

800050 Herramienta de elevación para cilindros hidráulicos. Se utiliza cuando se realiza el montaje de los gatos hidráulicos para su elevación.

Ilust. 29 “Uso de las herramientas de las culatas”



Fuente: Trabajo de campo.

800053 Bomba de alta presión (1.000 bar). Bomba utilizada para dar presión a través de las mangueras y realizar apriete y desapriete de los gatos hidráulicos.

800055 Mangueras flexibles de 800 mm (1). Manguera que se conecta a la

III. Materiales y métodos

bomba y gatos hidráulicos.

800063 Extractor hidráulico. Esta herramienta no se utilizó.

800130 Extractor de pasador de yugo. No se utilizó.

Ilust. 30 “ Herramientas para el desmontaje de los elementos del motor”



Fuente: Manual Wärtsila

800000 Pinza para el anillo de seguridad. Pinza para sacar el anillo de seguridad de los inyectores así como de la bomba de inyección.

800010 Extractor de Espárragos 5-20 mm.

800029 Herramienta de Extracción para inyección y válvula de lanzamiento galga de espesores, 800030 Válvula, ambas herramientas no se usaron.

800031 Llave en T para la válvula de indicador.

800049 Herramienta para el apriete de tuercas M56. Es el punzón que se utiliza para realizar apriete de las tuercas de la culata entre los orificios de la pieza 800096.

800056 flexible manguera de 3,000 mm. Se uso a la bomba de baja presión para conectarlas a la herramienta de apriete de los muelles de la culata.

800094 Caja de cabeza de la llave de 24 mm. Para aprietes de los tornillos.

800126 Extracción mandril de guía de la válvula. No se utilizó.

800146 Adaptador. Se usaron junto a las llaves y a vasos de espárragos.

820000 Llave dinamométrica 20-100 Nm. Para realizar los aprietes de los tornillos que llevaban una presión determinada según el fabricante. Como fue la conexión del tubo de combustible de la bomba de inyección y varilla de combustible del inyector.

Ilust. 31 “Llave dinamométrica del tubo de combustible”



Fuente: Trabajo de campo

820006 barra de Extensión 12,5 * 25 mm

820011 Enchufe chispa. No se utilizó.

800073 Herramienta de elevación de la bomba de inyección. Se uso para mover a través de grúa la bomba de inyección en la sala del motor y taller.

800075 Herramienta de limpieza de la superficie del sello de válvula de inyección.

800093 Llave dinamométrica 75-400 Nm. Para apretar los tornillos de la cabeza de la bomba de inyección.

800111 Indicador de la medida por un empujador de la bomba de inyección. No se utilizó.

800127 Herramienta para la pieza de conexión tornillos de la brida. No se utilizó.

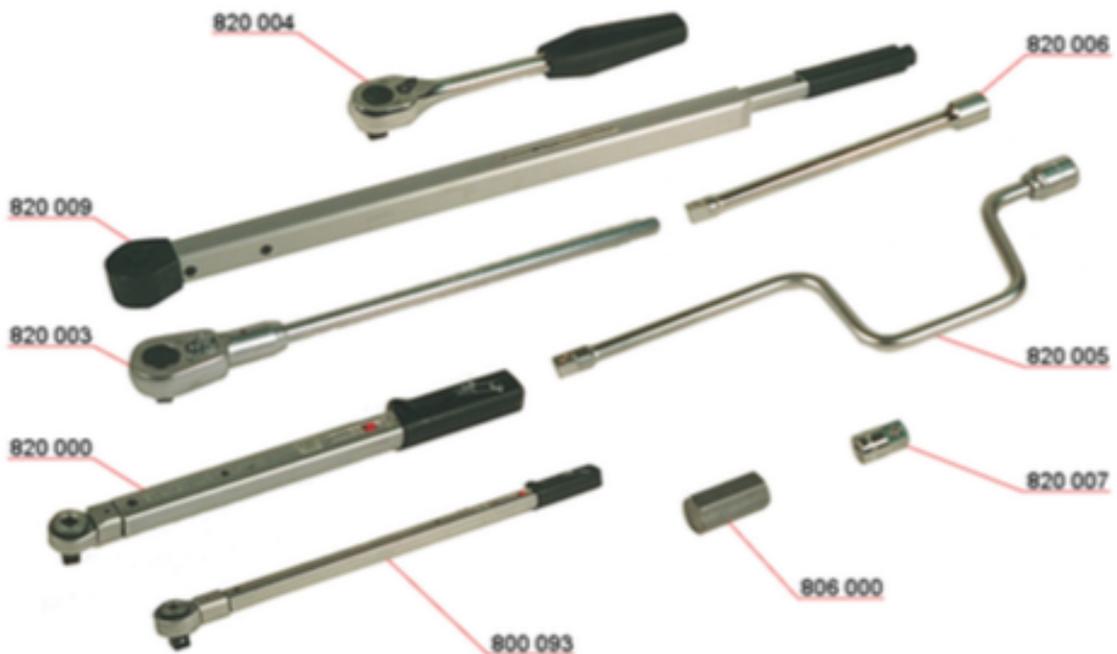
820009 Llave dinamométrica 150-800 Nm.

841016 Arandela de fieltro para la herramienta de limpieza 800075. No se utilizó.

3.4.3 Herramientas de a mano y de apriete:

Todas las herramientas que se usaron a continuación fueron usadas para la tornillería que se montó y desmonto en el proceso de trabajo.

Ilust. 33 “Herramientas de a mano y de apriete (1)”



Fuente: Manual Wärtsilä

III. Materiales y métodos

800093 Llave de par 75-400 Nm.

806000 Hexágono barra 27.

820000 Llave dinamométrica 20-100 Nm.

820003 Carraca 20x630 mango con 3/4 ".

820004 Carraca manejar 12.5x300 con 1/2 ".

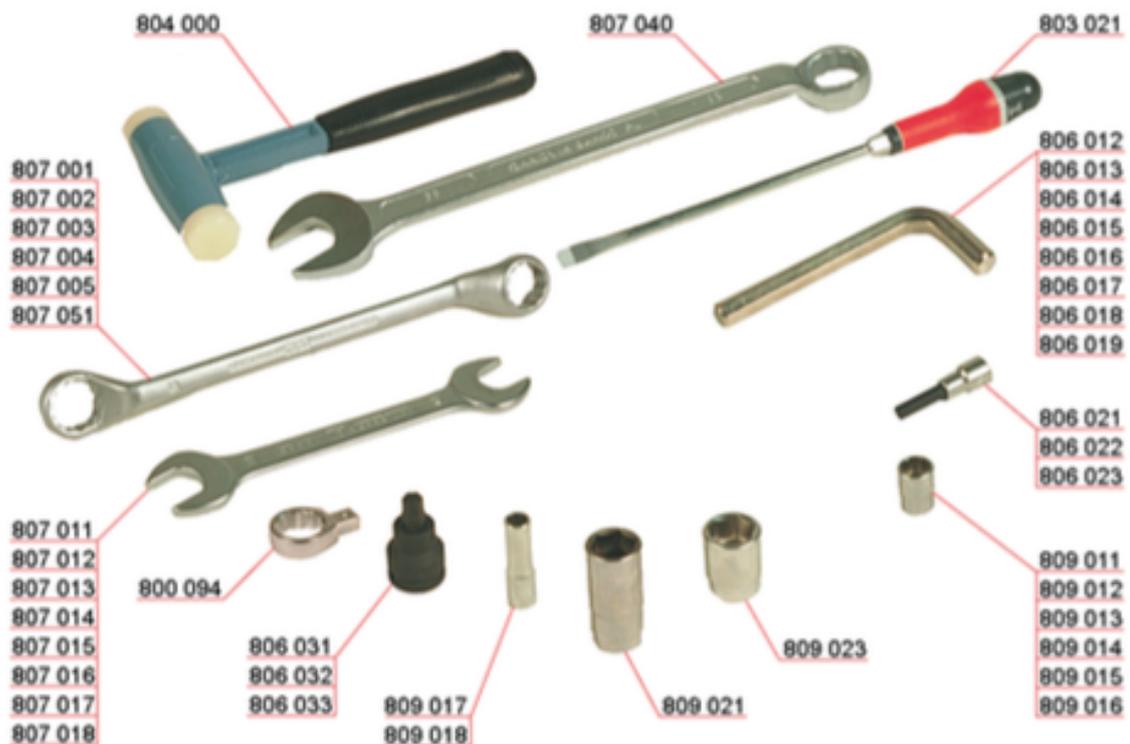
820005 velocidad refuerzo B12.5x500.

820006 Barra de extensión B12.5x250 con 1/2 ".

820007 Adaptador de llave de tubo A20x12.5, 3/4 "x1 / 2".

820009 Llave dinamométrica 150-800 Nm.

Ilust. 34 "Herramientas de a mano y de apriete (2)"



Fuente: Manual Wärtsila

800094 Caja de cabeza de la llave de 24 mm .

803021 Destornillador.

804000 Martillo de goma.

- 806012 Llave de macho hexagonal 4.
- 806013 Llave de macho hexagonal 5.
- 806014 Llave de macho hexagonal 6.
- 806015 Llave de macho hexagonal 8.
- 806016 Llave para hexágono interior 10.
- 806017 Llave para hexágono interior 12.
- 806018 Llave para hexágono interior 14.
- 806019 Llave para hexágono interior 17.
- 806021 Tornillo de cabeza hexagonal 6 con 1/2 ".
- 806022 Tornillo de cabeza hexagonal 8 con 1/2 ".
- 806023 Tornillo Allen 10 con 1/2 ".
- 806031 Tornillo Allen 14 con 3/4 ".
- 806032 Tornillo Allen 17 con 3/4 ".
- 806033 Tornillo Allen con 19 3/4 ".
- 807001 Llave doble estrella 10-11.
- 807002 Llave doble estrella 12-14.
- 807003 Llave doble estrella 13-17.
- 807004 Llave doble estrella 19-22.
- 807005 Llave doble estrella 30-32.
- 807011 Llave fija doble 10-11.
- 807012 Llave fija doble 12-14.
- 807013 Llave fija doble 13-17.
- 807014 Llave fija doble 19-22.
- 807015 Llave fija doble de 24-27.
- 807016 Llave fija doble 30-32.

III. Materiales y métodos

807017 Llave fija doble 36-41.

807018 Llave fija doble 46-50.

807040 Llave combinada AL36.

807051 Llave doble estrella 24-27.

809011 Vaso Hexagonal 10x12.5 con 1/2 ".

809012 Vaso Hexagonal 13x12.5 con 1/2 ".

809013 Vaso Hexagonal 17x12.5 con 1/2 ".

809014 Vaso Hexagonal 19x12.5 con 1/2 ".

809015 Vaso Hexagonal 24x12.5 con 1/2 ".

809016 Vaso Hexagonal 27x12.5 con 1/2 ".

809017 Vaso Hexagonal largo 13x12.5L con 1/2 ".

809018 Vaso Hexagonal largo 24x12.5L con 1/2 ".

809021 llave de tubo largo 30x20L con 3/4 ".

809023 Vaso Hexagonal 30x20 con 3/4".

3.5 Metodología

Antes de realizar los procesos que están definidos en capítulo de resultados se estuvo haciendo reparaciones menores y de reacondicionamiento realizando maniobras de limpieza de elementos sueltos de la maquinaria de otro buques.

Ilust 35 “Colector”



Fuente. Trabajo de campo

Después de semana realizando trabajos de esta índole, entre a formar parte de una cuadrilla para poder ir hacer reparaciones de los buques varados en Astican, donde formaba parte de la cuadrilla siendo considerado como alumno de practicas y realizaba labores de auxiliar, donde ayudaba en las diferentes tareas que se iban realizando para realizar el reacondicionamiento del los elementos de la maquinaria.

De esta forma mi labor fundamental en la cuadrilla es la de dar apoyo en todo lo posible para realizar la tarea encomendada por los oficiales del taller, el cual tras realizar un previo informe por parte de los oficiales de Astican, éramos enviados para realizar la labor de desmontaje y traslados de los elementos al taller para su revisión, y tras comprobar y reparar dichos elementos, montarlo de nuevo en el buque.

III. Materiales y métodos

En todo momento mientras se realizaban las maniobras de reacondicionamiento dentro de las instalaciones de Astican se llevaba placas identificativas correspondientes a pases de entrada y salida de las instalaciones, al igual el uso de elementos de protección individual que eran obligatorios, exceptuando al realizar ciertas maniobras dentro del propio buque que fue necesario no usarlos por motivos de trabajo que impedían realizarlos de manera eficiente.

Dentro de la propia cuadrilla cada uno de los integrantes tenía la función correspondiente para realizar de manera eficiente la tarea encomendada por los oficiales del taller.

Así mismo siempre que se sacaban ciertos elementos del motor se realizaban apuntes como son los números de series de los elementos para identificar a cuales y que partes corresponden del motor.

Ilust. 36 “Numero de serie”



Fuente: Trabajo de campo

De esta manera se corroboraba con los oficiales del taller que todos los elementos estaban en su parte correspondiente.

Después de que se desmontaran los elementos de la maquinaria y fuesen llevados al taller para su reacondicionamiento, estos eran realizados por los encargados del mismo, llevando consigo la revisión los propios miembros de la cuadrilla que formaban parte de la sección mecánica del taller.

El taller estaba compuesto por secciones, siendo estas divididas de la siguiente forma:

- Sección de tornería y soldadores. Encargados de realizar reajustes de los elementos que fuesen necesarios como fueron el caso de las válvulas.
- Sección de mecánica. El cual corresponde a secciones de desmontaje, limpieza, etc. Donde se realizo la mayor parte de este trabajo.
- Sección de Inyección. Donde se llevo a cabo los elementos de bombas e inyectores para su reacondicionamiento.

Una vez fueron finalizados los procesos de reacondicionamiento y pruebas de los elementos de la maquinaria a examinar, estos fueron revisados por los oficiales del taller, que realizaban un informe para entregar a Astican y las piezas eran embaladas para ser transportadas e instaladas de nuevo en el buque. Se intentaba siempre utilizar al mismo personal que realizo el desmontaje para que lo volviese a montar.

IV. Resultados

El buque B. Ocean hace la parada en Astican con la intención de hacer revisión del motor Wärtsilä 32, correspondientes a las 12000, e intervalos 12000 - 16000 horas de servicio según indicaciones del fabricante del motor Wärtsilä.

Dentro de esta revisión la empresa Felipe del Rosario, Ferroher, se le encarga la tarea de realizar el mantenimiento a las partes del motor, concretamente de las culatas, bombas de inyección, inyector, enfriador de aire de carga, enfriador de aceite de lubricación, mientras que los elementos restantes son encargados de su revisión a otras empresas subcontratas de Astican, exceptuando los elementos de pistón, camisa, árbol de levas que son encargadas a personal propio de casa Wärtsilä.

“Intervalos: 12000 horas de servicio”

	Intervalos: 12000 horas de servicio
Engranaje de accionamiento gobernador	Inspeccionar engranaje de accionamiento gobernador Reemplazar partes de necesario.
bomba de agua-HT	Inspeccionar la bomba HT-agua Desmontar y comprobar. Cambie las piezas desgastadas.
HT-agua bomba de engranaje de arrastre	Inspeccionar el engranaje de accionamiento de bomba HT-agua Sustituir las piezas si es necesario.
HT-agua válvula termostática	Limpiar e inspeccionar la válvula termostática de agua caliente Limpiar y controlar el elemento termostático, válvula de cono carcasa y las juntas tóricas.
Bomba de agua-LT	Inspeccionar LT-bomba de agua Desmontar y comprobar. Cambie las piezas desgastadas.
LT-agua bomba de engranaje de arrastre	Inspeccionar el engranaje de accionamiento de bomba de agua LT Reemplazar partes de necesario.
LT-agua válvula termostática	Válvula termostática LT-agua limpia e inspeccionar Limpiar y controlar el elemento termostático, válvula de cono carcasa y las juntas tóricas.
Bomba de lubricante	Inspeccionar la bomba de aceite lubricante Sustituir las piezas si es necesario.
Engranaje de accionamiento de bomba de aceite de lubricación	Inspeccionar lubricante de engranajes de accionamiento de bomba de aceite Sustituir las piezas si es necesario.
Válvula termostática de aceite	Limpiar e inspeccionar el aceite válvula termostática Limpiar y controlar el elemento termostático, válvula de cono carcasa y las juntas tóricas.

La bomba de aceite de pre lubricación	Inspeccionar la bomba de aceite pre lubricante Sustituir las piezas si es necesario.
Turbocompresor	Inspeccionar y limpiar Limpieza del turbocompresor mecánica si es necesario.
Turbocompresor ABB TPL-cargadores	Inspeccionar los cojinetes del turbocompresor Inspeccionar y reemplazar los rodamientos si es necesario. Reemplazar los cojinetes por otros nuevos en 36000h a más tardar. Ver las instrucciones del fabricante.
Turbocompresor Napier NA-cargadores	Inspeccionar los cojinetes del turbocompresor Comprobar y cambiar si es necesario. Ver las instrucciones del fabricante.
Bielas	Reemplazar los cojinetes de cabeza
Bielas	Volver a colocar los tornillos de conexión de varilla. Volver a colocar los tornillos de conexión de la barra por otras nuevas a cada segundo reacondicionamiento al hacer reparaciones de pistón a las 12000 - 16000 horas y en cada revisión al hacer reparaciones de pistón a intervalos de más de 16 000 horas.
Bielas	Volver a colocar cuñas de conexión de varilla. Volver a colocar cuñas de conexión de la barra por otras nuevas a cada segundo reacondicionamiento al hacer reparaciones de pistón a las 12000 – 16000 horas intervalos y en cada revisión al hacer reparaciones de pistón a intervalos de más de 16000 h.
Bielas	Inspeccionar los pequeños cojinetes de cabeza. Inspeccionar los pequeños cojinetes de cabeza. Cambiar si es necesario.
Culatas	Revisión de la culata. Desmontar y limpiar la parte inferior, de entrada y válvulas de escape y los puertos. Inspeccionar los espacios de refrigeración y limpia, si es necesario. Moler las válvulas. Inspeccionar los rotadores de válvulas. Compruebe los

	<p>balancines.</p> <p>Volver a colocar las juntas tóricas en las guías de las válvulas.</p> <p>Cambiar las juntas tóricas en la parte inferior de tornillos de cabeza cilíndrica en cada revisión.</p>
Camisas de cilindros	<p>Inspeccionar las camisas de los cilindros, reemplazar revestimiento si se exceden los límites de desgaste.</p> <p>Perfeccionar los revestimientos.</p> <p>Renovar el anillo anti-pulido.</p>
Aceite lubricante	<p>Cambiar el aceite lubricante</p> <p>Cambiar el aceite en relación con cada revisión pistón o cada cuatro años lo que venga primero, independientemente de los resultados de análisis de aceite. Limpiar todos los espacios de aceite con un paño de alta calidad libre de fibra o sin pelusa cuando cambie el aceite lubricante.</p>
Pistones	<p>Inspeccionar los pistones.</p> <p>pistones compuestos deben ser desmanteladas para la inspección de las superficies de contacto entre la falda del pistón y la cabeza del pistón.</p> <p>Inspeccionar y espacios aceite limpio.</p>
Pistones, aros de pistón	<p>Inspeccionar pistones y segmentos</p> <p>Tire, inspeccionar y limpiar.</p> <p>Compruebe la altura de las ranuras de los anillos (la altura libre de los anillos).</p> <p>Comprobar los aros de retención de los bulones. Reemplazar conjunto completo de aros de pistón. Tenga en cuenta el programa de rodaje.</p>
Válvulas de entrada	<p>Comprobar las válvulas de entrada.</p> <p>Compruebe a partir válvulas en la culata. Sustituir las piezas si es necesario.</p>

Fuente: Manual Wärtsilä

“Intervalos: 12000 - 16000 horas de servicio”

	Intervalos: 12000-16000 horas de servicio
Electro-neumático dispositivo de disparo de sobre velocidad	<p>Reacondicionamiento de los cilindros del dispositivo de disparo de exceso de velocidad en la bomba de inyección</p> <p>Cambiar las piezas desgastadas.</p> <p>Volver a colocar el sellado y la junta</p>

	tórica.
Bombas de inyección	Reacondicionamiento de las bombas de inyección. Bombas de inyección de limpiar e inspeccionar, sustituir piezas desgastadas. Vuelva a colocar los tapones de erosión.
Inyección bloque de guía de la bomba	Revisión de la inyección bloque de guía de la bomba. Comprobar empujadores. Cambiar las piezas desgastadas / dañados si es necesario.

Fuente: Manual Wärtsila

4.1 Culatas

Lo primero que se llevo a cabo fue el desmontaje de las culatas del motor Wärtsila 32, lo que debido al poco espacio para maniobrar en la sala del motor se tomo una serie de medidas para poder realizar el desmontaje del mismo.

Las operación de cierre de válvulas y del agua fue realizado por los operarios del propio buque, por lo que únicamente nos toco quitar las tapas y realizar el desmontaje de la culata del motor:

- Una vez fue retirado las tapas dejando al descubierto la culata se procedió a desmontar los balancines y tubos del motor, estas piezas se encontraban en perfectas condiciones de uso por lo que se separó y se dejó a una lado de la sala para limpiar con gasoil y volverlas a usar para su montaje cuando se finalizará las reparaciones.

- También se retiraron la conexión del tubo de combustible que de la bomba de inyección que conectaba con la varilla de combustible del inyector del interior de la culata.

- Retirados los balancines y tubos se utilizo gato hidráulico para poder aflojar las tuercas de la culata.

- Por medio del útil de elevación se procedió a quitar las culatas del motor. Esta maniobra tenia la complejidad de que usando el motor con gancho que se encontraba encima del propio motor se iba desplazando a popa y por medio de tecles se fueron elevando y desplazando las culatas hasta llevarla a la zona correspondiente para sacarlas fuera del buque y llevarlas al taller, las cuales se llevaron a cabo por medio de las herramientas llamadas tecles, los cuales gracias a los ganchos y cadenas permitieron que por medio de varios realizando enganches a lo largo del trayecto poder elevar las piezas y llevarlas a la bodega la cual por medio de una grúa eras sacadas del buque para colocarlas en los respectivos vehículos para poder llevarlas al taller y realizar las tareas de mantenimiento y reparación de las mismas.

Ilust. 37 “Balancines y tubos colocados en el barco, al realizar el desmontaje de la culata”



Fuente: Trabajo de campo.

Ilust. 38 “Uso del gato hidráulico y punzón”



Fuente: Trabajo de campo.

IV. Resultados

En el taller se procedió a desmontar las culatas y revisar las partes de las mismas para ver si se encontraban en buenas condiciones para ello se realizaron los siguientes pasos:

- Quitar elemento que hace de conexión los muelles de las válvulas y el balancín.
- Utilizar el útil para apretar los muelles y poder quitar dos placas de medias lunas que sirven de seguro para el rotocap de los muelles y válvulas, luego se procede a retirar los muelles.
- Desmontar varilla de combustible utilizando llave, válvulas de seguridad, tubos de lubricación.
- Se procede a desmontar de la parte superior las tuercas que soportan el inyector y se procede a retirarlo.
- Por medio de una grúa se levantan las culatas para poder retirar las válvulas, las cuales caen por ellas mismas al producirse el levantamiento de las mismas.
- Retirar las juntas y tóricas, para sustituirlas. Esto es debido a que el fabricante y los encargados del buque decidieron cambiarlas por completo, ya que tenían múltiples juegos del fabricante.

Ilust. 39 “Inyector sacado de la culata”



Fuente: Trabajo de campo.

Una vez desmontadas se comprueban cada una de las piezas. Se separan los inyectores que son llevados a una sala donde son desmontados y probados. Las válvulas son examinadas, para comprobar si deben ser rectificadas o cambiadas. Las demás piezas son limpiadas con gasoil y se comprueban de forma visual que no están dañadas.

Ilust. 40 “Rotocap tras ser limpiado con gasoil”



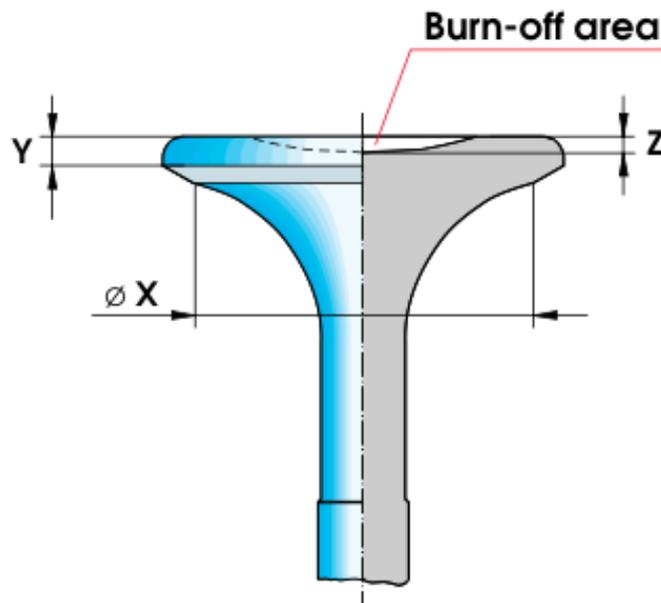
Fuente: Trabajo de campo.

De las piezas que componen la culata, exceptuando el inyector y sus elementos, así como ciertas válvulas, las demás piezas de la culata tras realizar limpieza con gasoil elementos de tornillería, rotocap, muelles, válvulas de seguridad, varillas, estaban en perfectas condiciones para proceder de nuevo a su montaje. Mientras que ciertas válvulas necesitaban ser rectificadas y otras debido a que no podían serlo fueron sustituidas.

Para poder saber si eran necesarias la rectificación de las válvulas, se acudió a la información solicitada por el manual del motor el cual especificaba los pasos a seguir para su comprobación.

4.1.1 Válvulas

Ilust. 41" Válvula, medidas"



Fuente: Manual Wärtsila.

Según indicaciones del manual se procedió a limpiar las válvulas, asientos, conductos y guías, así como la parte inferior de la cabeza del cilindro.

La medida "Y" debe ser más de 7,8 mm (nominal 8,8 mm) y la medida "Z" debe ser inferior a 1 mm. Si las medidas exceden estos límites, la válvula debe ser reemplazada.

También se recomienda un reacondicionamiento de anillo de válvula de entrada y asiento de válvula por medio de rectificado o por mecanizado. Si sólo existiesen una ligera picadura, realizar un lapeado.

Antes de la mecanización, se debe controlar el juego vástago de la válvula. Si la separación es demasiado grande, medir el vástago y guía, y cambiar la pieza desgastada; la guía de la válvula puede ser presionado hacia fuera.

En el montaje, el enfriamiento con nitrógeno líquido se recomienda, pero al presionar con lubricación de aceite también puede ser aceptada. Después de encajar, comprobar el agujero de guía y calibrar, si es necesario.

Ilust. 42 “Válvulas de la culata”



Fuente: Trabajo de campo.

El esmerilado de las válvulas de admisión, si hay ligeras puntos blancos en las caras de sellado pueden pulirse a mano:

- Montar la herramienta de giro a la válvula.
- Aplicar una capa delgada de lapeado compuesto a la superficie de sellado de la válvula.
- Girar la válvula de un lado a otro hacia el asiento con la herramienta de torno. Levante la válvula desde el asiento a intervalos mientras se realiza lapeado.
- Retirar la menor cantidad posible de material porque las caras de sellado se han endurecido durante la operación y son valiosos.
- Limpiar la válvula y el asiento con cuidado después de rodar.
- Rectificadora de escape y válvulas de entrada La válvula debe ser enfriado por el agua durante la molienda.

4.1.2 Superficie de asiento de la válvula de admisión:

El ángulo del asiento de la válvula de entrada es de 20° con una tolerancia de $0^\circ - + 0,10^\circ$. Mínimo permisible diámetro interior "X" de la cara del asiento después de la molienda es de 85 mm, después de eso, la válvula debe ser reemplazada por una nueva.

Superficie de asiento de la válvula de escape: El ángulo del asiento de la válvula de escape es de 40° con una tolerancia de $0,10^\circ - + 0,20^\circ$ para lograr el contacto con el anillo de asiento en la periferia de la válvula. Mínimo permisible diámetro interior "X" de la cara del asiento después de la molienda es de 82 mm, después de eso, la válvula debe ser reemplazada por una nueva.

El anillo de asiento de la válvula de admisión: El ángulo del asiento del anillo de asiento de la válvula de entrada es de 20° con una tolerancia de $-0.30^\circ - -0.10^\circ$. El asiento se puede moler hasta que el diámetro exterior del asiento es de 113 mm; después de eso, el anillo debe ser reemplazada por una nueva.

Anillo de asiento de la válvula de escape: El ángulo del asiento del anillo de la válvula de escape es de 40° con una tolerancia de $+ 0,20^\circ - 0^\circ$. El asiento puede ser molido hasta que el diámetro exterior es de 110 mm; después de eso, el anillo debe ser reemplazada por una nueva.

Una vez hecho esto con las válvulas que hayan sido rectificadas se separan para cuando vaya a procederse el montaje de las culatas.

4.1.3 Rectificado y cambio de los casquillos de la culata:

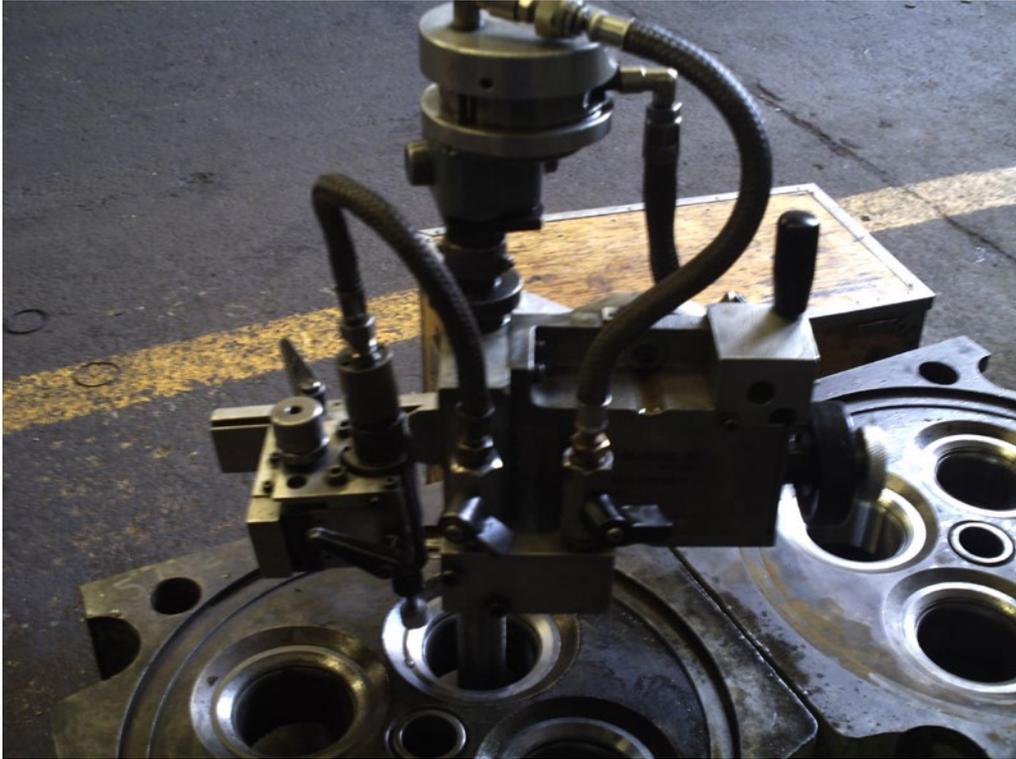
Una vez quitadas las piezas de las culatas, las culatas son llevadas a una maquina de ultrasonidos para su limpieza.

Después se llevan para comprobar el estado de los casquillos y proceder a realizar rectificación si no supera la medida de 0.1 mm o cambiarlos si no es posible realizar su rectificado.

Para la realización del rectificado se utilizo una rectificadora que se montaba por medio de una guía entre los casquillos de la culata. Una vez centrada se ajusta muela rectificadora a los casquillos y se activa la rectificadora.

Hay que tener en cuenta que esta gira en un sentido cuando baja y otro cuando sube por lo que hay que estar atento para cambiar el sentido cuando se mueve de forma manual, aunque si se usa de forma automática esta gira mas lentamente pero se puede ajustar el limite de movilidad de la misma.

Ilust. 43 “Rectificado de los casquillos”



Fuente: Trabajo de campo.

Para el cambio de los casquillos se prepara unas tapas que se elaboran con la medida de los casquillos para poder realizar cierre y soldarlas a los casquillos para poder quitarlos.

Una vez sellado se eleva la culata y por medio de una válvula antigua que no se utilice se introduce el vástago y se golpea con fuerza para levantar la tapa y esta levante los casquillos y poder retirarlos de la culata.

IV. Resultados

Ilust. 44 “Tapado y pieza soldada a los casquillos”



Fuente: Trabajo de campo.

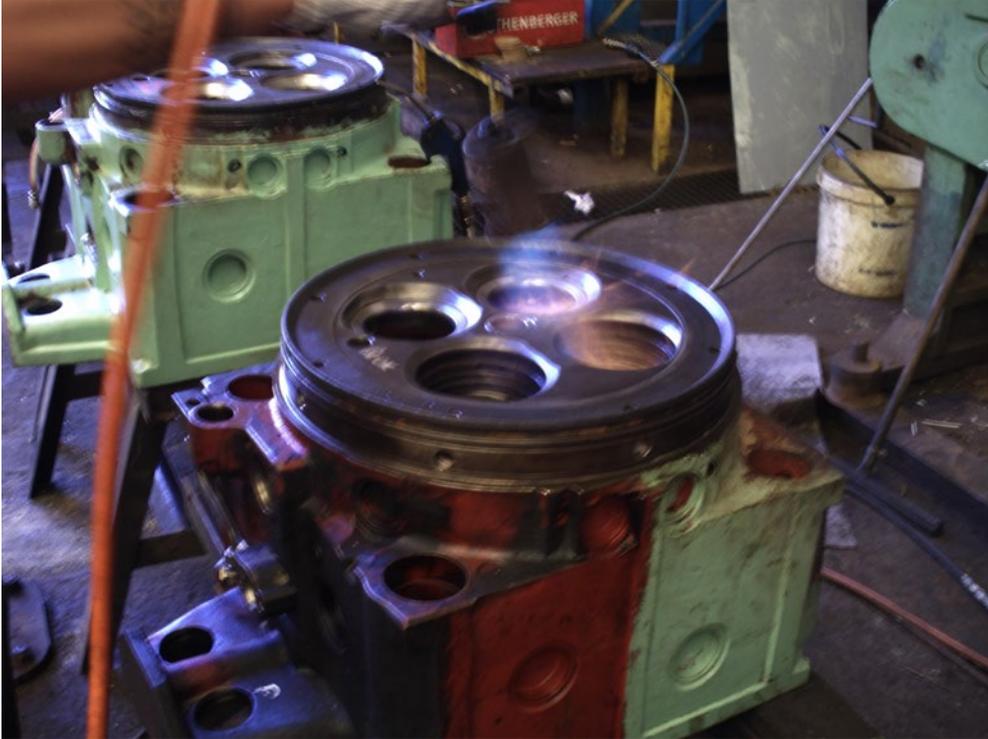
Ilust. 45 “Quitados los casquillos de la culata”



Fuente: Trabajo de campo.

Una vez retirados los casquillos en la superficie que queda, se limpia. Luego por medio de un soplete a temperaturas superiores a 80°C se calienta la base de los casquillos para sustituirlos.

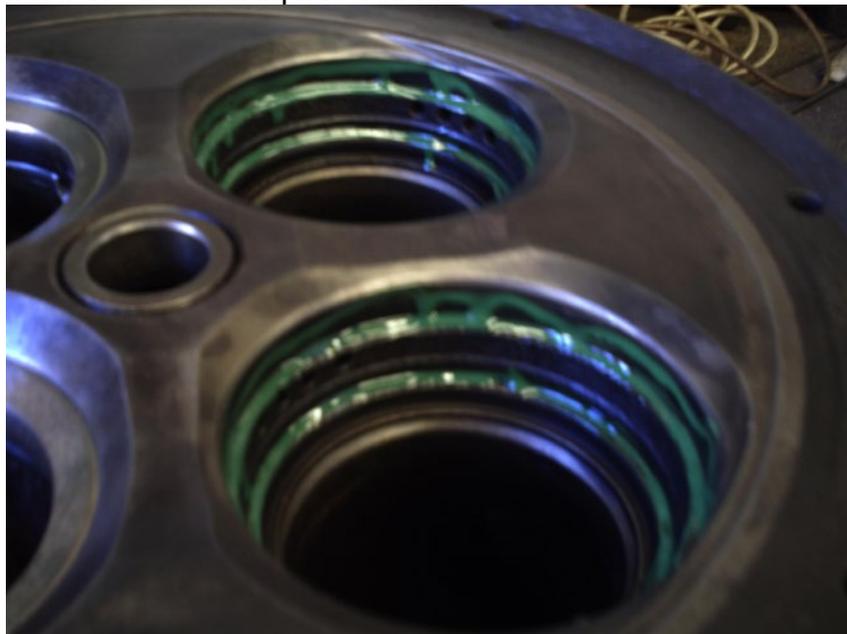
Ilust. 46 “Soplete en la base de los casquillos”



Fuente: Trabajo de campo.

Una vez calentado se usa un adhesivo sellador, que es un retenedor para superficies metálicas, para luego colocar los nuevos casquillos.

Ilust. 47 “Uso del liquido sellador”



Fuente: Trabajo de campo.

IV. Resultados

Los nuevos casquillos están enfriados por medio de nitrógeno líquido, que tras realizar el calentado de la base de los casquillos por medio del soplete son retirados y preparados para su colocación.

Ilust. 48 “Colocación de los casquillos enfriados en nitrógeno líquido”



Fuente: Trabajo de campo.

Una vez colocados los nuevos casquillos y por medio de un martillo de goma son golpeados y se espera a que se produzca el cierre.

Ilust. 49 “Casquillos cambiados”



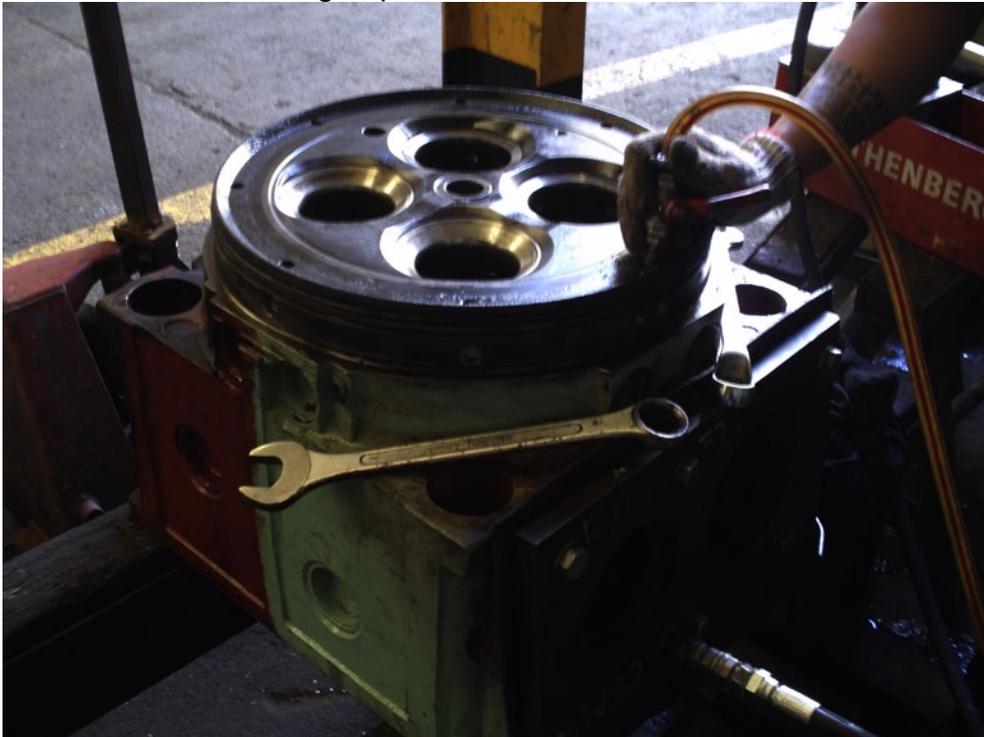
Fuente: Trabajo de campo.

Después de haber rectificado o cambiado los casquillos se preparan las culatas para realizar la prueba de estanqueidad, y observar que no existen pérdidas de los casquillos.

La prueba de estanqueidad consiste en rellenar la culata de agua por uno de los orificios hasta que rebose y por medio de un útil que simula la conexión de la camisa con la culata y producir sellado.

Luego por medio de un segundo útil para sellar la zona de admisión y de escape y sellado de entradas se usa una conexión de una manguera y bomba para darle una presión manual de cerca de 10 bar para realizar prueba de estanqueidad.

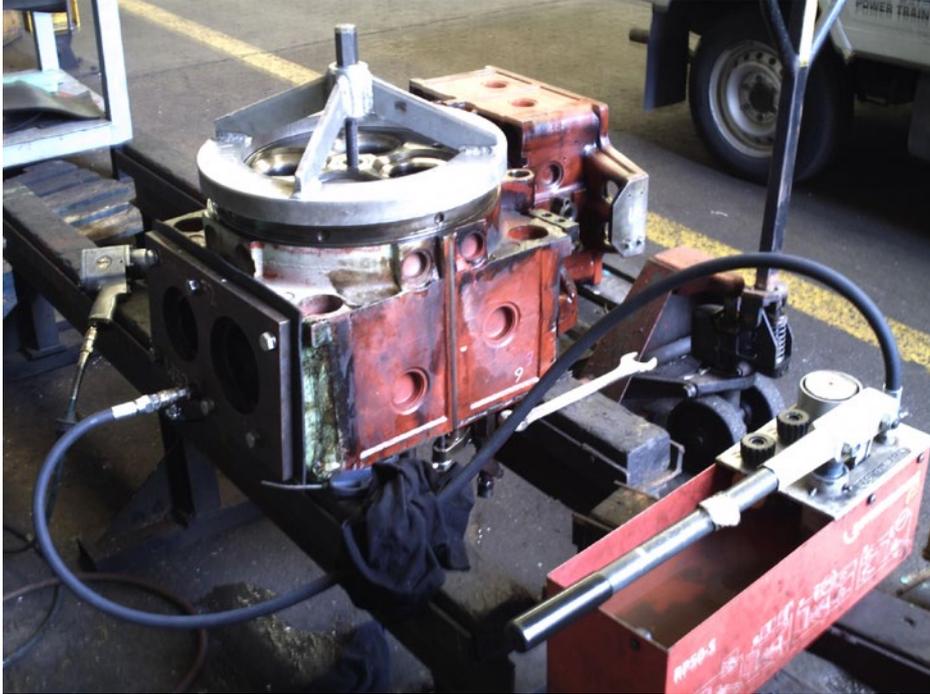
Ilust. 50 “Llenado de agua por medio de los orificios”



Fuente: Trabajo de campo.

Visualizar durante 15 – 20 min, que no existan pérdidas en la culata, en la parte de la colocación de los útiles, como por la zona de montaje de los casquillos.

Ilust. 51 “Prueba de estanqueidad”



Fuente: Trabajo de campo.

4.1.4 Montaje de las culatas

- Por medio de una grúa se levantan las culatas para poder colocar las válvulas.
- Se introduce el inyector y se colocan las tuercas que hacen de soporte al inyector.
- Montar varilla de combustible utilizando llave, válvulas de seguridad, tubos de lubricación.
- Se colocan los muelles y se utiliza el útil para apretar los muelles y poder colocar dos placas de medias lunas que sirven de seguro para el rotacap de los muelles y válvulas.
- Se colocan los pasadores ajustables que hacen de conexión muelles de las válvulas y el balancín.
- Montar las juntas y tóricas que aporta el fabricante.

En el buque por medio de una grúa son colocadas las culatas en la bodega, y por uso de teclas transportadas por el buque hasta llega a la grúa motorizada que se uso para sacarlas del motor. A medida que se van montando se observa que las tóricas estén bien colocadas y se procede a montarlas sobre las base del motor.

Ilust. 52 “Ajustando tórica de la culata”



Fuente: Trabajo de campo.

Ilust. 53 “Colocación de la culata en su base”



Fuente: Trabajo de campo.

IV. Resultados

Una vez colocadas las culatas en el motor se procedió:

- A la colocación de las tuercas por medio de gato hidráulico y punzón.
- Colocación de los balancines y tubos.
- Para ajustar los balancines se utilizo un mando del motor por el que empezó a dar vueltas para ajustarlas correctamente, se dio vuelta al motor de forma manual.

4.2 Inyector

4.2.1 Reacondicionamiento de inyector (desmontaje):

Para el desmontaje del inyector se siguió las indicaciones que la propia compañía Wärtsilä indicaba a la hora de realizar el reacondicionamiento así como la propia experiencia de los trabajadores que estaban realizándola. Por ello se siguió a realizar los siguientes pasos:

Se inspeccionó la boquilla inmediatamente después de retirar el inyector de la culata. Los depósitos de carbonilla indicaban que la boquilla está en malas condiciones, o que el muelle pudiese estar roto.

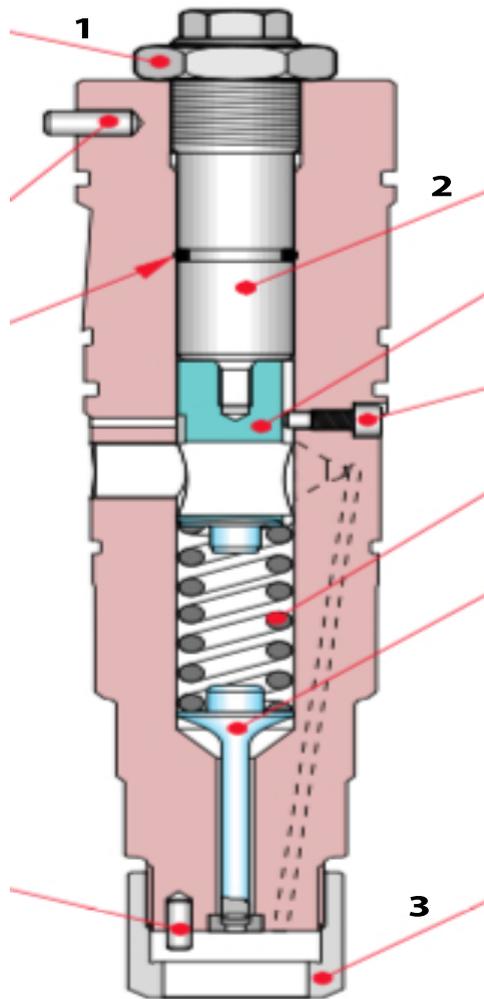
Se limpió el exterior de la boquilla con un cepillo.

Se liberó tensión del resorte de la boquilla abriendo la contratuerca (1) y soltando el tornillo de ajuste (2) (ver ilustr. 43)

Se retiró la boquilla del soporte girando la tuerca de la tapa (3) con llave de tuerca de 55 mm hasta que se produjera un afloje.

Se mantuvo la boquilla junto con el cuerpo de soporte, no dejar que se salga con la tuerca. Si hay choque entre la boquilla y la tuerca, los pasadores pueden romperse y dañar la boquilla. Nunca se debe golpear directamente de la boquilla, ni dejar que esta se caiga.

Ilust. 54 "Parte interna del inyector"



Fuente: Manual Wärtsila.

Luego se comprobó el movimiento de la aguja de boquilla que puede variar de la siguiente manera:

- Aguja completamente libre.
- Aguja libre para moverse dentro del rango normal de elevación.
- Aguja está pegado.

La aguja no debe de ser retirada por la fuerza. A menos que se puede quitar fácilmente, sumergir la boquilla en el aceite lubricante de aceite y se calienta a 150-200 ° C. Normalmente, la aguja puede ser retirado de una boquilla caliente. En todos los casos que tuvimos la aguja se pudo retirar de los inyectores de manera fácil, por lo que no nos hizo falta sumergirla en aceite.

Limpiar los componentes, para ello, como al desmontarse la piezas de los inyectores fueron separadas por bandeja, es decir, cada bandeja llevaba el inyector y todas las piezas que lo componían, fueron limpiados por gasoil limpio

en otras bandejas, de manera que se sumergían en gasoil y por medio de cepillos específicos se limpiaron todas las piezas manualmente así como orificios y cuerpo del inyector.

Antes de insertar la aguja en el cuerpo de la boquilla, sumergir los componentes en el aceite de combustible limpio o aceite especial para sistemas de inyección. superficies de asiento, superficies deslizantes y sellado de caras contra el soporte de la boquilla deben ser cuidadosamente controlados.

Limpiar el soporte de la boquilla y la tuerca tapa con cuidado.

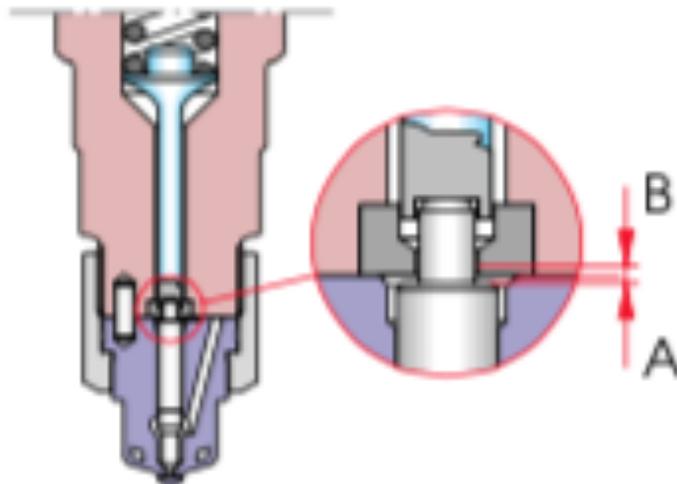
Comprobar el muelle de boquilla.

Comprobar la cara de soporte de la boquilla de sellado de alta presión, es decir, la cara de contacto de la boquilla y la parte inferior del orificio de entrada de combustible.

Comprobar máxima de elevación de la boquilla, es decir, la suma de las medidas A y B (Fig. medidas de elevación). Si el desgaste B supera 0,10 mm, el soporte de la boquilla puede ser enviado al fabricante. Si la elevación total está fuera del valor indicado 80 ± 0.05 mm, la boquilla debe ser sustituida por una nueva.

Volver a montar la válvula de inyección. Apretar la tuerca tapón con el par indicado 450 Nm.

Ilust. 55 “ Medidas de elevación”



Fuente: Manual Wärtsilä.

Cuando estábamos por montar los elementos del inyector, se nos entregó nuevas pizas por parte de la casa Wärtsilä para que sustituyéramos las piezas de las varillas y boquillas de los inyectores. Aunque aun estaban dentro de los márgenes establecidos para poder seguir usándose, se cambiaron por completas. El resto de los elementos como los muelles, etc.. estaban en perfectas condiciones de uso.

4.2.2 El montaje del inyector:

Comprobar que la superficie inferior del orificio de la culata de cilindros está limpio. Si es necesario, limpiar o pulir la superficie con los útiles de limpieza para la superficie de sellado de la válvula de inyección. Si es necesario, la culata debe ser levantada.

Poner nuevas juntas tóricas en la válvula de inyección. Lubricar las juntas tóricas con aceite lubricante o grasa.

Montar la válvula de inyección dentro del orificio de la culata y apretar las tuercas con la mano. Tenga en cuenta la posición del pasador de guía. Ponga nuevas juntas tóricas en la pieza de conexión y protección en la manga si se ha eliminado.

Montar el manguito protector sobre la pieza de conexión si se ha quitado.

Apretar manualmente el tornillo en la pieza de conexión. Apretar para corregir torque. Apretar los tornillos de la manga protectores. Montar la pieza de conexión en la culata. Tornillo en la pieza de conexión con la mano. Apretar al par correcto.

Apretar los tornillos de fijación de la brida.

Apretar las tuercas de fijación de la válvula de inyección.

Montar el tubo de inyección y apretar las tuercas al par.

Cerrar las cubiertas.

4.2.3 Prueba de timbrado del inyector:

Ilust. 56 “Máquina de timbrado del inyector”



Fuente: Trabajo de campo.

Una vez montado el inyector con las mismas piezas o sustituidas se utiliza un útil especial para la colocación del inyector en la maquina de timbrado.

La maquina simula la entrada de combustible en el inyector como si estuviera en funcionamiento en el motor. Una vez conectada se le va dando poco a poco presión aumentándolo de 5 – 10 bar en adelante, hasta llegar a la presión recomendada por el fabricante de uso que esta en torno superior a los 200 bar, siendo la presión de trabajo correcta de 205 – 220 bar.

Para ir realizando el aumento de presión se debe ir girando la contratuerca con llave adecuada para ir dando tensión al resorte de la boquilla, de esta manera se va incrementando la presión de trabajo.

Se puede observar que el inyector funciona correctamente debido a que se puede observar a través de la caja como trabaja el pulverizador y si expulsa de forma correcta el liquido que simula al combustible. Además del ruido característico que emite el inyector al trabajar a la presión recomendada.

Se recomienda dejar trabajando durante 10 – 20 min al inyector en cuanto ha llegado a la presión de trabajo recomendada por el fabricante.

IV. Resultados

También cuando se realizaba la prueba de timbrado se tomo una serie de indicaciones que eran recomendadas por el fabricante para conocer el estado de ciertas piezas del mismo inyector:

Comprobar la presión de apertura:

- La válvula del manómetro abierta.
- Bombear lentamente y observar el manómetro tener en cuenta la presión de apertura.

Si la presión de apertura es superior a 20 bar por debajo del valor declarado, con el movimiento amortiguado del indicador, que indica un resorte roto o piezas muy desgastadas.

La simetría de la pulverización se puede evaluar cuando tenga la presión de apertura ajustada primero a 50 - 100 bar. La carrera de la aguja mediante bomba de prueba estándar de la mano está cerca de nominal con una baja presión de apertura. La distribución desigual puede significar bloqueo o desgastado orificios de rociado.

Comprobar la estanqueidad del asiento de la aguja:

- Aumento de la presión a un valor de 20 bar por debajo de la presión de apertura.
- Mantener constante la presión durante 10 segundos y compruebe que no hay gotas de combustible se producen en la punta de la boquilla. Una ligera humedad puede ser aceptable.

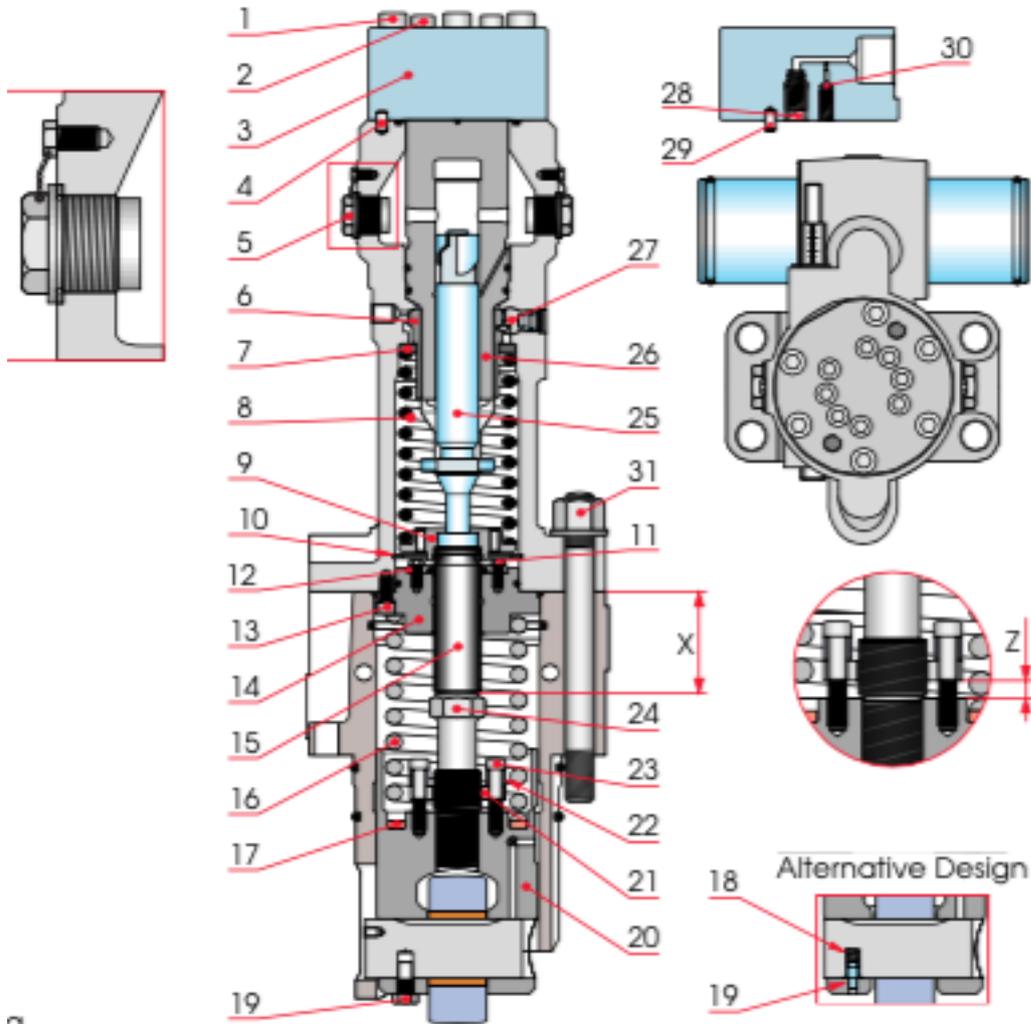
Comprobar la estanqueidad guía de la aguja:

- Aumentar la presión en la bomba de prueba de más de 300 bar.
- Parada de bombeo y medir el tiempo de caída de presión desde 250 hasta 200 bar. En una nueva tobera el tiempo varía entre 3 - 6 segundos, pero es mucho dependiendo del equipo de prueba. Para juzgar el desgaste correctamente, debe tener en cuenta el tiempo de caída de presión en una nueva boquilla y comparar los resultados con pruebas más adelante los resultados con la misma boquilla. Si el tiempo de caída de presión en una boquilla utilizada se redujo a un tercio de la original, el guiado está desgastado demasiado y la boquilla tiene que ser reemplazado.

Finalmente, fueron transportadas hasta las culatas para por ser montadas en ellas como, se indicó, cuando se realizo el montaje de las culatas.

4.3 Bombas de Inyección

Ilust. 57 “Bomba de inyección”



Fuente: Manual de Wärtsilä.

1. Tornillo
2. Tornillo
3. Cabeza pieza
4. Perno
5. Tornillo de erosión
6. Control de la manga
7. Placa de Primavera
8. Primavera
9. titular de la primavera
10. Anillo de retención
11. Tornillo

IV. Resultados

12. Cubierta
13. Tornillo
14. Brida
15. Vara de Empuje
16. Resorte
17. Disco de resorte
18. Resorte
19. Tornillo / perno
20. Varilla de levantamiento
21. Placa de bloqueo
22. Manga
23. Tornillo
24. Tornillo de ajuste
25. Elemento de émbolo
26. Elemento de cilindro
27. Entrante Combustible
28. La válvula de envío + resorte
29. Perno
30. Válvula de alivio de presión + resorte
31. Tuerca

4.3.1 Desmontaje de la bomba de inyección:

Para desmontar la bomba de inyección del motor se retiró la conexión del tubo de combustible con la culata (varilla de combustible del inyector de la culata), así como la conexión del colector.

Luego quitar los tornillo que hacen de apriete a la base de la bomba de inyección que sirven de sujeción para situarla en el motor.

Una vez retirado los elementos externos de la bomba de inyección esta queda suelta, por lo que colocando útil de elevación en la parte superior de la misma para poder proceder a retirarla del motor y por medio de tecles poder transportarla hasta la bodega para poder llevarla al taller para realizar reacondicionamiento de la misma.

Me recomendaron que el conjunto de los elementos del cilindro como son, el émbolo y válvula de salida deberían mantenerse juntos durante la revisión así como los demás elementos, de manera que cada bomba al desmontarlas colocamos cada uno de los elementos en sus bandejas correspondientes.

Es recomendable poner la bomba en un tornillo de rosca, en posiciones convenientes para las diferentes operaciones para girar el lado de la bomba de arriba hacia abajo.

Se aseguró el conjunto de manguito del husillo mediante el uso del útil que sirve para darle presión al muelle para poder retirar el anillo de retención mediante el uso de los alicates. Después de retirar el anillo se libera la tensión del muelle y se retira la herramienta. Retirada la herramienta queda libre el husillo de empuje, soporte de muelle, el resorte y el émbolo que pueden ser ahora retirados.

Ilust. 58 “Bombas desmontadas y separadas”



Fuente: Trabajo de campo.

Una vez realizado los pasos anteriores se procedieron a retirar la placa de resorte y el manguito de control.

Se deberá desmontar los tornillos de la cabeza de la bomba transversalmente y a intervalos de 30°.

Luego retirar la pieza de cabeza y retirar la válvula de suministro de combustible con válvula de alivio de resorte y de presión con muelle.

IV. Resultados

Retirar el elemento cilíndrico mediante el uso de una herramienta suave.

Quitar la cremallera y tornillo que sirve de ajuste.

Lavar las partes de gasoil absolutamente limpio, se presta especial atención a las ranuras y orificios para el combustible y la fuga de aceite lubricante. Al manipular pequeños componentes del equipo de inyección donde se limpio manualmente las piezas. Así mismo, se mantuvo las piezas juntas. Normalmente, más desmontaje no es necesario. Es recomendable para mantener los componentes de diferentes bombas separados unos de otros, o para marcar ellos para que puedan encajar en la misma bomba. Las partes deben ser protegidas contra la oxidación, y la superficie de rodadura del elemento de émbolo no debería ser manejados innecesariamente con los dedos.

Después se uso una turbina, que es un cepillo neumático para limpiar y quitar toda la bomba, tanto el cuerpo externamente e internamente, así como las conexiones, asientos de la bomba. Y se procedió nuevamente a limpiarse con gasoil.

Ilust. 59 “Piezas separadas individualmente y para limpiar con gasoil”



Fuente: Trabajo de campo.

Los elementos estaban en condiciones óptimas de uso, no existían ningún desperfecto, no obstante tenían bastante suciedad, como la propia bomba en sí, y se tardó bastante en maniobras de limpieza.

4.3.2 Montaje de la bomba de inyección:

Para realizar el montaje de la bomba se realizó de la misma forma que se produjo el montaje pero en sentido inverso. Realizando los siguientes pasos para su montaje.

Volver a instalar la válvula de suministro con el resorte y la válvula de alivio de presión con muelle en la pieza de cabeza.

Atornillar el elemento de cilindro junto con la cabezal con los tornillos. Comprobar que el pasador de fijación está montado correctamente.

IV. Resultados

Volver a instalar el elemento de cilindro con la pieza de cabeza dentro de la carcasa, ligeramente apretando los tornillos en sentido transversal. Apretar los tornillos en sentido transversal en pasos a la par de fuerzas determinado. Los tornillos constaran de dos tipos siendo los primeros la circunferencia interior y los segundo circunferencia exterior, teniendo los primeros una presión de 60+/- 6 Nm y los segundos 33 +/- 3 Nm.

Volver a instalar la placa de resorte y el muelle.

Volver a instalar el elemento de émbolo de montaje con el soporte de muelle y el husillo de empuje con cuidado en su posición correcta.

Presionar el husillo de empuje con cuidado hacia abajo con el útil, para hacer que el émbolo paletas se deslizen en las ranuras del manguito de control se puede mover suavemente la rampa de combustible.

Cuando el émbolo es lo suficientemente profundo instalar el anillo de retención con unos alicates. Retirar el útil.

Antes de la brida de montaje, la comprobación de que el sellado está intacto. Si fuera necesario, sustituir el sellado mediante la apertura de los tornillos y retirar la tapa y el sellado.

Montar la brida y apretar los tornillos con el par indicado.

Colocar cremallera de combustible y comprobar que se pueda mover fácilmente.

Luego se embolsó, por completo la bomba para ser almacenado hasta que se llevase al buque para realizar montaje en el motor.

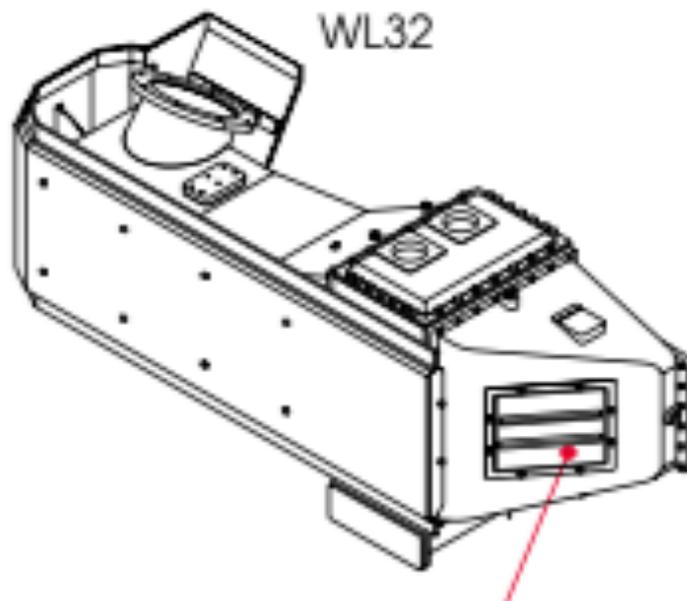
Por medio de una grúa se transportaron desde el exterior del buque a la bodega, donde por medio de dos personas estas fueron llevadas a carga hasta donde se colocaba la bomba para montarla en el motor.

Para montarla en el motor, se colocó sobre la base donde va situada, se ajusto y se coloco el colector, al igual que el tubo de conecta la bomba con la varilla de combustible del inyector de la culata, y se apretó los tornillos de la base de la bomba donde se sujetaba.

4.4 Enfriador de aire de carga

La tarea del enfriador de aire de carga que se encomendó a la empresa fue la de desmontar la carcasa que está fijada al bloque del motor por medio de tornillos en el lado del motor y de llevarla al taller para observar que no existiesen desperfectos y proceder a una limpieza para luego volver a ser montada en el motor.

Ilust. 60 “Enfriador de aire de carga”



Fuente: Manual Wärtsilä.

4.4.1 Desmontaje del enfriador de aire de carga

Lo primero fue colocar dos teclas a mitad de la carcasa para hacer sujeción de la misma para poder proceder a quitar los tornillos de apriete con la herramienta correspondiente.

A medida que se van quitando los tornillos se van colocando en una bolsa, o caja para poder separarlos para luego limpiarlos y volverlos a usar para colocar de nuevo la carcasa al motor.

Cuando se retiró la carcasa del motor, quedó sujeta por los teclas que después se fueron usando para ir desplazando la carcasa para poder sacarla del buque para poder llevarla al taller.

4.4.2 Limpieza del refrigerador de aire:

Una vez desplazado al taller la carcasa se procederá al desmontaje de las partes para realizar la limpieza. La limpieza de las superficies de intercambio de calor de agua y de aire es imperativo para una larga y un funcionamiento sin problemas del motor y debe realizarse a intervalos regulares. Los pasos que se realizaron fueron los siguientes:

Ilust. 61 “Enfriador de aire de carga en el motor”



Fuente: Trabajo de campo.

Se procedió a retirar la placa de protección de la carcasa del refrigerador de aire. Para ello aplicar la herramienta de elevación.

Retirar los tornillos de la brida más frías en el caso de que aun estuviese en caliente.

Limpiar el lado de aire del enfriador por inmersión en un baño de limpieza química durante al menos 24 horas. Se recomienda la limpieza del tanque

debe estar equipado con tubos perforados en la parte inferior para el mejor efecto de limpieza. Durante la limpieza a vapor o aire a presión debe estar conectado a las tuberías para conseguir una buena circulación. Cuando se haya completado la limpieza, el refrigerador debe limpiarse a fondo por agua.

El uso de un chorro de agua a alta presión para el lavado, debe evitarse porque:

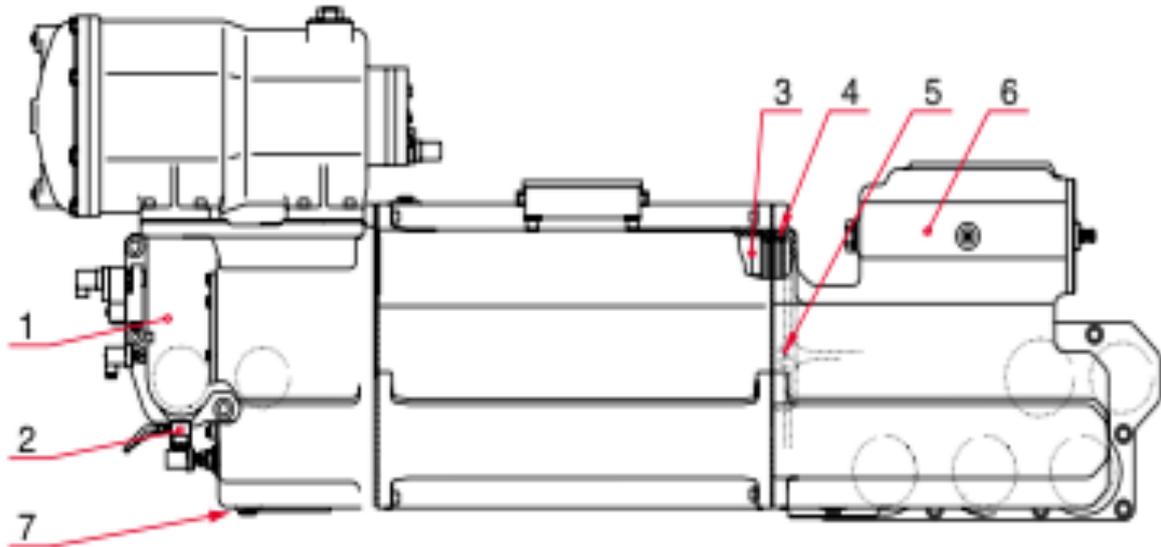
- Se puede embalar la tierra en el centro del enfriador.
- El riesgo de dañar las aletas del refrigerador es grande.

Limpiar el lado del agua separando las cabeceras, desde el haz más fresco y la inmersión del haz de tubos en un baño de limpieza química durante al menos 24 horas. Al finalizar, seguir las recomendaciones dadas por el lado del aire. Compruebe las juntas antes de volver a montar las cabeceras.

Ventilar el refrigerador y comprobar la estanqueidad al poner en marcha. Este último paso fue elaborado por personal del buque que realizaron pruebas cuando finalmente todos los elementos del motor estaban instalados y pretendían arrancar el motor para hacer pruebas de funcionamiento.

4.5 Enfriador de aceite de lubricación

Ilust. 62 “Enfriador de aceite de lubricación”



Fuente: Manual Wärtsilä.

4.5.1 Desmontaje:

Abrir la válvula (2) para la válvula termostática y drenar la carcasa. El resto del aceite lubricante en el alojamiento de refrigerador puede ser drenado de la clavija (7).

Tener cuidado al abrir el refrigerador de aceite lubricante. A pesar del drenaje que siempre quedará una pequeña cantidad de aceite lubricante en el alojamiento.

Escurrir el lado del agua tanto como sea necesario.

Aflojar los tornillos de fijación y retire la carcasa.

Válvula termostática completa LT (6) y de sellado (5).

Retirar las juntas tóricas libres (4).

Marcar la posición de la pila de tubo con respecto a la chaqueta.

Mover el haz tubular hacia el lado de alojamiento de la válvula de control de LT hasta la segunda junta tórica es accesible. Retire la junta tórica.

Retirar la pila de tubo desde el lado de la carcasa del termostato de aceite lubricante.

Ilust. 63 “Enfriador de aceite de lubricación”



Fuente: Trabajo de campo.

4.5.2 Montaje:

Comprobar las líneas limpias arañazos de arena en todas las superficies de la junta. Reacondicionar y utilizar las nuevas juntas tóricas. Engrasar ligeramente con un lubricante de junta tórica apropiada.

Mover el haz tubular dentro de la camisa. Compruebe la posición del haz de tubos utilizando las marcas mencionadas anteriormente.

Montar las juntas tóricas en la placa de tubos libres (LT lateral).

Mover la pila tubo hacia el lado de la válvula termostática de aceite lubricante en la medida que sea necesario para exponer las ranuras tóricas.

Montar las dos juntas tóricas.

Mover el haz de tubos hacia la válvula termostática LT hasta que la ranura para las placas de bloqueo estén en la posición correcta.

IV. Resultados

Montar el sellado combinado / placas de bloqueo.

Montar la válvula completa LT-termostática.

Montar la válvula termostática de aceite lubricante completa.

Ilust. 64 “Enfriador de aceite de lubricación para montaje”



Fuente: Trabajo de campo.

V. Conclusiones

1. Aunque la finalidad era la de determinar todos los elementos de que se componen el motor, se consiguió visualizar elementos que se observaron en el transcurso del trabajo realizado. Los elementos que se pudieron detallar fueron los trabajados que se expusieron en el capítulo 5, mientras que los demás elementos se pudieron determinar gracias a documentos informativos como el manual del motor.
2. Para la guía del montaje y desmontaje únicamente se expuso los elementos que se trabajaron, esto fue debido a que la empresa fue contratada para ejercer una determinada tarea en el proceso de mantenimiento del motor. Los demás elementos vienen detallado en el manual, pero se considero tratar solamente los elementos que se trabajaron en el desarrollo del mantenimiento del motor.
3. Cuando se realizo el trabajo en el primer buque, la labor era de observación, determinar como se debía de realizar las maniobras en el motor y cuales eran las pautas a seguir. En el segundo buque se realizo las maniobras y no se estuvo de observación.
4. El mismo equipo de trabajo para realizar el montaje y desmontaje se uso cuando se llevaron los elementos del motor al taller para realizar el reacondicionamiento de las piezas, siendo en si un trabajo de principio a fin.
- 5 y 6. Con la ayuda de los manuales y de lo observado cuando se trabajo en el primer buque, se pudo realizar con mayor rapidez y efectividad en la llegada del segundo buque.

VI. Bibliografía

1. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. [Ley 31/1995]
2. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. [Real Decreto 39/1997]
3. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra riesgos relacionados con los agentes químicos. [R.D. 374/2001]
4. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. [R.D. 485/1997]
5. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. [R.D. 486/1997]
6. Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos en zonas dorso lumbares, para los trabajadores. [R.D. 487/1997]
7. Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. [R.D. 488/1997]
8. Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. [R.D. 614/2001]
9. Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. [R.D. 664/1997]
10. Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. [R.D. 665/1997]
11. Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. [R.D. 773/1997]
12. Real Decreto 1215/1997, de 18 de junio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. [R.D. 1215/1997]
13. Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. [R.D. 1644/2008]

VI. Bibliografía

14. Wärtsilä Finland Oy, 1998. Manual de operaciones engine type Wärtsilä 32, number 49138. 15. Wärtsilä Finland Oy, 1998. Manual de despiece engine type Wärtsilä 32, number 49139.

16. Mikko Kaarakainen, 2015, SPARE PART OPTIMIZATION FOR W32 FUEL INJECTION EQUIPMENT, VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU University of applied sciences.

17. María Asunción Izquierdo Barrientos, Universidad CARLOS III DE MADRID ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR, proyecto fin de carrera de ingeniería industrial, “PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE UN FRENÓMETRO”.

18. Página oficial de Wärtsilä. Disponible en la Web: <http://www.Wärtsilä.com/marine>

19. Página web Marine Traffic disponible en: <http://www.marinetraffic.com>