



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y
RADIOELECTRÓNICA NAVAL DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA.

TRABAJO FIN DE GRADO

EJEMPLOS DE MANTENIMIENTOS APLICADOS A EQUIPOS DEL BUQUE TINERFE

Alexis García Leandro.

Julio 2017



EJEMPLOS DE MANTENIMIENTOS APLICADOS A EQUIPOS DEL BUQUE TINERFE



Directores:

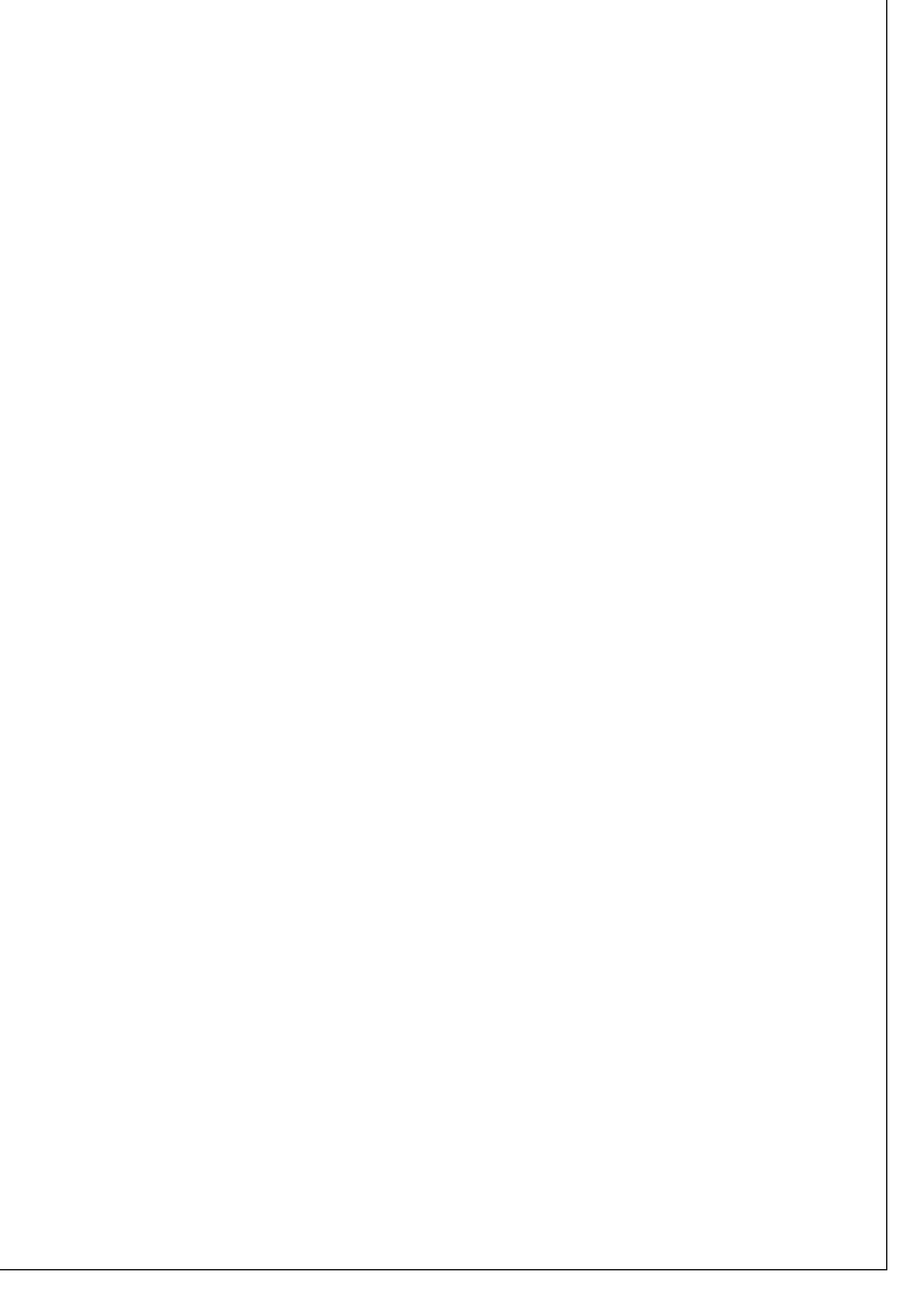
D.JOSÉ AGUSTÍN GONZÁLEZ ALMEIDA

Dr. D.FEDERICO PADRÓN MARTÍN

Nombre: Alexis García Leandro

Grado: Tecnologías Marinas

Julio 2017



D. José Agustín González Almeida, Profesor Asociado del área de conocimiento de Construcciones Navales, perteneciente al Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e hidráulica de la Universidad de La Laguna certifica que:

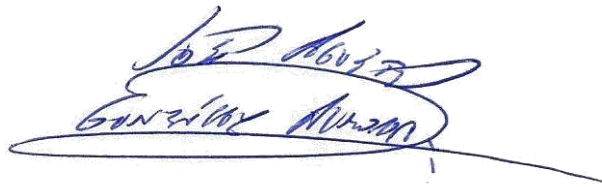
D. Alexis García Leandro, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado:

***“EJEMPLOS DE MANTENIMIENTOS APLICADOS A EQUIPOS
DEL BUQUE TENERFE”.***

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

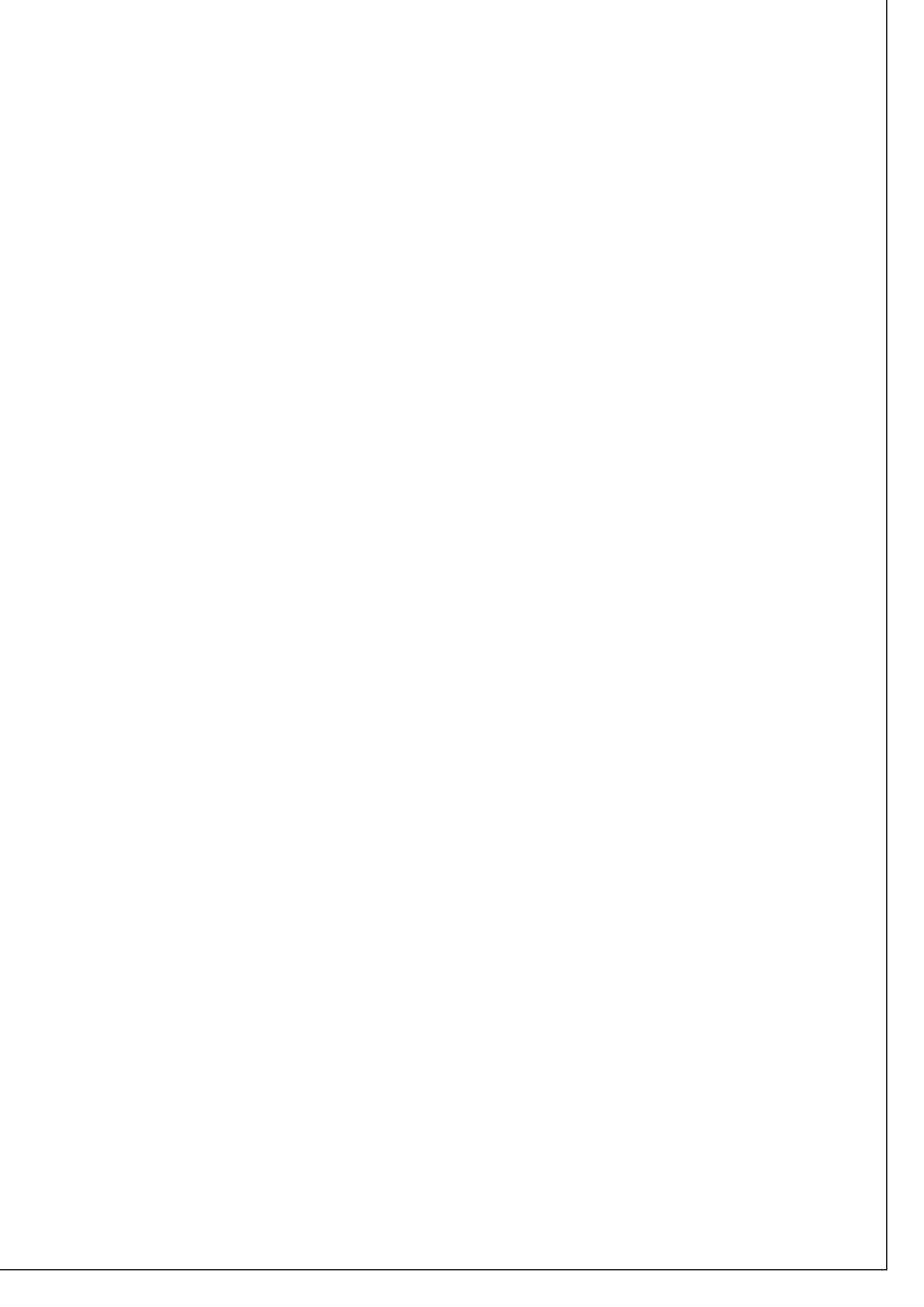
Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 12 de Julio de 2017.

A handwritten signature in blue ink, reading "José Agustín González Almeida", with a long horizontal line extending from the end of the signature.

Fdo.: José Agustín González Almeida.

Director del trabajo.



Dr. D. Federico Padrón Martín, profesor ayudante doctor del área de ingeniería de los procesos de fabricación, perteneciente a la unidad departamental de ingeniería marítima de la universidad de La Laguna. Certifica que:

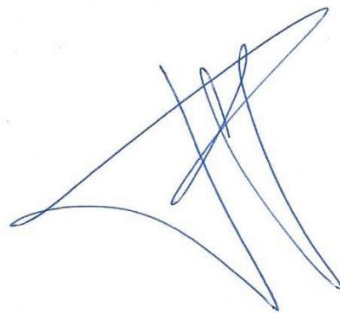
D. Alexis García Leandro, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

***“EJEMPLOS DE MANTENIMIENTOS APLICADOS A EQUIPOS
DEL BUQUE TINERFE”.***

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

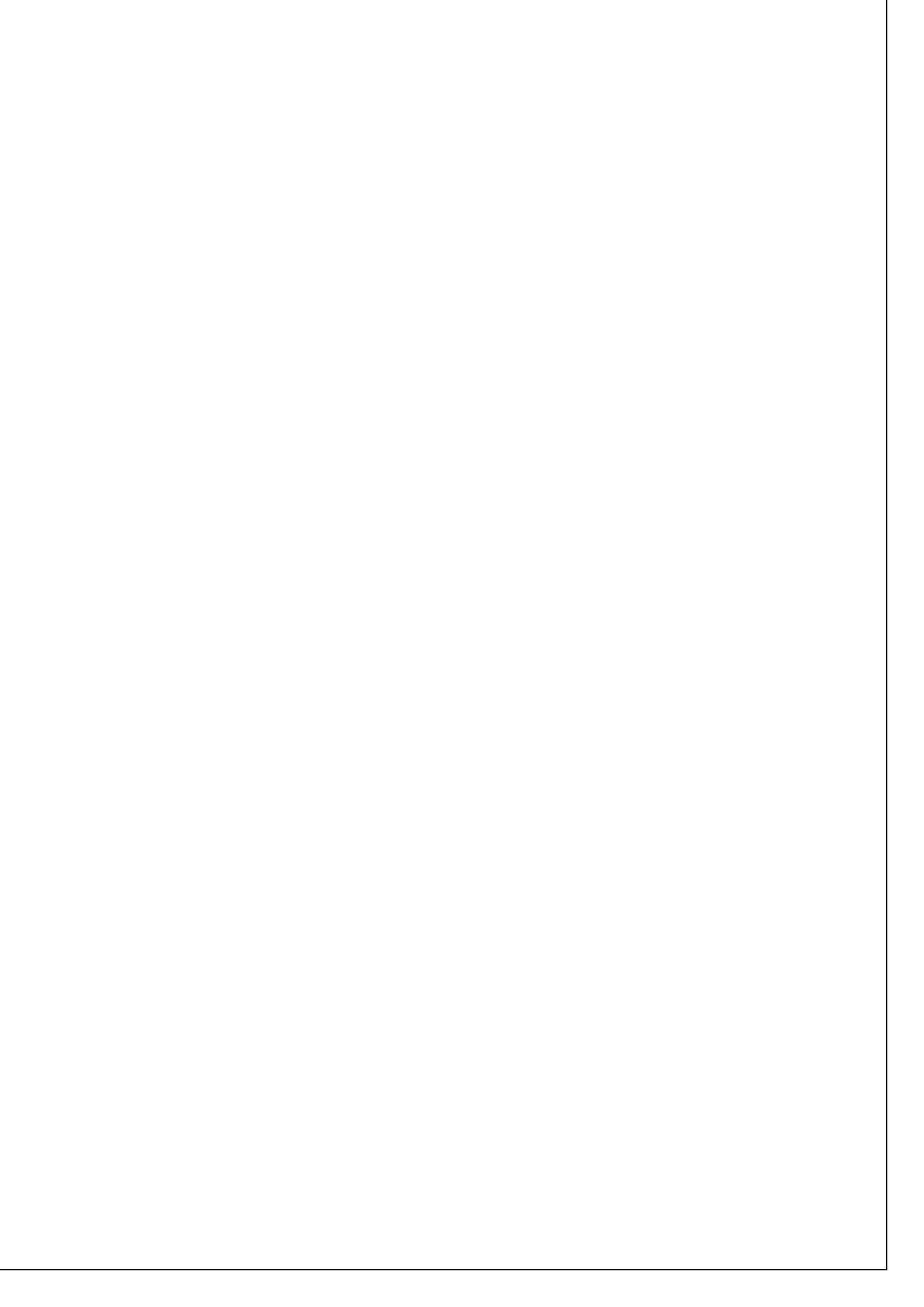
Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 12 de Julio de 2017



Fdo. Federico Padrón Martín

Director del Trabajo



Agradecimientos:

En primer lugar, agradecer a los directores de este trabajo fin de grado D. José Agustín González Almeida y D. Federico Padrón Martín por la orientación y ayuda prestada.

A la naviera Distribuidora Marítima Petrogás por darme la oportunidad de realizar mi formación como alumno de máquinas a bordo de uno de sus buques.

Agradecer también a la tripulación del buque Tinerfe por el trato dado y en especial al departamento de Máquinas por compartir conmigo sus conocimientos, experiencias y haber confiado en mí durante el año de prácticas.

Por último a mi familia, ya que sin su esfuerzo y el apoyo que me han dado no hubiera sido posible finalizar el Grado en Ingeniería Marina.



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	3
II. OBJETIVOS	8
III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES	12
3.1 LA NAVIERA	12
3.2 BUQUE TENERFE	12
3.2.1 Especificaciones técnicas	13
3.2.2 Distribución Sala de Máquinas.....	15
3.2.2.1 Tecla superior	15
3.2.2.2 Segundo tecla.....	23
3.2.2.3 Tercer tecla	35
3.2.2.4 Tecla inferior	55
3.3 TIPOS DE MANTENIMIENTOS	72
3.3.1 Mantenimiento preventivo.....	72
3.3.2 Mantenimiento predictivo	72
3.3.3 Mantenimiento correctivo.....	72
IV. METODOLOGÍA	76
4.1 Documentación bibliográfica	76
4.2 Metodología del trabajo de campo	76
4.3 Marco referencial.....	76
V. RESULTADOS	80
5.1 ENFRIADOR CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN BAJA TEMPERATURA ..	80
5.2 GENERADOR DE AGUA DULCE	83
5.3 COMPRESOR AIRE DE ARRANQUE	87
5.4 DEPURADO H.F.O	94
5.5 MOTOR AUXILIAR N°1	98
5.6 MOTOR PRINCIPAL	116
VI. CONCLUSIONES	127
VII. BIBLIOGRAFÍA	131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Fig. 1 Puertos operados por el buque Tinerfe.....	13
Fig. 2 Tecele superior Sala de Maquinas	15
Fig. 3 Botella aire comprimido servicios generales	16
Fig. 4 Compresor N°2 Planta frigoríficas	17
Fig. 5 Modulo de combustible de la caldera de vapor.....	18
Fig. 6 Caldera de vapor.....	19
Fig. 7 Incinerador	20
Fig. 8 Panel de control y bomba sistema water mist	21
Fig. 9 Compresor N°1 Planta de Gas Inerte.....	22
Fig. 10 Segundo tecele Sala de Máquinas	23
Fig. 11 Secador aire comprimido de arranque.....	24
Fig. 12 Botella aire de arranque motor principal.....	25
Fig. 13 Compresor aire de arranque	26
Fig. 14 Compresor aire servicios generales.....	27
Fig. 15 Enfriador agua de refrigeración compresores de aire.....	28
Fig. 16 Bomba trasiego aceite de cilindros.....	29
Fig. 17 Unidad de potencia hidráulica sistema Framo	30
Fig. 18 Planta tratamiento de aguas residuales.....	31
Fig. 19 Calentador agua sanitaria	32
Fig. 20 Bomba circulación caldera de vapor	33
Fig. 21 Servomotor del timón.....	34
Fig. 22 Tercer tecele Sala de Máquinas	35
Fig. 23 Bomba alimentación de diésel Motores Auxiliares.....	36
Fig. 24 Depuradora de aceite.....	37
Fig. 25 Depuradora de Diesel	38
Fig. 26 Depuradora de Fuel	39
Fig. 27 Bomba circulación H.F.O	40
Fig. 28 Bomba alimentación H.F.O.....	41
Fig. 29 Intercambiador de calor depuradora de aceite.....	42
Fig. 30 Intercambiador de calor depuradora de Fuel.....	43
Fig. 31 Intercambiador de calor H.F.O motor principal.....	44
Fig. 32 Filtro automático circuito H.F.O	45
Fig. 33 Precalentador chaquetas motor principal	46
Fig. 34 Generador de agua dulce	47
Fig. 35 Enfriador agua de refrigeración alta temperatura.....	48
Fig. 36 Parte superior Motor Principal	49
Fig. 37 Parte inferior Motor Principal	49
Fig. 38 Bombas alimentación caldera de vapor.....	50
Fig. 39 Bomba refrigeración circuito alta temperatura.....	51
Fig. 40 Hidróforo	52

Fig. 41 Alternador	53
Fig. 42 Motor Auxiliar	54
Fig. 43 Tecele inferior Sala de Máquinas.....	55
Fig. 44 Enfriador agua de refrigeración circuito de baja temperatura.....	56
Fig. 45 Bomba circuito de refrigeración baja temperatura.....	57
Fig. 46 Bomba sistema agua salada.....	58
Fig. 47 Bomba contra incendios	59
Fig. 48 Bomba trasiego de Diesel.....	60
Fig. 49 Bomba limpieza de tanques	61
Fig. 50 Bomba trasiego de fuel.....	62
Fig. 51 Bomba eyector generador de agua dulce	63
Fig. 52 Enfriador aceite de lubricación del motor principal.....	64
Fig. 53 Bomba aceite de lubricación motor principal	65
Fig. 54 Separador de sentinas	66
Fig. 55 Bomba trasiego de aceite	67
Fig. 56 Bomba alimentación depuradora de aceite.....	68
Fig. 57 Bomba trasiego de lodos	69
Fig. 58 Chumacera de empuje	70
Fig. 59 Bocina	71
Fig. 60 Enfriador N°1 sistema de refrigeración de baja temperatura	80
Fig. 61 Situación del equipo en Sala de Máquinas.....	81
Fig. 62 Placa del enfriador antes y después de ser limpiada	82
Fig. 63 Generador de agua dulce	83
Fig. 64 Situación del equipo en Sala de Máquinas.....	84
Fig. 65 Placas condensador zona superior; placas evaporador zona inferior	85
Fig. 66 Incrustaciones de sal en placas del evaporador.....	85
Fig. 67 Placas limpias y separadas por tipo.....	86
Fig. 68 Compresores de aire de arranque	87
Fig. 69 Situación del equipo en sala de maquinas	88
Fig. 70 Suciedad en el interior del cárter.....	89
Fig. 71 Asientos de las cajeras de las válvulas limpios.....	89
Fig. 72 Lodos adheridos al haz de tubos del enfriador.....	90
Fig. 73 Haz de tubos limpios	91
Fig. 74 Oxido pistón etapa de alta compresión	91
Fig. 75 Detalle corte segmento de engrase	92
Fig. 76 Cilindro con junta tórica nueva	93
Fig. 77 Depuradora de Fuel	94
Fig. 78 Situación del equipo en sala de maquinas	95
Fig. 79 Estado de los discos y bolo tras el desmontaje.....	96
Fig. 80 Elementos limpios y listos para el montaje.....	97
Fig. 81 Motor auxiliar N°1	99
Fig. 82 Situación del equipo en sala de máquinas.....	100
Fig. 83 Elementos desmontados organizados en bandejas	101
Fig. 84 Gatos hidráulicos instalados en culata N°6	102

Fig. 85 Bomba hidráulica	103
Fig. 86 Extracción tren alternativo	104
Fig. 87 Depósitos de hollín en cámara de combustión y conducto de escape	105
Fig. 88 Cabeza del pistón antes y después de la limpieza	105
Fig. 89 Medición cajera del aro rascador	106
Fig. 90 Detalle cojinete cabeza de biela dañado y cojinete nuevo instalado.....	108
Fig. 91 Medición diámetro interior del cilindro	109
Fig. 92 Útil empleado para esmerilar válvulas	110
Fig. 93 Útil empleado para comprimir muelles de válvula	111
Fig. 94 Tren alternativo desmontado	111
Fig. 95 Preparación anterior al montaje de la culata	113
Fig. 96 Reloj comparador colocado en el cigüeñal	114
Fig. 97 Parte superior Motor Principal	116
Fig. 98 Situación del Motor Principal en sala de maquinas	117
Fig. 99 Elevación de culata.....	118
Fig. 100 Gatos hidráulicos montados en la válvula de escape	119
Fig. 101 Imagen izquierda útil esmerilado asiento válvula de escape; derecha útil esmerilado asiento inyector	120
Fig. 102 Montaje de las juntas en la culata.....	120
Fig. 103 Cabeza del pistón sujeta por el soporte; vástago y stuffing box suspendida en el tecla inferior.....	121
Fig. 104 Stuffing box desmontada.....	122
Fig. 105 Medición del diámetro del cilindro	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones técnicas buque Tinerfe.....	13
Tabla 2 Juego en el corte de los segmentos.....	92
Tabla 3 Medidas cajeras segmentos del pistón.....	107
Tabla 4 Dimensiones admisibles en las cajeras.....	107
Tabla 5 Diámetros de los cilindros.....	108
Tabla 6 Dimensiones admisibles diámetros de cilindros.....	108
Tabla 7 Medidas flexiones del cigüeñal.....	115

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Con la realización de este trabajo se pretende dar a conocer al lector los pasos que se han seguido para efectuar una serie de operaciones de mantenimiento a bordo del buque Tinerfe. Se han seleccionado estos mantenimientos en concreto con el objetivo de mostrar variedad en cuanto a complejidad técnica se refiere.

En el capítulo de *Objetivos*, se muestra de manera esquemática los propósitos que se persiguen con la realización de este Trabajo Fin de Grado.

En el capítulo *Revisión Y Antecedentes*, se realiza en primer lugar una breve descripción de la naviera. Posteriormente, se profundiza en el buque donde he realizado el periodo de prácticas, describiendo la Sala de Máquinas y las especificaciones técnicas de los equipos que la componen. Por último, se definen los tres tipos de mantenimientos más elementales.

En el capítulo *Metodología*, vamos a tratar el procedimiento llevado a cabo para la recolección de la información necesaria para la realización de este trabajo fin de grado.

En el capítulo *Resultados*, se describe como se han realizados los mantenimientos a bordo para solventarlos satisfactoriamente. Para comprender mejor estos casos prácticos, se aportan planos y fotografías.

En el capítulo de *Conclusiones*, se exponen en varios apartados las conclusiones a las que he llegado al analizar los mantenimientos efectuados a bordo y tras la realización de este Trabajo Fin de Grado.

En el capítulo de *Bibliografía*, se recogen los manuales y las referencias electrónicas utilizadas para la elaboración de este trabajo.

ABSTRACT

With the realization of this project I will show to the readers the steps that I have followed to carry out some maintenance on board the ship "Tinerfe". These maintenances have been selected for showing different technical complexity.

In the chapter of *Objectives*, it shows in a schematic way the purposes that are pursued with the realization of this Work End of Degree.

In the chapter *review and background*, a description of the shipping company is made. Then the machine room and the technical specifications of the equipment that compose the machine room are described. In the last place, the three types of maintenance are defined more elementary.

In the *methodology* chapter, is explained the procedure followed to compile the information used in this final degree project.

In the *Results* chapter, it is described how the maintenance has been carried out on board. Plans and photographs are provided to understand these case studies.

In the *Conclusions* chapter, I explain the conclusions that I have arrived at when analyzing the maintenance carried out and after the accomplishment of this final degree project.

In the chapter on *Bibliography*, I present the manuals and electronic references used to prepare this project.

II. OBJETIVOS

II. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar en este Trabajo son los siguientes:

1- Conocer la disposición de la Sala de Máquinas y las especificaciones técnicas de los equipos del buque Tinerfe.



2- Ver los tipos de mantenimientos más elementales que nos podemos encontrar a bordo.



3- Ver como se realizan estos mantenimientos a bordo mediante la descripción de casos prácticos.

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES.

3.1 LA NAVIERA

Distribuidora Marítima Petrogás, es una empresa creada en el año 1967 y dedicada al transporte de productos derivados del petróleo, principalmente en el archipiélago canario y Norte de África.

Actualmente, dispone de siete buques propios de nueva generación los cuales garantizan el abastecimiento del mercado con rapidez y seguridad. Estos buques son:

- Hespérides
- Mencey
- Guanarteme
- Faycan
- Nivaria
- Herbania
- Tinerfe

3.2 BUQUE TINERFE

El Tinerfe es un buque Quimiquero clasificado como tipo II. Dicho buque transporta productos derivados del petróleo (gasolina, gasóleo y queroseno).

Es un buque de nueva generación y de doble casco con 17539 Toneladas de Peso Muerto. Fue construido en el año 2009 en los astilleros Samho Shipbuilding Co., Corea del Sur, con el nombre inicial de “Samho Freedom”.

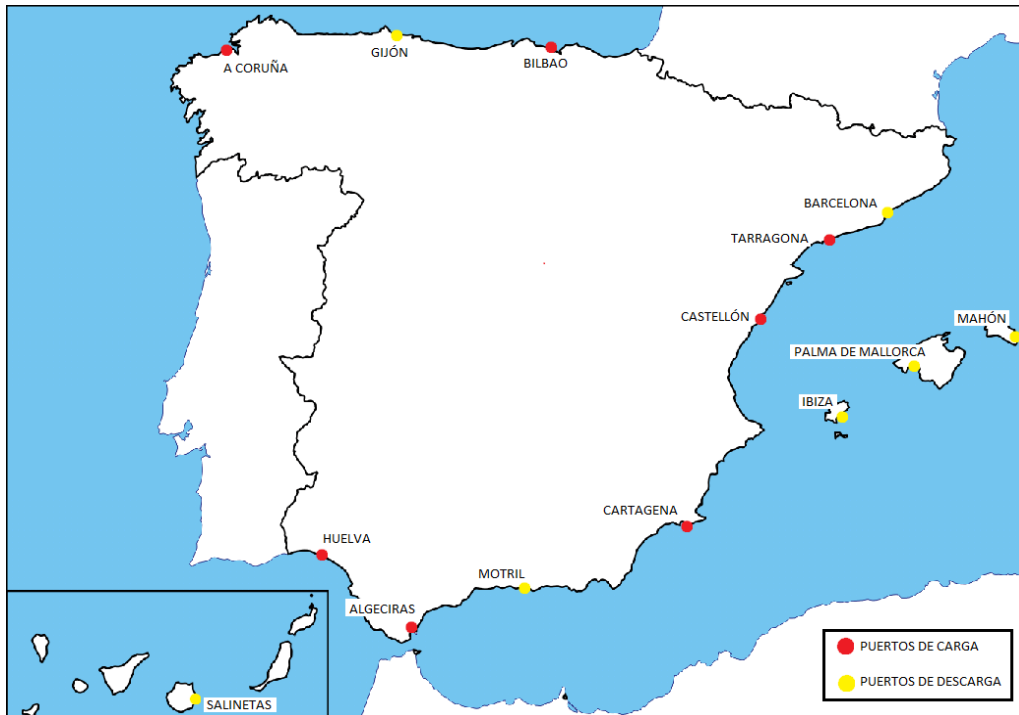
El área de navegación principal es en el Mar Mediterráneo y en menor medida otros puertos de la geografía española. El buque no posee una ruta regular, sino que varía en función de la demanda del fletador (Grupo CLH). No obstante, opera en los mismos puertos españoles.

Estos puertos se pueden dividir en dos tipos:

- Puertos de carga: Huelva, Algeciras, Cartagena, Castellón, Tarragona, A Coruña y Bilbao.

- Puertos de descarga: Islas Baleares (Palma de Mallorca, Ibiza y Mahón), Motril, Barcelona y en alguna ocasión Gijón y Gran Canaria (Salinetas).

Fig. 1 Puertos operados por el buque Tinerfe



Fuente: 1 Elaboración propia

3.2.1 Especificaciones técnicas

Tabla 1 Especificaciones técnicas buque Tinerfe

CARACTERISTICAS GENERALES	
Nombre	Tinerfe
Tipo de buque	Quimiquero
Clasificación	100 A5 ESP IW VEC Chemical Tanker Type-2, Oil Tanker MC AUT INERT CM-PS
Número IMO	9498107
Puerto de matrícula	Santa Cruz de Tenerife
Año de construcción	Noviembre 2009

DIMENSIONES	
Eslora total (m)	144,06
Eslora entre perpendiculares (m)	136,00
Manga (trazado) (m)	22,60
Puntal (m)	12,50
Calado (m)	9,20
Arque bruto (GT)	11259
Arqueo neto (NT)	5265
Peso Muerto (DWT)	17539
CAPACIDAD TANQUES	
Capacidad F.O. (m³)	911
Capacidad D.O. (m³)	113
Capacidad aceite cárter MP (m³) Mobilgard 300	31
Capacidad aceite cilindros MP (m³) Mobilgard 560	30
Capacidad aceite cárter MMAA (m³) Mobilgard M330	16
Capacidad lastre (m³)	7599
Capacidad tanques de carga (100%) (m ³)	18991
EQUIPAMIENTO BUQUE	
Motor de emergencia	Doosan Infracore AD086TIS 186Kw 1800 r.p.m
Economizador	Miura KF-218MF 900kg/h 7bar
Hélice propulsora	Paso fijo 5 palas (Ni-Al-Bronce)
Hélice de proa	Kawasaki heavy industries KT-55B3F 500kW

Fuente: Planos del buque

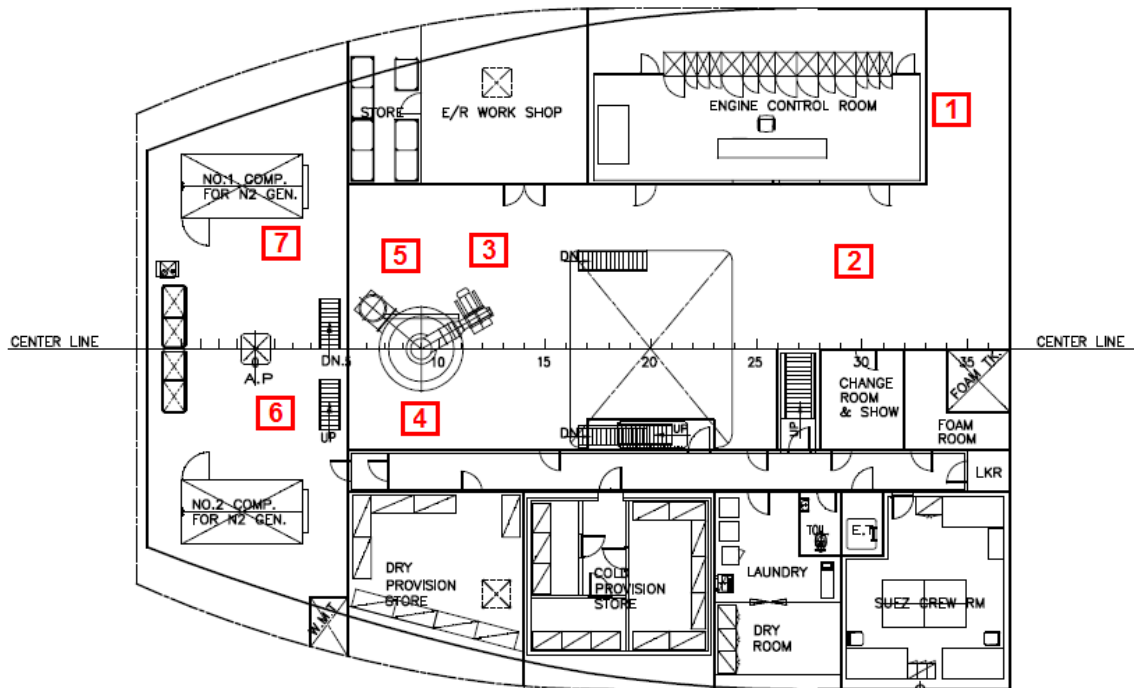
3.2.2 Distribución Sala de Máquinas

A continuación, se describen los tecles que forman la sala de máquinas, así como la distribución de los equipos que se encuentran en ellos. Para ello comenzaremos por el tecla superior donde se encuentra la sala de control de la maquina e iremos descendiendo hasta llegar al tecla del doble fondo.

3.2.2.1 Tecla superior

En este tecla se puede destacar el control de la sala de máquinas, el taller, un pequeño pañol en el que se almacenan elementos consumibles como puede ser tornillos y tuercas, bombillas, cables eléctricos, etc. Así como los diversos equipos que se muestran a continuación.

Fig. 2 Tecla superior Sala de Maquinas



Fuente: 2 Planos del Buque

1	EQUIPO		BOTELLA AIRE COMPRIMIDO SERVICIOS GENERALES				
FABRICANTE	DongHwa Entec.		UBICACIÓN	Tecele superior, proa-babor			
CARACTERISTICAS GENERALES							
Capacidad	2,5 m ³	Presión trabajo	10 bar	Presión máx.	49,5 bar	Temperatura diseño	5-50°C

Fig. 3 Botella aire comprimido servicios generales



Fuente: 3 Trabajo de campo

2	EQUIPO	COMPRESOR CÁMARAS FRIGORÍFICAS		
FABRICANTE	Hi Air Korea	UBICACIÓN	Tecla superior, proa	
MODELO	SB021Y	Núm. equipos	2	
CARACTERISTICAS GENERALES				
Desplazamiento		9,4-23,7m ³ /h	Revoluciones	700-1750 r.p.m
Fluido refrigerante	R134a	Presión máxima	9/25 bar	
MOTOR ELECTRICO	ABB 440v 60Hz 6,33 A 7kW 1704r.p.m			
Condensador				
Zona carcasa	Presión máxima	2,5 bar	Temperatura máxima	100°C
Zona tubos	Presión máxima	25,0 bar	Temperatura máxima	80°C

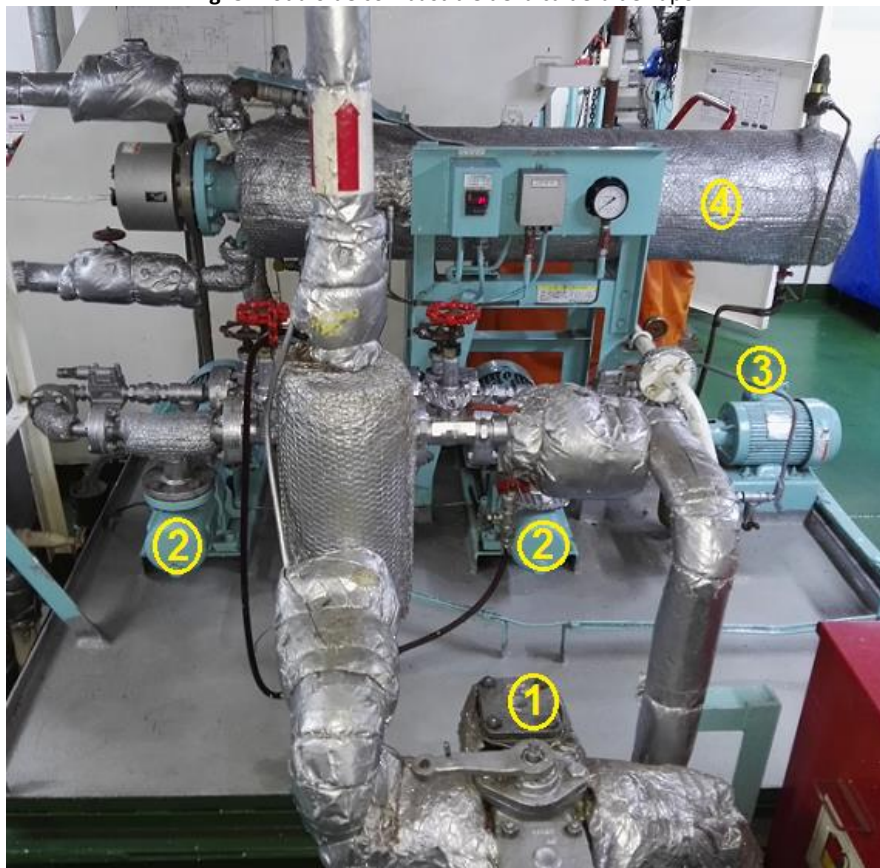
Fig. 4 Compresor N°2 Planta frigoríficas



Fuente: 4 Trabajo de campo

3	EQUIPO		MODULO DE COMBUSTIBLE CALDERA DE VAPOR		
BOMBA DE COMBUSTIBLE					
MARCA	Kawasaki-Screw Pump	MODELO	38-4LXA0506M	CAPACIDAD	40 l/min
PRESION DE DESCARGA	2,5 MPa	MOTOR ELÉCTRICO	Fuji electronic 440V 6,8 A 1735 r.p.m		
BOMBA PILOTO					
MARCA	Nippon Oil Pump	MODELO	GD-204H	CAPACIDAD MÁX.	760 l/min
MÁX. PRESION DE DESCARGA	2,0 MPa	MOTOR ELÉCTRICO	MDEC 440V 60Hz 1,5kW 2,8 A 3450rpm		
CALENTADOR DE COMBUSTIBLE					
MARCA	Miura	POTENCIA	20kW	VOLTAJE ALIMENTACIÓN	440 V

Fig. 5 Modulo de combustible de la caldera de vapor



Fuente: 5 Trabajo de campo

Núm.	Elemento
1	Filtros de combustible
2	Bomba de combustible
3	Bomba piloto
4	Calentador de combustible

4	EQUIPO	CALDERA DE VAPOR		
FABRICANTE	Miura	UBICACIÓN	Primer tecla, popa-estribor.	
MODELO	HB-15 T			
CARACTERISTICAS GENERALES				
Producción de vapor	15000 kg/h	Superficie de intercambio		184,2 m ²
Presión de tarado válvula de seguridad	13,5 bar	Presión máxima de trabajo	9 bar	

Fig. 6 Caldera de vapor

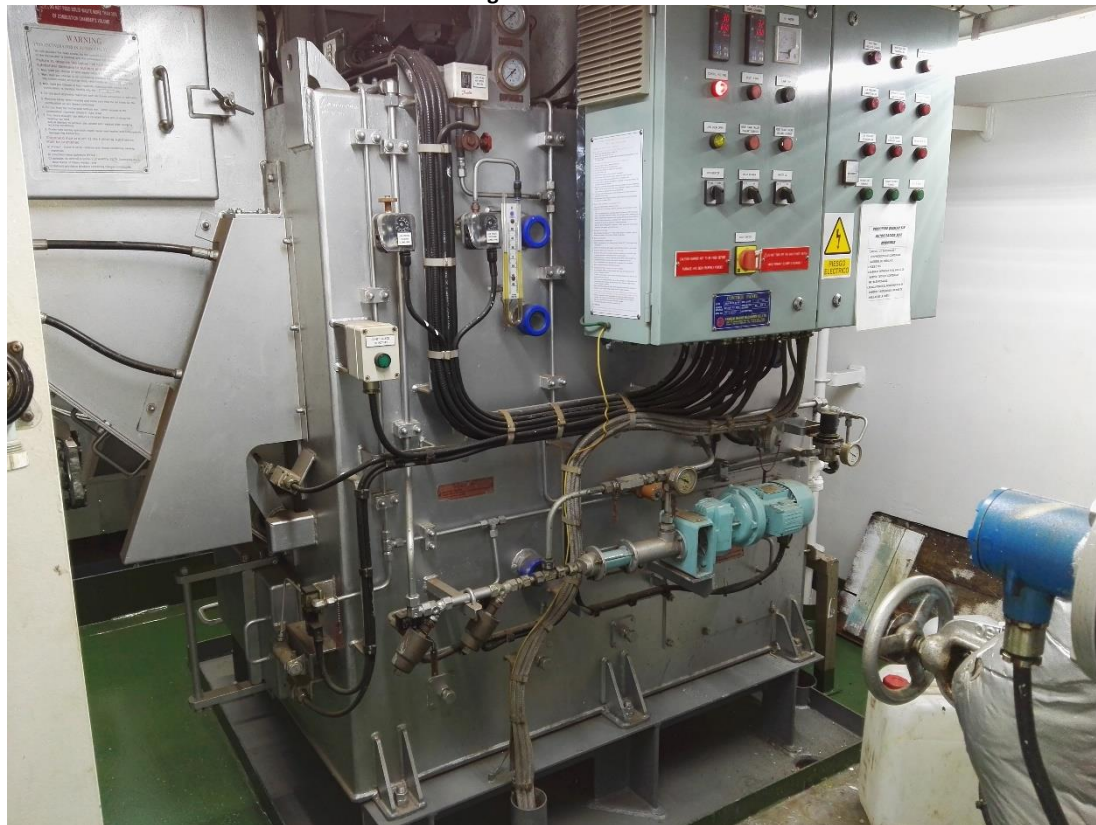


Fuente: 6 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Medidor presión de vapor e interruptores control de la combustión
2	Medidor de agua del tanque superior
3	Salida principal de vapor
4	Quemador
5	Entrada aire combustión

5	EQUIPO		INCINERADOR	
FABRICANTE	Hyundai Marine machinery Co.		UBICACIÓN	Tecele superior, popa-babor
MODELO	MAXI NG 50 SL WS			
CARACTERISTICAS GENERALES				
Capacidad de combustión	372 kW; 320000 kcal/h		Capacidad residuos sólidos	80 kg/h
Capacidad residuos líquidos	38 kg/h	Consumo de aire total	4300 m ³ /h-15°C	
Consumo de aire quemador	16 m ³ /h	Presión aire quemador	7-10 bar	
Tipo de combustible	Diesel	Tiempo para alcanzar temperatura operación	30min.	

Fig. 7 Incinerador



Fuente: 7 Trabajo de campo

6	EQUIPO	SISTEMA CONTRA INCENDIOS (WATER MIST)	
FABRICANTE	Grundfos	UBICACIÓN	Primer teele, popa
MODELO	CR5-13 A-FGJ-A-E-HQQE		
CARACTERISTICAS GENERALES			
Caudal de agua	6,9 m ³ /h	Presión descarga	9,57 bar
Revoluciones	3520 r.p.m	Potencia	4 kW

Fig. 8 Panel de control y bomba sistema water mist



Fuente: 8 Trabajo de campo

7	EQUIPO		COMPRESOR PLANTA GAS INERTE (N ₂)	
FABRICANTE	Atlas Copco	UBICACIÓN	Tecle superior, proa	
MODELO	GA 355W	Núm. equipos	2	
CARACTERISTICAS GENERALES				
Caudal aire comprimido	2552 m ³ /h	Presión máx. trabajo	13,8 bar	
Caudal agua refrigeración	40 m ³ /h	Máx. temperatura ambiente	45°C	
MOTOR ELECTRICO	ABB M3BP 3555MC4B5 440V 630A 400Kw 1785r.p.m			

Fig. 9 Compresor N°1 Planta de Gas Inerte



Fuente: 9 Trabajo de campo

1	EQUIPO	SECADOR AIRE COMPRIMIDO DE ARRANQUE	
Fabricante	Samkun Century Co.,Ltd	Ubicación	Doble fondo, proa- estribor
Modelo	Max-06	Núm. equipos	1
CARACTERISTICAS GENERALES			
Capacidad	60 m ³ /h	Presión de trabajo	7 bar

Fig. 11 Secador aire comprimido de arranque



Fuente: 11 Trabajo de campo

2	EQUIPO		BOTELLA AIRE COMPRIMIDO ARRANQUE MOTOR PRINCIPAL		
FABRICANTE	DongHwa Entec.	UBICACIÓN	Segundo Tecla, proa-estribor		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad	2,5 m ³	Presión trabajo	30 bar	Presión máx.	49,5 bar
Temperatura ambiente máx./min.	5/50 °C	Núm. equipos		2	

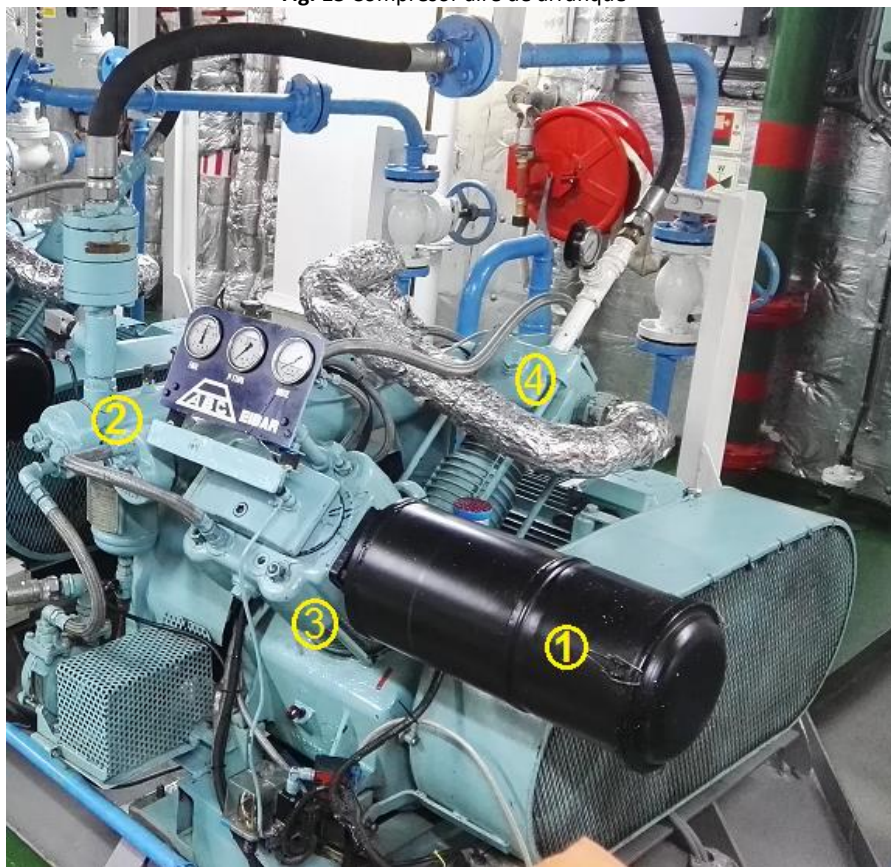
Fig. 12 Botella aire de arranque motor principal



Fuente: 12 Trabajo de campo

3	EQUIPO		COMPRESOR AIRE DE ARRANQUE MP		
FABRICANTE	ABC	UBICACIÓN	Segundo tecla, proa		
MODELO	SXC-30-15	Núm. Equipos	2		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Núm. Etapas	2	Caudal real	2166 l/min	Potencia motor	26kW
Presión escape 1° etapa	10 bar	Presión escape 2° etapa	30 bar		
Caudal agua refrigeración	0,73 m³/h	Temperatura ambiente máx./min.	0/40 °C		

Fig. 13 Compresor aire de arranque



Fuente: 13 Trabajo de campo

Núm.	Elemento
1	Filtro de aire
2	Enfriadores aire
3	Etapa de baja compresión
4	Etapa de alta compresión

4	EQUIPO		COMPRESOR AIRE SERVICIOS GENERALES	
FABRICANTE	Pegamo	UBICACIÓN	Segundo tecele, proa-babor	
MODELO	MH37	Núm. Equipos	1	
CARACTERISTICAS GENERALES				
Tipo	Compresor de tornillo	Caudal	5,6 m ³ /h	
Presión funcionamiento	10 bar	Potencia motor	37 kW	

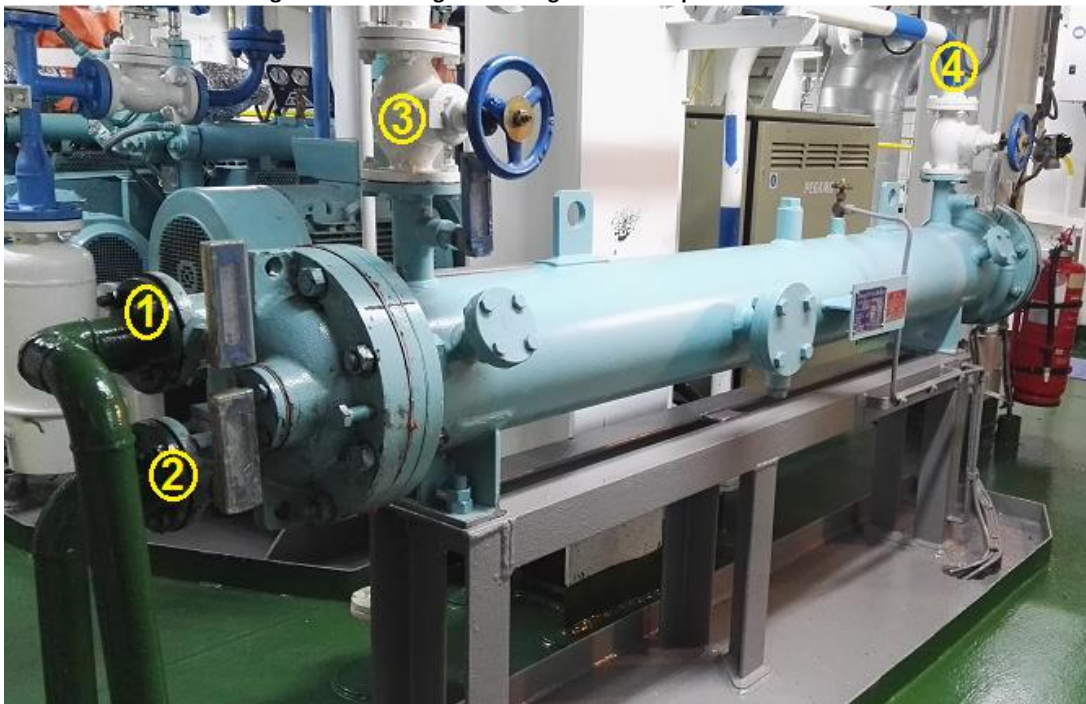
Fig. 14 Compresor aire servicios generales



Fuente: 14 Trabajo de campo

5	EQUIPO		ENFRIADOR AGUA DE REFRIGERACION COMPRESORES AIRE				
FABRICANTE	DongHwa Entec		UBICACIÓN	Segundo tecele, proa-babor			
			Núm. Equipos	1			
CARACTERISTICAS GENERALES							
Superficie de intercambio			3,5 m ²				
Zona carcasa							
Volumen fluido	4 m ³ /h	Presión máx.	3 bar	Temp. entrada	60 °C	Temp. salida	45 °C
Zona tubos							
Volumen fluido	4,92 m ³ /h	Presión máx.	4 bar	Temp. entrada	32 °C	Temp. salida	45 °C

Fig. 15 Enfriador agua de refrigeración compresores de aire



Fuente: 15 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Salida agua de mar
2	Entrada agua de mar
3	Salida agua de refrigeración compresores
4	Entrada agua de refrigeración compresores

6	EQUIPO		BOMBA TRASIEGO ACEITE DE CILINDROS		
FABRICANTE	Taiko		UBICACIÓN	Segundo tecla, estribor	
MODELO	NGH-1MI		Nº EQUIPOS	1	
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad	1 m ³ /h	Presión descarga	1,5 bar	Velocidad	1200 r.p.m
MOTOR ELECTRICO		440v 60Hz 3,2Kw 1750r.p.m			

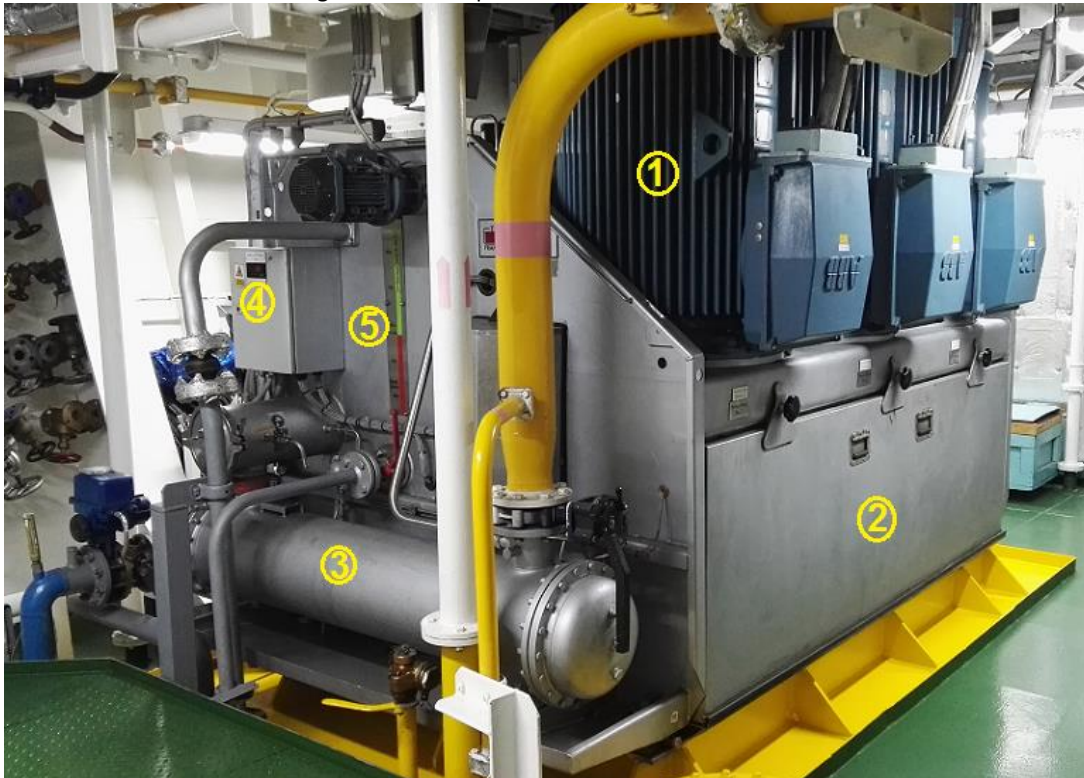
Fig. 16 Bomba trasiego aceite de cilindros



Fuente: 16 Trabajo de campo

7	EQUIPO		UNIDAD DE POTENCIA HIDRÁULICA FRAMO (POWER PACK)	
FABRICANTE	Framo	UBICACIÓN	Segundo tecla, babor	
MODELO	A61239-KR	Nº EQUIPOS	3	
CARACTERISTICAS GENERALES				
POTENCIA	300 kW	PRESIÓN DESCARGA	251 bar	
CAUDAL MÁX.	586l/min	VELOCIDAD	1787 r.p.m	
MOTOR ELECTRICO	ABB 440v 60Hz 300Kw 475A 1786 r.p.m			

Fig. 17 Unidad de potencia hidráulica sistema Framo

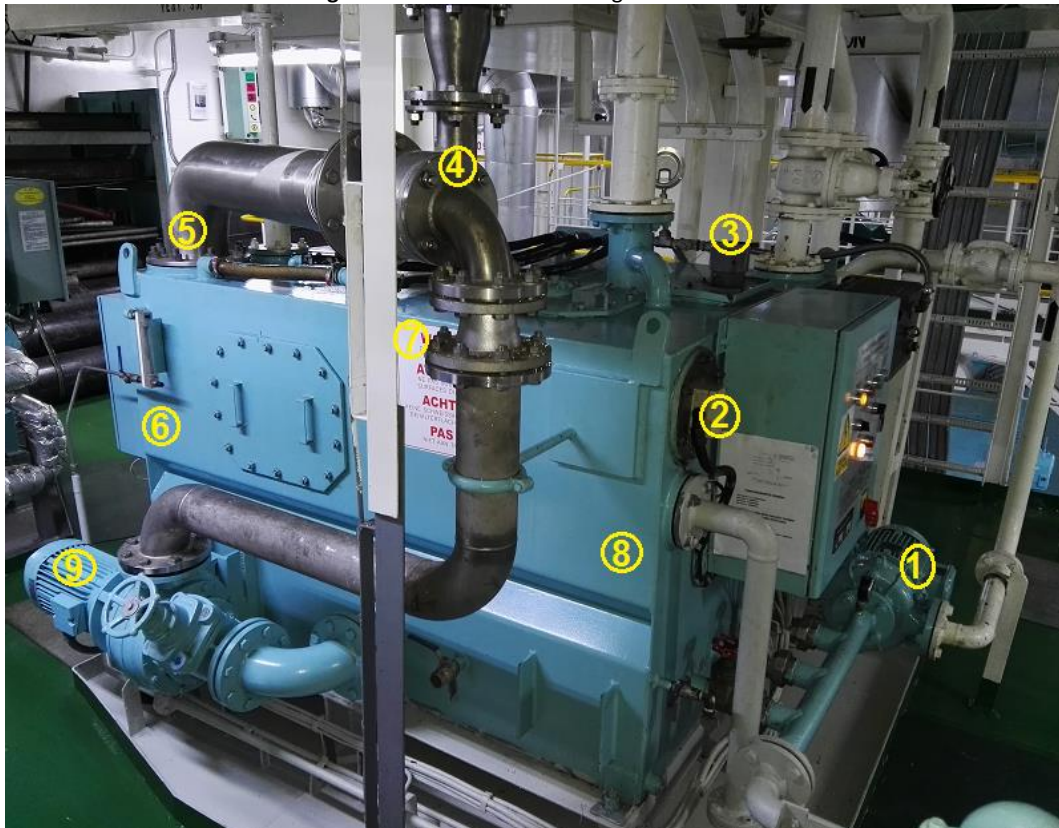


Fuente: 17 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Motor eléctrico
2	Zona bombas hidráulicas
3	Enfriador aceite sistema Framo
4	Indicador nivel tanque de aceite
5	Tanque de aceite hidráulico

8	EQUIPO		PLANTA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
FABRICANTE	Hamworthy limited	UBICACIÓN	Segundo tecla, popa-estribor	
MODELO	ST2A	Nº EQUIPOS	1	
CARACTERISTICAS GENERALES				
CARGA LÍQUIDA	3120 l/día	CARGA ORGÁNICA	2 kg/día	
Bomba de vacío				
Caudal	70 m ³ /h	Altura máx.	10,5 m	Motor eléctrico 440V 60Hz 3,2 kW 1750r.p.m

Fig. 18 Planta tratamiento de aguas residuales



Fuente: 18 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Bomba de descarga agua tratada
2	Indicador de nivel
3	Alojamiento pastillas de cloro
4	Eyector
5	Entrada aguas residuales
6	Tanque de aireación
7	Tanque de sedimentación
8	Tanque de cloración
9	Bomba de vacío

9	EQUIPO	CALENTADOR AGUA SANITARIA			
FABRICANTE	Dongwoo Electric	UBICACIÓN	Segundo tecla, popa-estribor		
		N° EQUIPOS	1		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad de almacenamiento	200 l	Capacidad de calentamiento	1000 l/h		
Potencia	15 kW	Temperatura máx.	60-70 °C	Peso	230 kg

Fig. 19 Calentador agua sanitaria



Fuente: 19 Trabajo de campo

10	EQUIPO		BOMBA CIRCULACIÓN AGUA CALDERA DE VAPOR		
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Segundo tecele, popa-babor		
MODELO	EHC-51-J	Nº EQUIPOS	2		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad	8 m ³ /h	Presión descarga	4,0 bar	Velocidad	3600 r.p.m
MOTOR ELECTRICO	ABB M2QA112M2A 440V 60Hz 4,6Kw 7,7A				

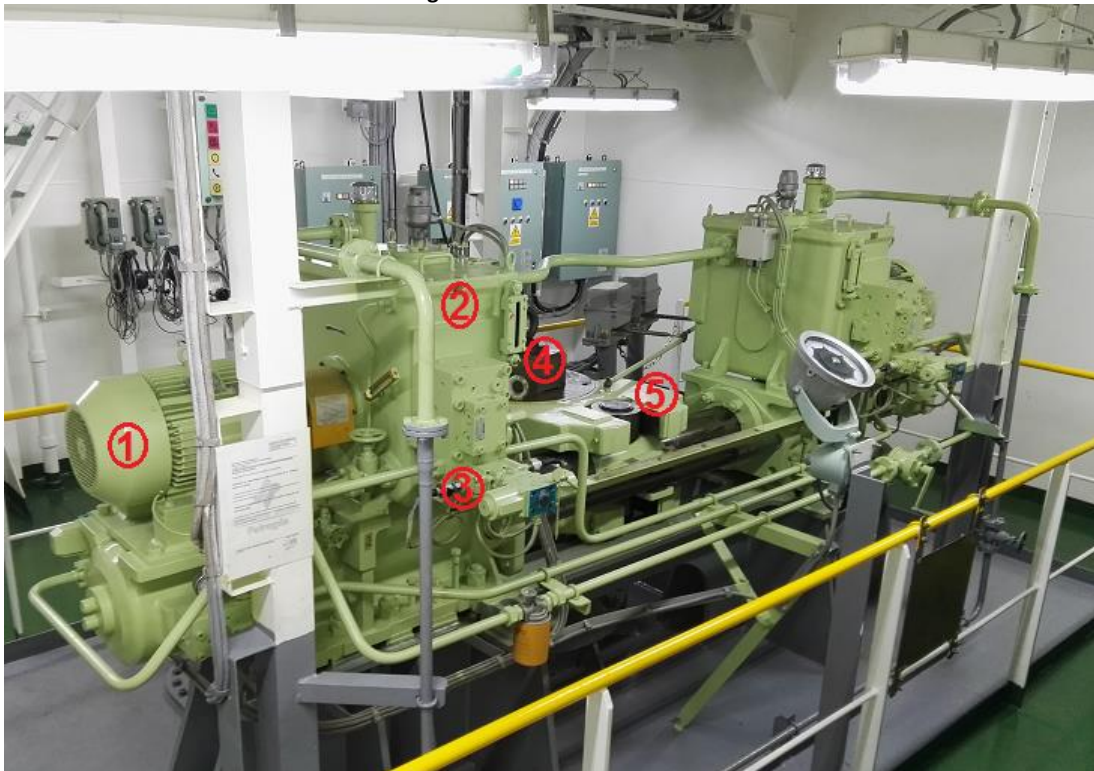
Fig. 20 Bomba circulación caldera de vapor



Fuente: 20 Trabajo de campo

11	EQUIPO		SERVOMOTOR DEL TIMÓN	
FABRICANTE	Flutek		UBICACIÓN	Segundo tecla, popa
MODELO	RV21-045-TI00-H	Nº EQUIPOS	1	
CARACTERISTICAS GENERALES				
Torque (a presión máx.)	45 t·m	Presión máx. de trabajo	240 bar	
Capacidad aceite hidráulico	270 l	Ángulo de giro del timón	70°	
Tipo de bomba	2x LV-030	Motor eléctrico	2x HYOSUNG TEFC 440V 26,7 A 15kW	

Fig. 21 Servomotor del timón



Fuente: 21 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Motor eléctrico
2	Bomba hidráulica
3	Gobierno de emergencia
4	Caña del timón
5	Cruceta

1	EQUIPO		BOMBA ALIMENTACIÓN DE DIESEL MOTORES AUXILIARES		
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Tercer tecla, proa-estribor		
MODELO	HHC-2MN	Nº EQUIPOS	2		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad	1,8 m ³ /h	Presión descarga	7 bar	Velocidad	1200 r.p.m
MOTOR ELECTRICO	ABB M2QA90L6A 440v 60Hz 1,27Kw 2,9A 1750r.p.m				

Fig. 23 Bomba alimentación de diésel Motores Auxiliares



Fuente: 23 Trabajo de campo

2	EQUIPO		DEPURADORA ACEITE LUBRICACION MOTOR PRINCIPAL		
FABRICANTE	SAMGONG- MITSUBISHI	UBICACIÓN	Tercer tecla, proa		
MODELO	SJ10GH	Nº EQUIPOS	1		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad	1200 Lts	Potencia	5,7 kW	Velocidad	10000 r.p.m

Fig. 24 Depuradora de aceite



Fuente: 24 Trabajo de campo

3	EQUIPO		DEPURADORA DIESEL (M.D.O)		
FABRICANTE	SAMGONG-MITSUBISHI	UBICACIÓN	Tercer tecla, proa		
MODELO	SJ20GH	Nº EQUIPOS	1		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad	1500 Lts	Potencia	7,5 kW	Velocidad	10000 r.p.m

Fig. 25 Depuradora de Diesel



Fuente: 25 Trabajo de campo

4	EQUIPO		DEPURADORA FUEL (H.F.O)		
FABRICANTE	SAMGONG-MITSUBISHI	UBICACIÓN	Tercer tecla, proa-babor		
MODELO	SJ20GH	Nº EQUIPOS	1		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad	1500 Lts	Potencia	7,5 kW	Velocidad	10000 r.p.m

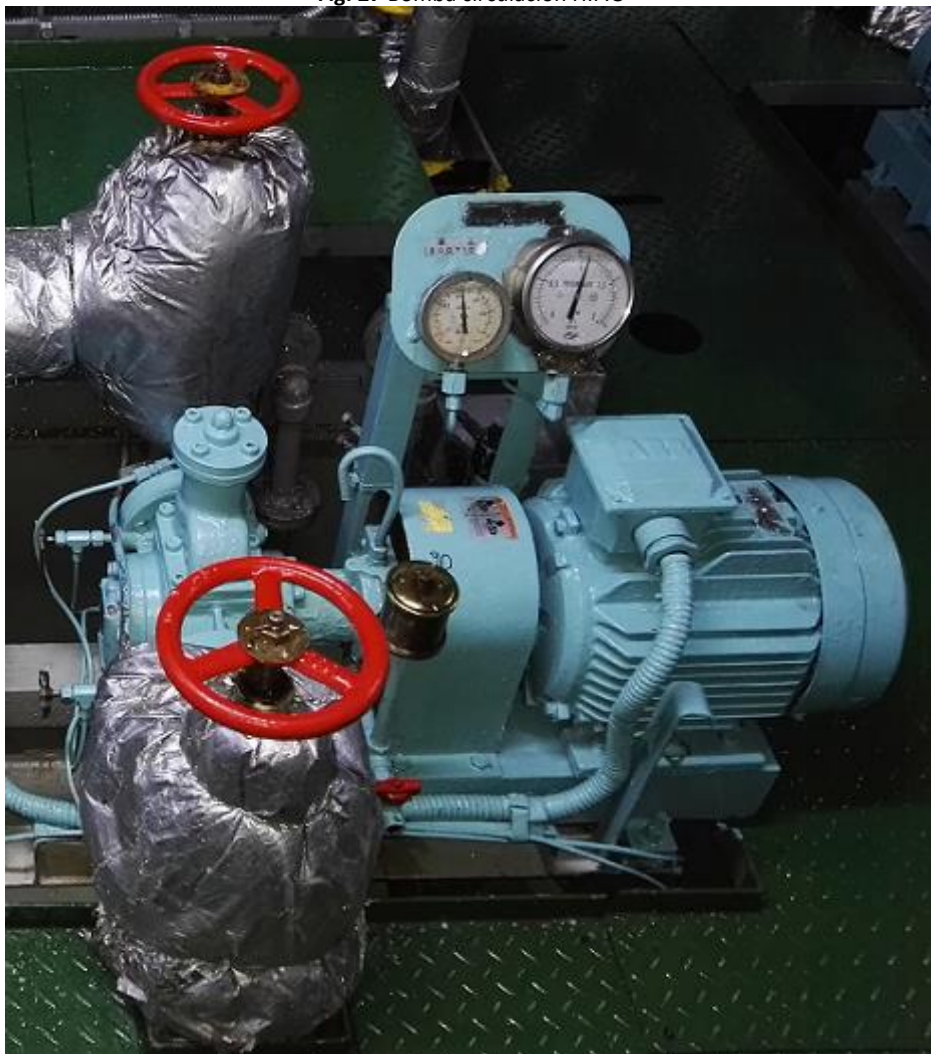
Fig. 26 Depuradora de Fuel



Fuente: 26 Trabajo de campo

5	EQUIPO		BOMBA CIRCULACIÓN HFO MOTOR PRINCIPAL Y MOTOR AUXILIAR		
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Tercer tecla, proa		
MODELO	HHC-6MAB	Nº EQUIPOS	2		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad	5,4 m³/h	Presión aspiración	4 bar	Presión descarga	10 bar
MOTOR ELECTRICO	ABB M2QA132S6A 440v 60Hz 3,45Kw 6,75A 1146 r.p.m				

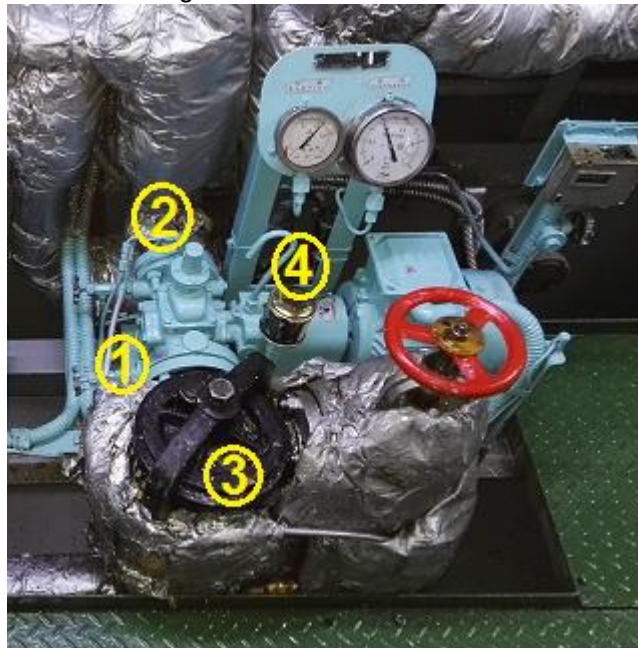
Fig. 27 Bomba circulación H.F.O



Fuente: 27 Trabajo de campo

6	EQUIPO		BOMBA ALIMENTACIÓN HFO MOTOR PRINCIPAL Y MOTOR AUXILIAR		
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Tercer tecla, proa		
MODELO	NHG-2.5MAB	Nº EQUIPOS	2		
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	2,35 m ³ /h	PRESION DESCARGA	3,5 bar	RPM	1200
MOTOR ELECTRICO	ABB M2QA90S6A 440v 60Hz 2,02 A 0,83kW 1104r.p.m				

Fig. 28 Bomba alimentación H.F.O



Fuente: 28 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Aspiración bomba
2	Descarga bomba
3	Filtro
4	Deposito aceite lubricación bomba

7	EQUIPO		CALENTADOR DEPURADORA DE ACEITE				
FABRICANTE	DongHwa Entec	UBICACIÓN		Tercer tecla, proa			
		Núm. Equipos		2			
CARACTERISTICAS GENERALES							
Superficie de intercambio				0,83 m ²			
Zona carcasa							
Volumen fluido	1,2 m ³ /h	Presión máx.	3 bar	Temp. entrada	45 °C	Temp. salida	90 °C
Zona tubos							
Volumen fluido	47,8 m ³ /h	Presión máx.	7 bar	Temp. entrada	170 °C	Temp. salida	170 °C

Fig. 29 Intercambiador de calor depuradora de aceite

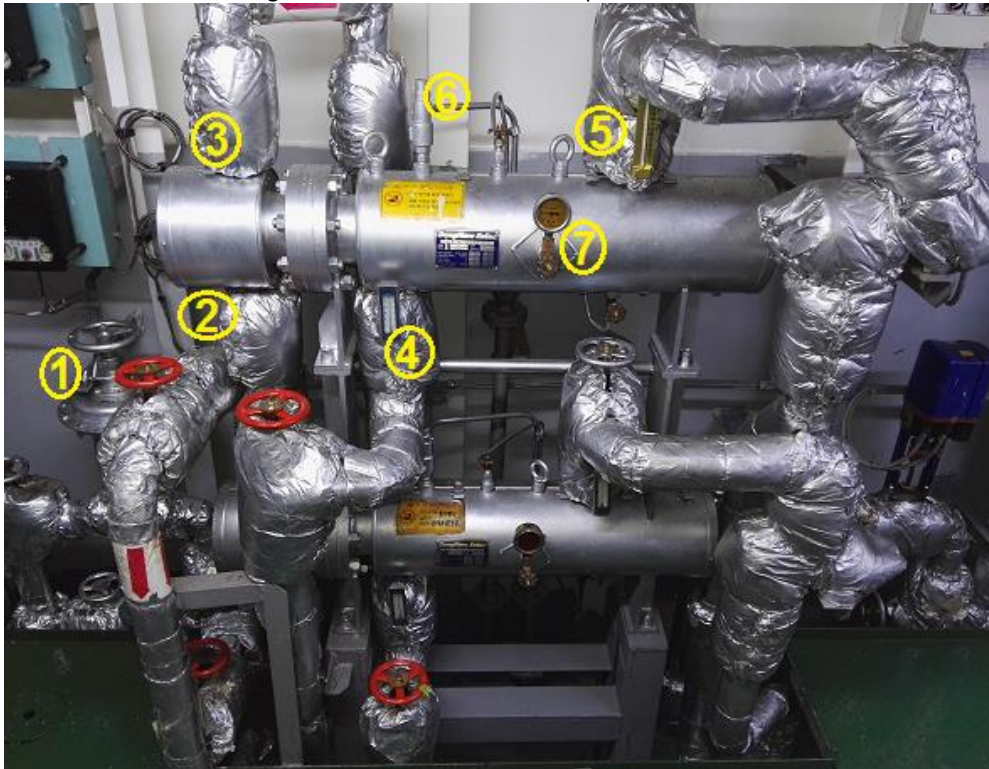


Fuente: 29 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Válvula control temperatura
2	Salida de vapor
3	Entrada de vapor al intercambiador
4	Entrada aceite al intercambiador
5	Salida aceite
6	Válvula de seguridad
7	Manómetro presión lado carcasa

8	EQUIPO		CALENTADOR H.F.O DEPURADORA				
FABRICANTE	DongHwa Entec		UBICACIÓN		Tercer tecla, proa		
			Núm. Equipos		2		
CARACTERISTICAS GENERALES							
Superficie de intercambio				0,83 m ²			
Zona carcasa							
Volumen fluido	1,5 m ³ /h	Presión máx.	3 bar	Temp. entrada	55 °C	Temp. salida	98 °C
Zona tubos							
Volumen fluido	59 m ³ /h	Presión máx.	7 bar	Temp. entrada	170 °C	Temp. salida	170 °C

Fig. 30 Intercambiador de calor depuradora de Fuel

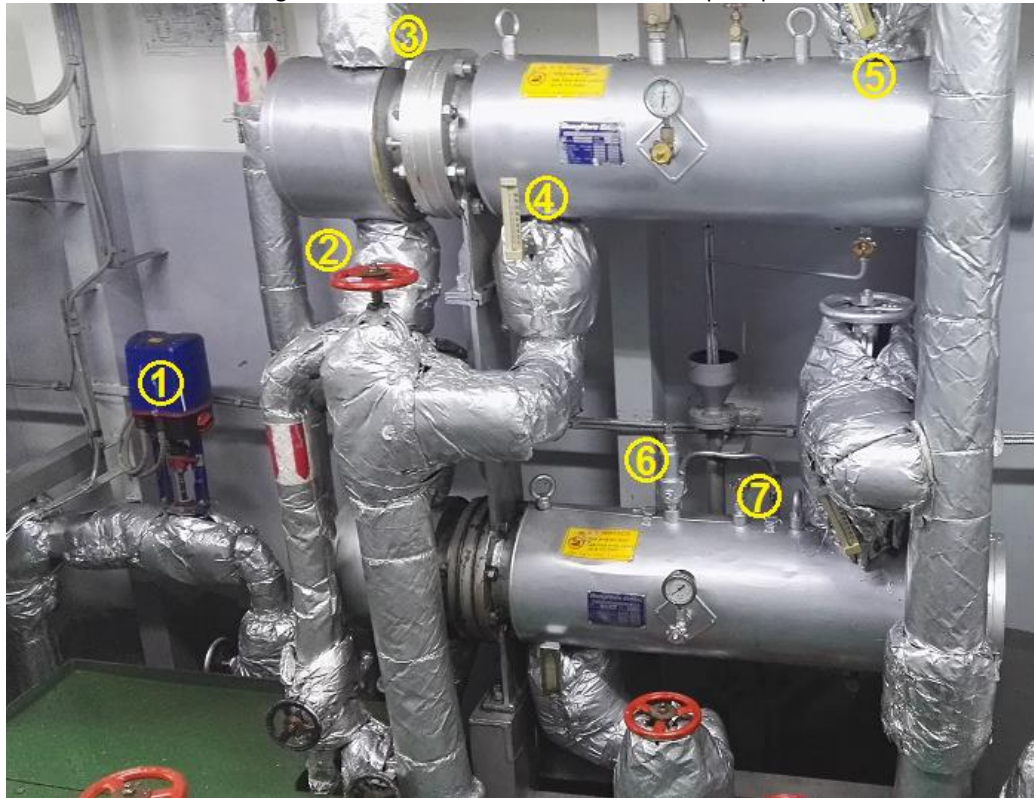


Fuente: 30 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Válvula control temperatura
2	Salida de vapor
3	Entrada de vapor al intercambiador
4	Entrada fuel al intercambiador
5	Salida fuel
6	Válvula de seguridad
7	Manómetro presión lado carcasa

9	EQUIPO		CALENTADOR H.F.O MOTOR PRINCIPAL				
FABRICANTE	DongHwa Entec		UBICACIÓN	Tercer tecla, proa-babor			
			Núm. Equipos	2			
CARACTERISTICAS GENERALES							
Superficie de intercambio			3,97 m ²				
Zona carcasa							
Volumen fluido	5,4 m ³ /h	Presión máx.	10 bar	Temp. entrada	100 °C	Temp. salida	135 °C
Zona tubos							
Volumen fluido	179 m ³ /h	Presión máx.	7 bar	Temp. entrada	170 °C	Temp. salida	170 °C

Fig. 31 Intercambiador de calor H.F.O motor principal



Fuente: 31 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Válvula control temperatura
2	Salida de vapor
3	Entrada de vapor al intercambiador
4	Entrada fuel al intercambiador
5	Salida fuel
6	Válvula de seguridad
7	Válvula de purga

10	EQUIPO		FILTRO AUTOMÁTICO H.F.O		
FABRICANTE	BOLL&KIRCH	UBICACIÓN	Tercer tecla, proa-babor		
MODELO	6.62.1 DN40	Nº EQUIPOS	2		
CARACTERISTICAS GENERALES					
VOLUMEN	19 L	Presión máx.	12 bar	Temperatura máx.	150 °C

Fig. 32 Filtro automático circuito H.F.O

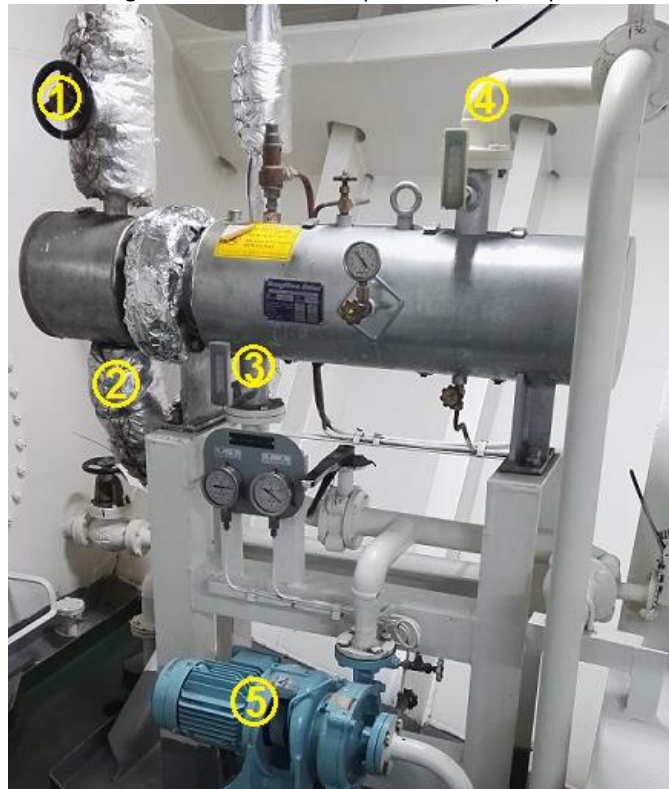


Fuente: 32 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Panel de control
2	Motor neumático
3	Carcasa filtro automático

11	EQUIPO			PRECALENTADOR CHAQUETAS MOTOR PRINCIPAL			
FABRICANTE	Donghwa	UBICACIÓN	Tercer tecla, estribor.				
CARACTERISTICAS GENERALES							
Zona carcasa							
Volumen fluido	6 m ³ /h	Presión máx.	1 bar	Temp. entrada	50°C	Temp. salida	59 °C
Zona tubos							
Volumen fluido	107,2 m ³ /h	Presión máx.	4 bar	Temp. entrada	151,1 °C	Temp. salida	151,1 °C
Bomba							
Tipo	Taiko TMC-32MT	Capacidad	6 m ³ /h	Presión descarga	1,0 bar		

Fig. 33 Precaentador chaquetas motor principal

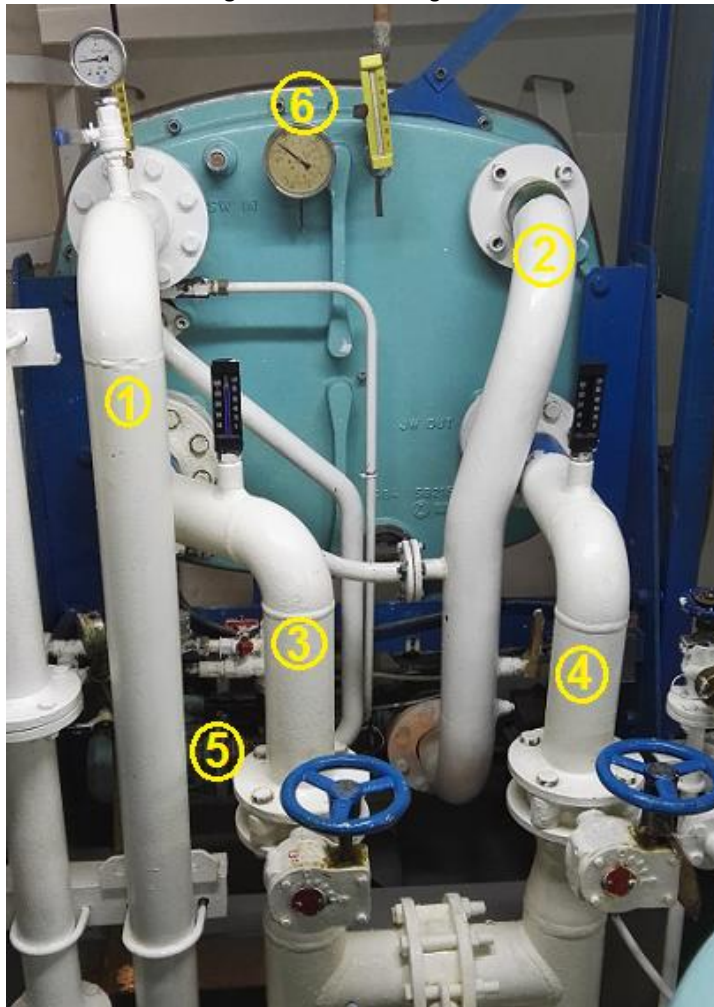


Fuente: 33 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Entrada de vapor al intercambiador
2	salida de vapor
3	Entrada de agua al intercambiador
4	Salida de agua
5	Bomba

12	EQUIPO		GENERADOR DE AGUA DULCE		
FABRICANTE	Alfa Laval	UBICACIÓN	Tercer tecla, proa-estribor		
MODELO	JWP-26-C80	Nº EQUIPOS	1		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Producción de agua		15 m ³ /24h			
Bomba agua dulce					
Tipo	Alfa Laval PvVF1532.2X-012	Capacidad	17,5 l/min	Presión	2,35 bar

Fig. 34 Generador de agua dulce



Fuente: 34 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Entrada agua de mar
2	Salida agua de mar
3	Entrada agua refrigeración AT
4	Salida agua refrigeración AT
5	Bomba agua dulce
6	Manómetro presión de la campana

13	EQUIPO		ENFRIADOR AGUA DE REFRIGERACIÓN ALTA TEMPERATURA		
FABRICANTE	Alfa Laval	UBICACIÓN	Tercer tecla, estribor.		
MODELO	M10-BFM				
CARACTERISTICAS GENERALES					
VOLUMEN	11.91	PRESION DISEÑO	6,0 bar	TEMPERATURA DISEÑO	90°C
PRESION MAXIMA	9 bar	N° EQUIPOS	1		

Fig. 35 Enfriador agua de refrigeración alta temperatura



Fuente: 35 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Salida agua alta temperatura
2	Entrada agua baja temperatura
3	Salida agua baja temperatura
4	Entrada agua alta temperatura
5	Punto toma de muestra

14	EQUIPO		MOTOR PRINCIPAL		
FABRICANTE	Stx B&W		UBICACIÓN	Tercer tecla y doble fondo	
MODELO	8S35MC-MC7				
CARACTERISTICAS GENERALES					
N° CILINDROS	8	CARRERA	1400 mm	DIAMETRO CILINDRO	350 mm
POTENCIA			5920 kW	VELOCIDAD DE GIRO	173 rpm

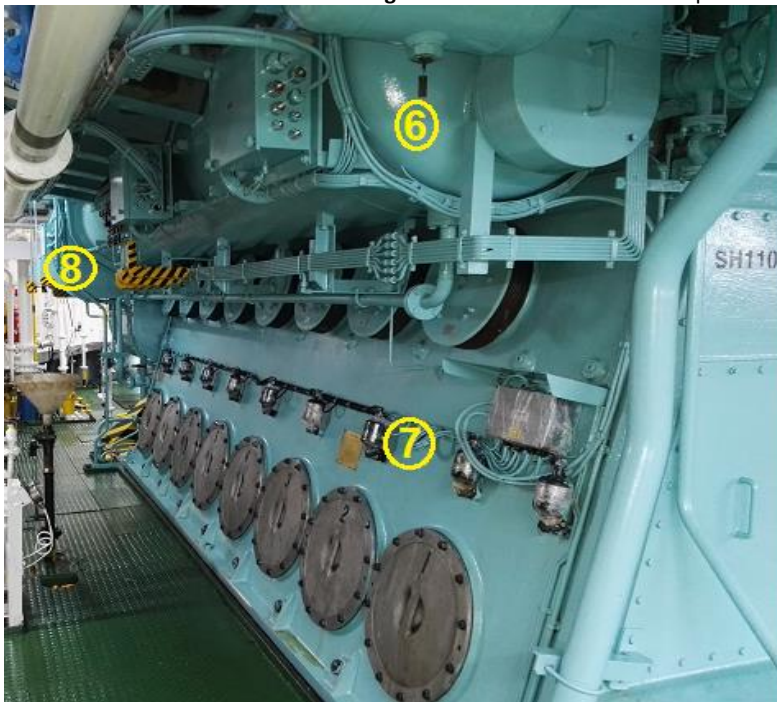
Fig. 36 Parte superior Motor Principal



- 1- Gobierno emergencia
- 2- Bomba de combustible
- 3- Colector de escape
- 4- Válvula de escape
- 5- Turbocompresor

Fuente: 36 Trabajo de campo

Fig. 37 Parte inferior Motor Principal

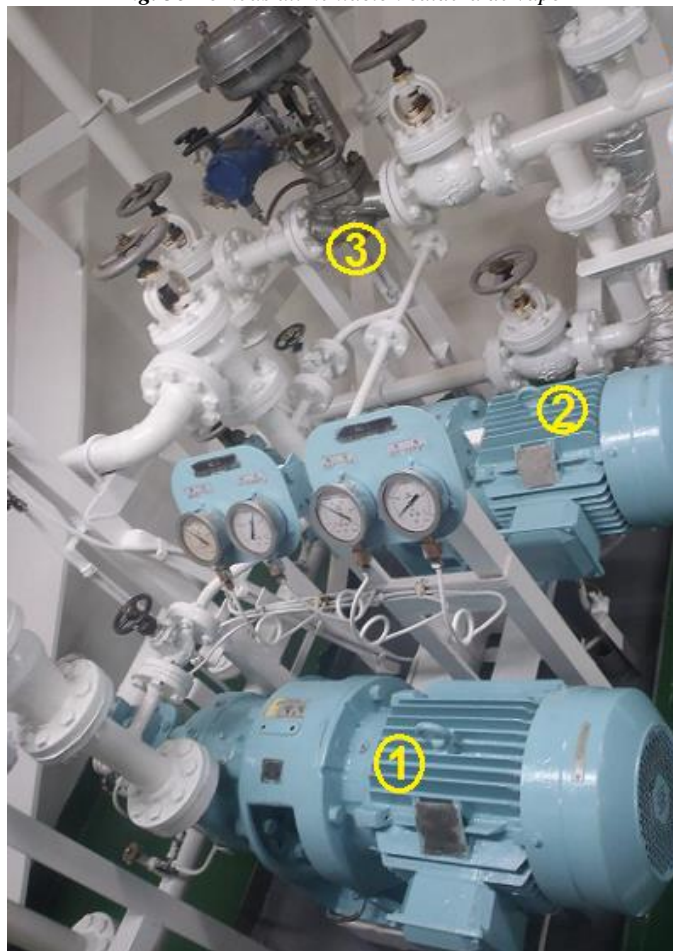


- 6- Colector de barrido
- 7- Detector de niebla
- 8- Soplador auxiliar (Blowers)

Fuente: 37 Trabajo de campo

15	EQUIPO		BOMBA ALIMENTACIÓN AGUA CALDERA DE VAPOR		
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Tercer tecla, babor		
MODELO	2MF-72M	Nº EQUIPOS	2		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad	18 m ³ /h	Presión descarga	11 bar	Velocidad	360 r.p.m
MOTOR ELECTRICO		ABB M2QA160M2A 440v 60Hz 4,6Kw 20,21A 3510 r.p.m			

Fig. 38 Bombas alimentación caldera de vapor



Fuente: 38 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Bomba N°1
2	Bomba N°2
3	Válvula automática de alimentación

16	EQUIPO		BOMBA REFRIGERACIÓN ALTA TEMPERATURA		
FABRICANTE	Taiko		UBICACIÓN	Doble fondo, proa- estribor	
MODELO	EMC-100MCT		Nº EQUIPOS	2	
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	57 m ³ /h	PRESION DESCARGA	3 bar	RPM	1800
MOTOR ELECTRICO	ABB M2QA1660M4A 440v 60Hz 21,21 A 12,7kW				

Fig. 39 Bomba refrigeración circuito alta temperatura



Fuente: 39 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Aspiración bomba
2	Descarga bomba

17	EQUIPO		HIDRÓFORO				
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Tercer tecla, estribor				
MODELO	UH-0.52R	Nº EQUIPOS	2				
CARACTERISTICAS GENERALES							
Capacidad	500 l	Presión nominal	3,5-4 bar	Presión tarado válvula seguridad	4,5 bar		
Bomba hidróforo							
Tipo	TMV-32MT	Capacidad	3 m ³ /h	Velocidad	3600 r.p.m	Potencia	2,53 kW

Fig. 40 Hidróforo



Fuente: 40 Trabajo de campo

18	EQUIPO		ALTERNADOR		
FABRICANTE	Taiyo		UBICACIÓN	Tercer tecla popa	
MODELO	FE547C-8		NÚM. EQUIPOS	3	
CARACTERISTICAS GENERALES					
Nº de polos	8	Nº de fases	3	Potencia eléctrica de salida	937,5 kVA
Frecuencia	60 Hz	Voltaje	450 V	Intensidad	1203 A

Fig. 41 Alternador



Fuente: 41 Trabajo de campo

19	EQUIPO		MOTOR AUXILIAR		
FABRICANTE	Yanmar		UBICACIÓN	Tercer tecla popa	
MODELO	6EY18AL		NÚM. EQUIPOS	3	
CARACTERISTICAS GENERALES					
N° CILINDROS	6	CARRERA	280 mm	DIAMETRO CILINDRO	180 mm
POTENCIA			800 kW	VELOCIDAD DE GIRO	900 rpm

Fig. 42 Motor Auxiliar

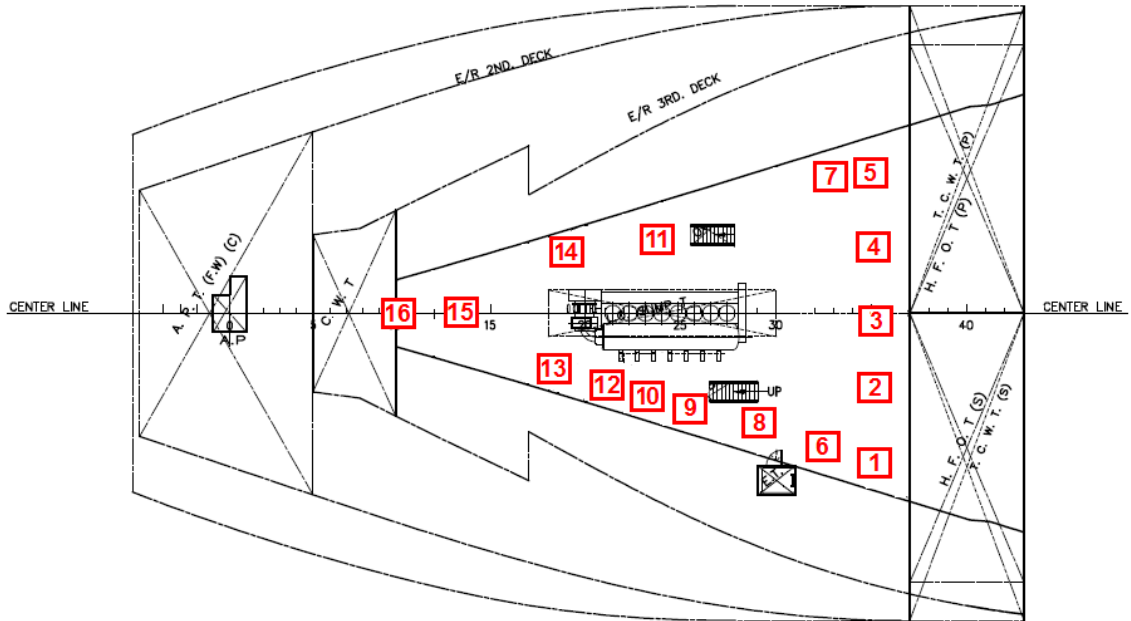


Fuente: 42 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Enfriador aire (salida del turbo)
2	Bomba de agua acoplada
3	Filtro de aire (entrada al turbo)
4	Filtros de combustible
5	Motor de arranque neumático

3.2.2.4 Tecele inferior

Fig. 43 Tecele inferior Sala de Máquinas



Fuente: 43 Trabajo de campo

1	EQUIPO		ENFRIADOR AGUA DE REFRIGERACIÓN BAJA TEMPERATURA	
FABRICANTE	Alfa Laval	UBICACIÓN	Doble fondo, proa- estribor	
MODELO	M15-BFM8	N° EQUIPOS	2	
CARACTERISTICAS GENERALES				
VOLUMEN	102,3 l	PRESION DISEÑO	6,0 bar	
PRESION MAXIMA	9 bar	TEMPERATURA DISEÑO	90°C	

Fig. 44 Enfriador agua de refrigeración circuito de baja temperatura



Fuente: 44 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Entrada agua de mar
2	Salida agua de mar
3	Entrada agua de refrigeración baja temperatura
4	Salida agua de refrigeración baja temperatura

2	EQUIPO		BOMBA REFRIGERACIÓN BAJA TEMPERATURA		
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Doble fondo, proa-estribor		
MODELO	EMC-250MCT	Nº EQUIPOS	3		
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	200 m ³ /h	PRESION DESCARGA	3 bar	RPM	1800
MOTOR ELECTRICO	ABB M2QA200L4A 440v 60Hz 54,79 A 34,5kW				

Fig. 45 Bomba circuito de refrigeración baja temperatura



Fuente: 45 Trabajo de campo

3	EQUIPO		BOMBA AGUA DE MAR		
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Doble fondo, proa		
MODELO	EMC-250MCT	Nº EQUIPOS	2		
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	395m ³ /h	PRESION DESCARGA	2,5bar	RPM	1800
MOTOR ELECTRICO	ABB 440v 60Hz 70,88 A 42,6kW				

Fig. 46 Bomba sistema agua salada



Fuente: 46 Trabajo de campo

4	EQUIPO		BOMBA CONTRA INCENDIOS		
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Doble fondo, proa-babor		
MODELO	EMC-150MCT	Nº EQUIPOS	2		
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	200m ³ /h	PRESION DESCARGA	9bar	RPM	3600
MOTOR ELECTRICO	ABB 440v 60Hz 132,2 A 86kW				

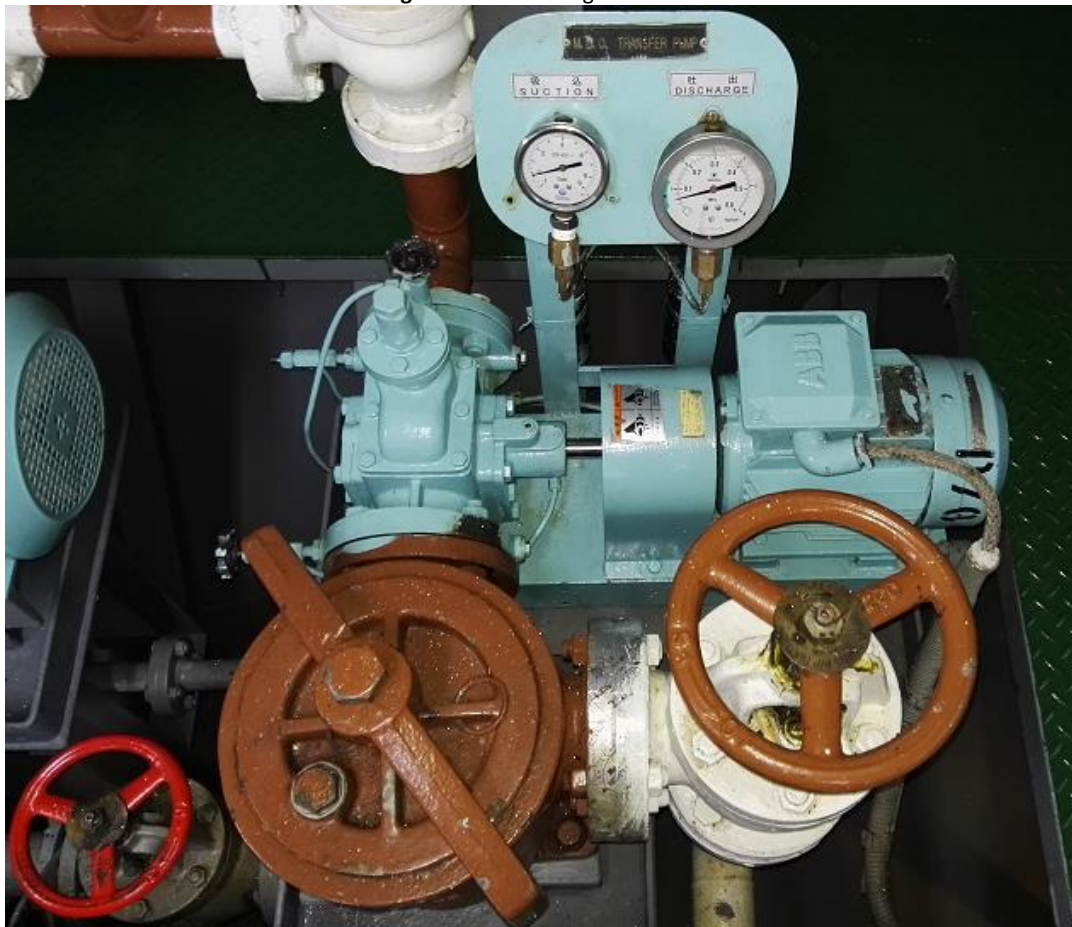
Fig. 47 Bomba contra incendios



Fuente: 47 Trabajo de campo

5	EQUIPO		BOMBA TRASIEGO DE DIÉSEL		
FABRICANTE	Taiko		UBICACIÓN	Doble fondo, proa-babor	
MODELO	NHG-6MA		Nº EQUIPOS	1	
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	5 m ³ /h	PRESION DESCARGA	2,5 bar	VELOCIDAD	1200 rpm
MOTOR ELECTRICO	ABB M2QA90L6A, 440V 4,49A 2,53Kw IP55				

Fig. 48 Bomba trasiego de Diesel



Fuente: 48 Trabajo de campo

6	EQUIPO		BOMBA LIMPIEZA DE TANQUES		
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Doble fondo, proa- estribor		
MODELO	EMC-200MCT	Nº EQUIPOS	1		
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	120m ³ /h	PRESION DESCARGA	12bar	RPM	1800
MOTOR ELECTRICO	ABB 440v 60Hz 160,7 A 104kW				

Fig. 49 Bomba limpieza de tanques



Fuente: 49 Trabajo de campo

7	EQUIPO		BOMBA TRASIEGO DE FUEL		
FABRICANTE	Taiko		UBICACIÓN	Doble fondo, proa-babor	
MODELO	NGH-10MA		N° EQUIPOS	1	
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	10 m ³ /h	PRESION DESCARGA	2,5 bar	VELOCIDAD	1200rpm
MOTOR ELECTRICO	ABB M2QA132S6A, 440V 6,25A 3,45Kw IP55				

Fig. 50 Bomba trasiego de fuel



Fuente: 50 Trabajo de campo

8	EQUIPO		BOMBA EYECTOR GENERADOR AGUA DULCE		
FABRICANTE	Alfa Laval	UBICACIÓN	Doble fondo, proa-estribor		
		Nº EQUIPOS	1		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Capacidad	360 m ³ /h	Presión descarga	3,75 bar	Velocidad	3500 r.p.m
MOTOR ELECTRICO		440v 60Hz 11Kw 17,4A			

Fig. 51 Bomba eyector generador de agua dulce



Fuente: 51 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Entrada agua de mar
2	Filtro
3	Descarga bomba

9	EQUIPO		ENFRIADOR ACEITE DE LUBRICACIÓN MOTOR PRINCIPAL		
FABRICANTE	Alfa Laval		UBICACIÓN	Doble fondo, estribor.	
MODELO	M15-BFM8				
CARACTERISTICAS GENERALES					
VOLUMEN	142,9 l	PRESION DISEÑO	6,0 bar	TEMPERATURA DISEÑO	90°C
PRESION MAXIMA	9 bar		N° EQUIPOS	1	

Fig. 52 Enfriador aceite de lubricación del motor principal



Fuente: 52 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Entrada de aceite
2	Entrada agua de refrigeración baja temperatura
3	Salida de aceite
4	Salida agua de refrigeración baja temperatura

10	EQUIPO		BOMBA ACEITE DE LUBRICACIÓN MOTOR PRINCIPAL		
FABRICANTE	Taiko	UBICACIÓN	Doble fondo, estribor		
MODELO	MST-120T	Nº EQUIPOS	2		
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	125 m ³ /h	PRESION DESCARGA	3,5 bar	RPM	1800
MOTOR ELECTRICO	ABB M2QA200L4A 440v 60Hz 57,79 A 34,5kW				

Fig. 53 Bomba aceite de lubricación motor principal



Fuente: 53 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Aspiración de la bomba
2	Descarga de la bomba
3	Autocebado de la bomba

11	EQUIPO	SEPARADOR DE SENTINAS			
FABRICANTE	GeoRim	UBICACIÓN	Doble fondo, babor		
MODELO	GRS25-126	Nº EQUIPOS	1		
CARACTERISTICAS GENERALES					
Volumen	1º: 600 l; 2ª: 110 l	Capacidad	2,5 m³/h	Presión máx.	3,0 bar

Fig. 54 Separador de sentinas



Fuente: 54 Trabajo de campo

12	EQUIPO		BOMBA TRASIEGO ACEITE		
FABRICANTE	Taiko		UBICACIÓN	Doble fondo, popa-estribor	
MODELO	NGH-T-SMT		Nº EQUIPOS	1	
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	1,2 m ³ /h	PRESION DESCARGA	2,5 bar	VELOCIDAD	1200 r.p.m
MOTOR ELECTRICO	ABB 440V 0,73Kw 1750r.p.m				

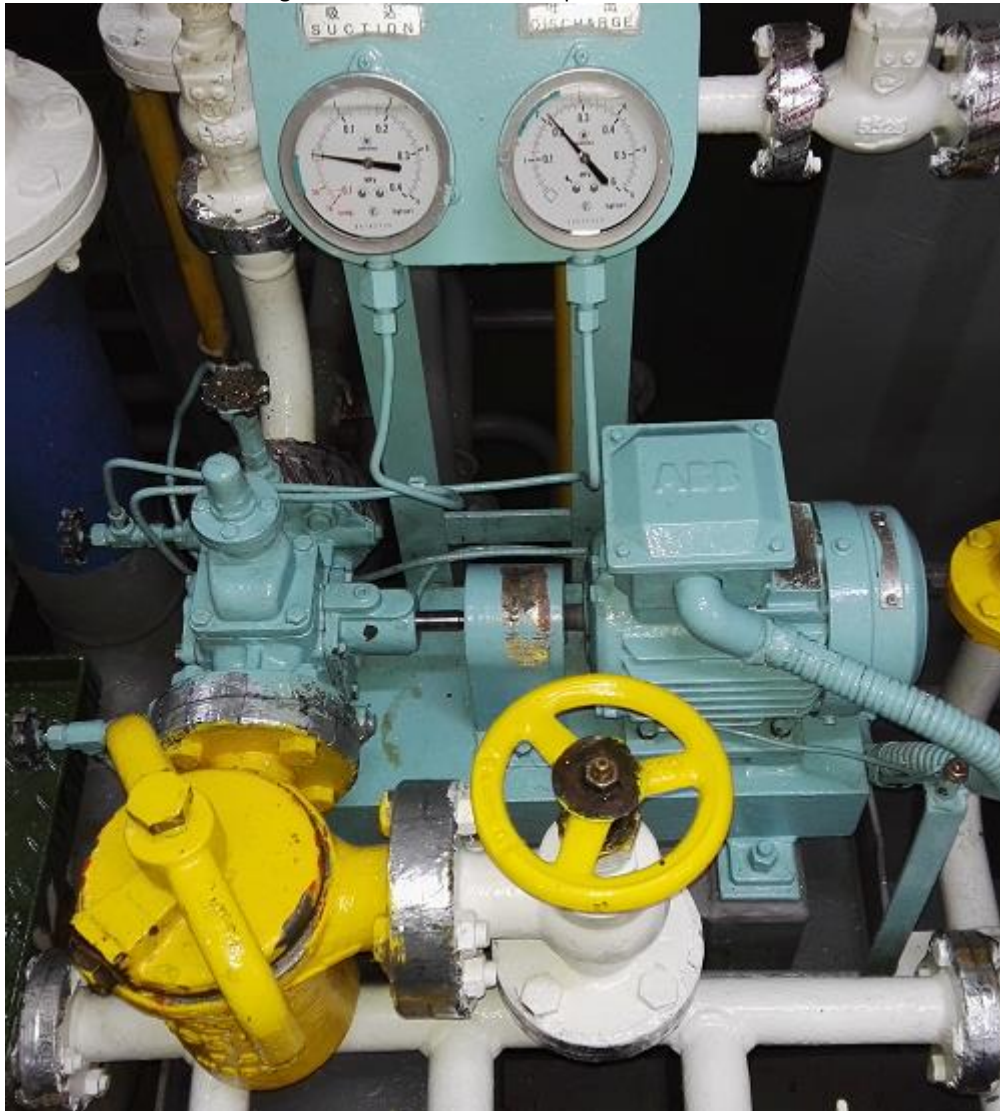
Fig. 55 Bomba trasiego de aceite



Fuente: 55 Trabajo de campo

13	EQUIPO		BOMBA ALIMENTACIÓN DEPURADORA ACEITE DE LUBRICACIÓN		
FABRICANTE	Taiko		UBICACIÓN	Doble fondo, popa-estribor	
MODELO	NHG-T 5MT		Nº EQUIPOS	2	
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	1,2 m ³ /h	PRESION DESCARGA	2,5 bar	VELOCIDAD	1200 r.p.m
MOTOR ELECTRICO	ABB 440V 0,73Kw 1750r.p.m				

Fig. 56 Bomba alimentación depuradora de aceite



Fuente: 56 Trabajo de campo

14	EQUIPO		BOMBA TRASIEGO DE LODOS		
FABRICANTE	Taiko		UBICACIÓN	Doble fondo, babor	
MODELO	HNP-301		Nº EQUIPOS	1	
CARACTERISTICAS GENERALES					
CAPCIDAD	3 m ³ /h	PRESION DESCARGA	3,5 bar	VELOCIDAD	460 rpm
MOTOR ELECTRICO	ABB 440V 3,54A 1,72Kw 1668r.p.m				

Fig. 57 Bomba trasiego de lodos



Fuente: 57 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Colector aspiración tanques
2	Filtro
3	Aspiración de la bomba
4	Descarga de la bomba

15	EQUIPO	COJINETE DE APOYO INTERMEDIO (CHUMACERA DE EMPUJE)	
FABRICANTE	Blohm+Voss Industries	UBICACIÓN	Doble fondo, popa
		Nº EQUIPOS	1
CARACTERISTICAS GENERALES			
Diámetro cojinete		330 mm	

Fig. 58 Chumacera de empuje



Fuente: 58 Trabajo de campo

16	EQUIPO		BOCINA	
FABRICANTE	Blohm+Voss Industries		UBICACIÓN	Doble fondo, popa
			N° EQUIPOS	1

CARACTERISTICAS GENERALES

Sello proa

Tipo	SC2Z	Diámetro	400 mm	Material sellos	Goma de nitrilo butadieno (NBR)
-------------	------	-----------------	--------	------------------------	---------------------------------

Sello popa

Tipo	SC2B	Diámetro	400 mm	Material sellos	Goma de nitrilo butadieno (NBR)
-------------	------	-----------------	--------	------------------------	---------------------------------

Fig. 59 Bocina



Fuente: 59 Trabajo de campo

Núm.	Parte
1	Sello de proa
2	Sello de popa
3	Tanque de aceite sello de proa
4	Tanque de aceite sello de popa

3.3 TIPOS DE MANTENIMIENTOS

Según la EFNMS (Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Mantenimiento), se puede definir el mantenimiento como:

“El conjunto de actividades técnicas y administrativas cuya finalidad es conservar o restituir un sistema, subsistema, instalación, planta, máquina, equipo, estructura, edificio, conjunto, componente o pieza en o a la condición que la permita desarrollar su función.”

Se puede decir que los tres tipos de mantenimientos básicos a bordo son: el preventivo, predictivo y correctivo. Cada mantenimiento aparece según distintos factores como el tiempo de trabajo, la cantidad de respetos, personal disponible, etc.

3.3.1 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo evitar o reducir la aparición de fallos en el equipo. Se lleva a cabo a través de inspecciones y operaciones sistemáticas que incluye pintura, la lubricación, limpieza, ajuste y reemplazo de componentes con el fin de prolongar la vida útil del equipo. Generalmente este mantenimiento se aplica de acuerdo a las indicaciones del fabricante del equipo.

3.3.2 Mantenimiento predictivo

Es el conjunto de acciones que permiten detectar fallos en el equipo antes de que aparezcan o cuando estos están aún en su inicio. Para ello se ha de llevar un seguimiento del equipo mediante técnicas diagnósticas como puede ser: toma de presiones, toma de temperaturas, análisis de aceite, medición de vibraciones, etc.

3.3.3 Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de acciones que permite devolver a un equipo a sus condiciones operativas, tras la aparición del fallo. Es difícil prever por lo que tiene una serie de inconvenientes como puede ser el tiempo necesario para solventar el problema, disponibilidad de respetos a bordo, etc. Todo ello puede afectar a la operatividad del buque.

IV. METODOLOGÍA

IV. METODOLOGÍA

La metodología empleada se divide en los siguientes apartados:

4.1 Documentación bibliográfica

Respecto a los materiales utilizados en este Trabajo, hay que destacar los manuales de los equipos del buque y los planos del buque. Esta es la principal fuente de información. Además, se han consultado diferentes páginas web de los fabricantes para completar la información

4.2 Metodología del trabajo de campo

Para la elaboración de este Trabajo Fin de Grado se han utilizado los conocimientos adquiridos durante el periodo de formación a bordo como alumno de máquinas. En cuanto a las figuras, se han utilizado casi en su totalidad fotografías tomadas durante la realización del trabajo de campo.

4.3 Marco referencial

El marco referencial de este trabajo es el buque “Tinerfe” perteneciente a la empresa naviera Distribuidora Marítima Petrogás S.L.U., en el cual he realizado el año de prácticas como alumno de máquinas, obteniendo información y experiencia para elaborar este Trabajo Fin de Grado.

IV. RESULTADOS

V. RESULTADOS

A continuación, se exponen cinco casos prácticos en los que se explica el proceso que se siguió para efectuar los mantenimientos.

5.1 ENFRIADOR CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN BAJA

TEMPERATURA

Este mantenimiento se realiza anualmente o cuando se observen anomalías durante el funcionamiento del enfriador como sucedió en esta ocasión.

Consiste en el desmontaje, limpieza mecánica de todas las placas, limpieza de la malla del filtro que se encuentra en la entrada de agua de mar y verificación del estado de las juntas para remplazarlas en caso de que estén dañadas.

Fig. 60 Enfriador N°1 sistema de refrigeración de baja temperatura



Fuente: 60 Trabajo de campo

Datos del equipo:

Marca: Alfa Laval

Modelo: M15-BFM8

Volumen interno: 102,3 litros

Presión de diseño: 6,0 bar

Temperatura de diseño: 90 °C

Datos del mantenimiento

Fecha: 20/11/2015

Causa: Temperatura alta en el
circuito de refrigeración Baja

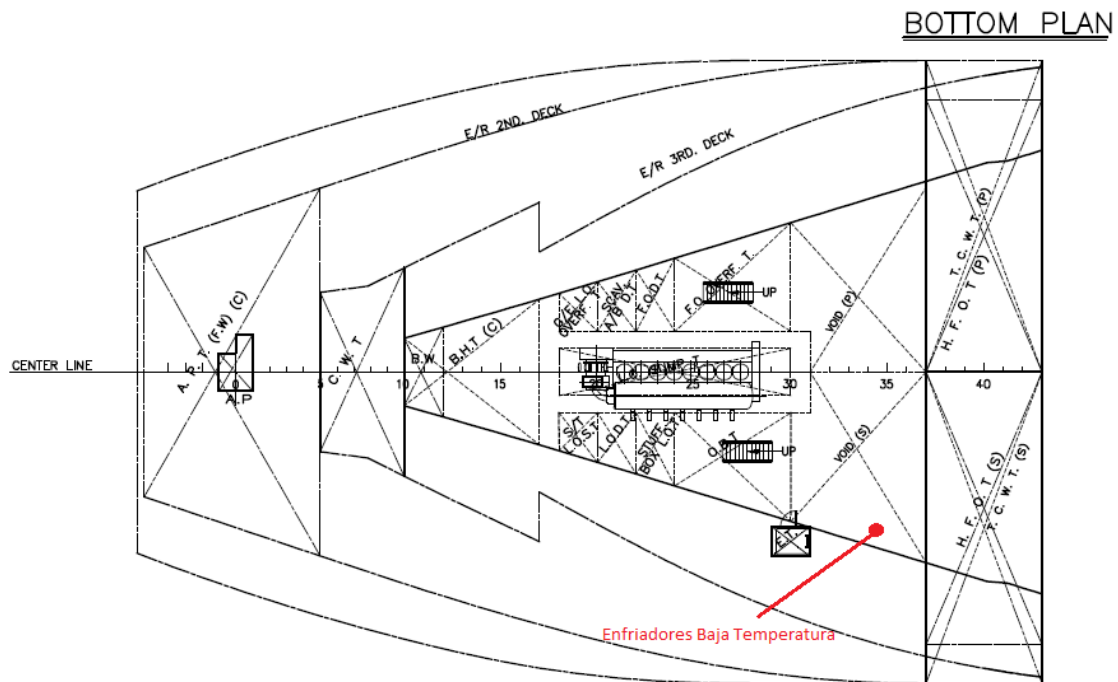
Temperatura

Tipo: Mantenimiento correctivo

Situación del equipo en sala de maquinas

El equipo se encuentra situado en el tecele del doble fondo, en el costado de estribor y a proa de la sala de máquinas.

Fig. 61 Situación del equipo en Sala de Máquinas



Fuente: 61 Trabajo de campo

Descripción del mantenimiento.

Durante la navegación, se detectó que la temperatura del agua de refrigeración del sistema de baja temperatura se encuentra a 37 °C, cuando la temperatura óptima de funcionamiento ha de ser 33°C. También se observó que la válvula reguladora de tres vías se encontraba abierta al 100% dando paso al agua hacia enfriador.

Se opta por poner en funcionamiento el segundo enfriador de baja temperatura con lo que es solventado el problema. De este modo se llega a la conclusión de que el enfriador número uno se encuentra sucio.

Para llevar a cabo este mantenimiento se comenzó cerrando la válvula de entrada de agua salada y luego la válvula de salida (evitando así la sobrepresión en el interior del equipo). Con la parte de agua dulce se procede del mismo modo.

El siguiente paso antes de quitar los pernos, fue vaciar el agua que se encuentra en el interior. Una vez que hemos vaciado el agua, se extraen los pernos para poder separar las placas y se realiza la limpieza manual de las mismas. Esta operación se realiza con cepillos de cerdas plásticas para no dañar las placas, agua y detergente.

Fig. 62 Placa del enfriador antes y después de ser limpiada



Fuente: 62 Trabajo de campo

Antes de proceder al montaje debemos aclarar con agua todas las placas y las juntas para eliminar cualquier elemento sólido y evitar que quede aprisionado entre la placa y la junta durante el montaje, haciendo la unión no hermética. Esto podría provocar fugas de agua hacia el exterior o en el interior del enfriador, lo que puede provocar una mezcla de agua salada y agua dulce, originando futuros daños en los equipos que sean refrigerados con esta agua (Motores Auxiliares, compresores, etc).

Por último, antes de dar por concluido el mantenimiento, se puso operativo el equipo para comprobar si existían fugas de agua. Para detectar pérdidas de agua hacia el exterior del enfriador, se realizó una inspección visual entre las uniones de las placas y para detectar perdidas interiores (mezcla de agua), nos fijamos que no hubiese variación en el nivel del tanque de expansión del sistema de refrigeración de baja temperatura.

Estas pruebas fueron realizadas con resultado satisfactorio, por lo que el mantenimiento se dio por concluido.

5.2 GENERADOR DE AGUA DULCE

Este mantenimiento se realiza cada tres meses o cuando se observe que la producción de agua técnica disminuya. Consiste en el desmontaje, revisión y verificación del estado de las juntas, ánodos de sacrificio y limpieza química de las placas.

Fig. 63 Generador de agua dulce



Fuente: 63 Trabajo de campo

Datos del equipo:

Marca: Alfa Laval

Modelo: JWP-26-C80

Producción agua: 15 m³/24h

Datos del mantenimiento

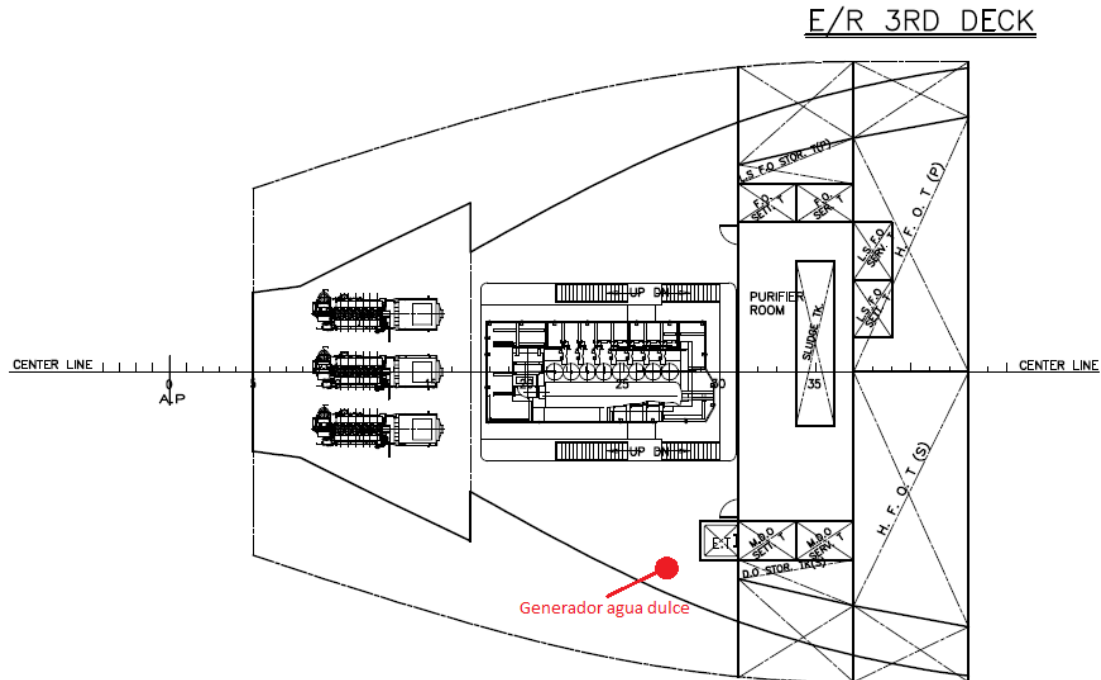
Fecha: 28/03/2016

Causa: Baja producción de agua dulce

Tipo: Mantenimiento correctivo.

Situación del equipo en sala de máquinas

Fig. 64 Situación del equipo en Sala de Máquinas



Fuente: 64 Trabajo de campo

El equipo se encuentra situado en el tercer teque, en el costado de estribor y a proa de la sala de máquinas.

Descripción del mantenimiento

El mantenimiento se realiza debido a que la producción de agua destilada está muy por debajo de lo que se considera “aceptable”. En el manual, el fabricante nos dice que la producción máxima es de $15\text{m}^3/24\text{h}$ y nos encontramos que tenemos una producción de aproximadamente de $9\text{m}^3/24\text{h}$.

Encontrándose las válvulas de entrada de agua dulce de alta temperatura y la entrada y la salida de agua sala cerradas, se procede al enclavamiento, quitando la alimentación eléctrica al cuadro de este equipo para mayor seguridad de los operarios.

Seguidamente se procede a la extracción de la parte trasera de la campana, lo que deja al descubierto el conjunto de placas tanto de la parte del evaporador (placas inferiores) como la del condensador (placas superiores).

Fig. 65 Placas condensador zona superior; placas evaporador zona inferior



Fuente: 65 Trabajo de campo

El siguiente paso es extraer las placas, para ello es necesario quitar las tuercas que comprime la tapa contra las placas. Una vez retiradas todas las placas se procede a su limpieza. Para ello se han de sumergir en un producto químico (Descaling) para disolver las incrustaciones de sales que se encuentran fuertemente adherida a la superficie.

Fig. 66 Incrustaciones de sal en placas del evaporador



Fuente: 66 Trabajo de campo

Una vez limpias y secas todas las placas, se procede a inspeccionar el estado de las juntas ya que algunas de ellas han de ser sustituidas o simplemente se encuentran despegadas y se han de volver a pegar en su sitio utilizando cola de contacto.

Fig. 67 Placas limpias y separadas por tipo



Fuente: 67 Trabajo de campo

A la hora del montaje se ha de tener en cuenta que existen cuatro tipos de placas diferentes. Una de ellas es la que se ha de colocar en primer lugar, luego le siguen otros dos tipos de placas que se van intercalando y en último lugar se colocará el cuarto tipo que es la que cierra el conjunto. Para ello se ha de utilizar el manual del fabricante en el que explica el orden de cada placa, así como la dirección de las mismas.

Una vez montadas las placas correctamente, se instala la tapa final y se aprietan las tuercas. Se ha de tener en cuenta que el apriete debe ser uniforme para que las placas se compriman adecuadamente. Para ello dos operarios se encargan de apretar una tuerca y la del extremo opuesto al mismo tiempo hasta que todos los espárragos sobresalgan 81mm respecto de las tuercas.

Otro aspecto a tener en cuenta en este mantenimiento es la limpieza de la campana, de la malla metálica (demister) encargada de separar y retener las pequeñas gotas de agua que viajan en el vapor y de comprobar que los ánodos de sacrificio estén en buen estado.

Para finalizar, se realiza una prueba para detectar posibles fugas de agua mientras la tapa de la campana aún no está colocada. Para comprobar posibles fugas de agua salada, arrancaremos la bomba del eyector ya que es la encargada de la circulación del agua a través de las placas del condensador y visualmente se inspeccionarán en busca de fugas.

5.3 COMPRESOR AIRE DE ARRANQUE

Este mantenimiento se realiza cada 5000 horas.

Consiste en:

- Cambio de aceite lubricante
- Desmontaje y limpieza de válvulas.
- Revisión de la tensión de las correas.
- Revisión de todas las tuberías y conexiones.
- Limpieza de los enfriadores.
- Revisión pistones y bielas.
- Revisión de camisas.

Fig. 68 Compresores de aire de arranque



Fuente: 68 Trabajo de campo

Datos del equipo:

Marca: ABC

Presión de escape: 30 bar

Modelo: SXC-30-15

Caudal: 2.166 l/m

Datos del mantenimiento

Fecha: 18/05/2016

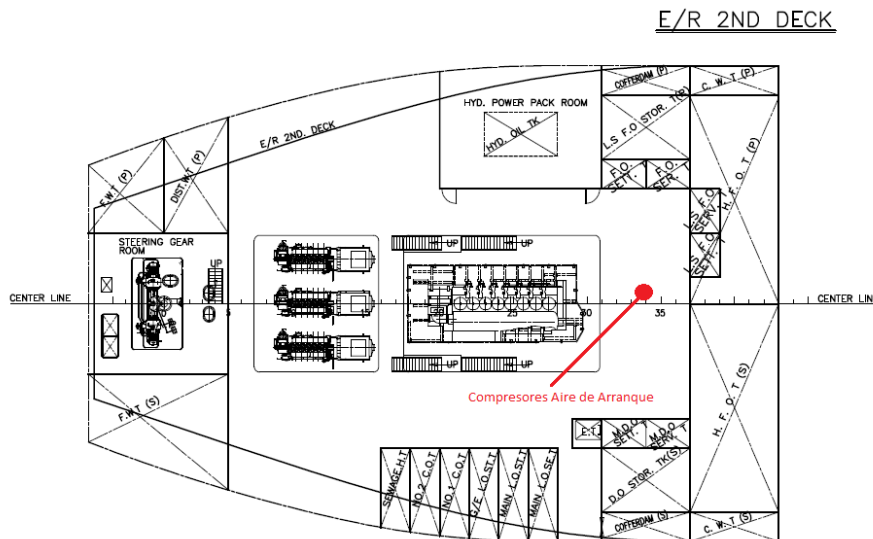
Causa: 5000h funcionamiento

Tipo: Mantenimiento preventivo

Situación del equipo en sala de máquinas

El equipo se encuentra situado en el segundo tecla de la sala de máquinas y a proa de la misma.

Fig. 69 Situación del equipo en sala de maquinas



Fuente: 69 Trabajo de camp

Descripción del mantenimiento.

Antes de comenzar el mantenimiento debe enclavarse el compresor, asegurándose de que no exista suministro eléctrico y de que tampoco haya presión en su interior. También colocaremos un cartel en el cuadro principal donde se indique que en el equipo se está realizando un mantenimiento.

Uno de los trabajos principales en este mantenimiento es el cambio de aceite. Para llevarlo a cabo, simplemente se ha de quitar el tornillo de vaciado que se encuentra en la parte inferior del cárter y extraer el aceite usado.

Algunas consideraciones a tener en cuenta en este punto y antes de rellenar con el nuevo aceite (SAE-30) sería revisar el aceite usado en busca de partículas metálicas (indicativo de desgaste en los elementos internos sujetos a fricción) y limpieza del cárter usando trapos para eliminar posibles formaciones de lodos en su interior.

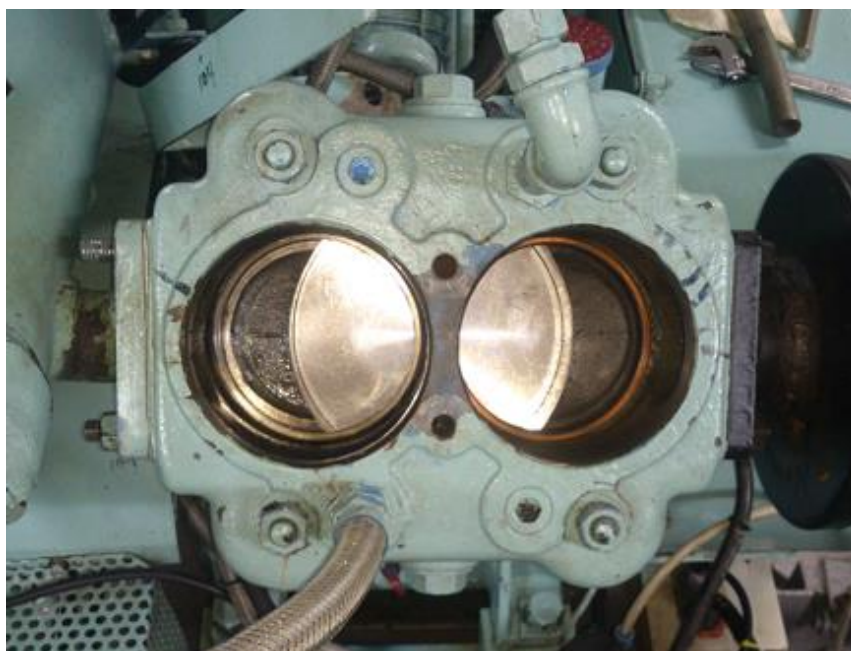
Fig. 70 Suciedad en el interior del cárter



Fuente: 70 Trabajo de campo

En cuanto al mantenimiento de las válvulas de admisión y escape se refiere, existen a bordo válvulas de respeto preparadas con el fin de agilizar las tareas de mantenimiento. Es por ello que únicamente se tendrán que sustituir dichas piezas tras la limpieza del asiento de la cajera. Se deberá tener en cuenta que se coloca la válvula correspondiente (escape o admisión) en la cajera correcta y asegurarse que la válvula asiente correctamente en toda la periferia.

Fig. 71 Asientos de las cajeras de las válvulas limpios



Fuente: 71 Trabajo de campo

Una vez terminado el mantenimiento y cuando la navegación lo permita las válvulas desmontadas serán reacondicionadas en el taller de abordaje y estivadas para futuros mantenimientos.

Para efectuar la limpieza de los enfriadores del aire comprimido al ser estos refrigerados por agua, se deberá cerrar la válvula de entrada de agua al compresor en primer lugar. Luego se continuará desmontando el enfriador hasta extraer el haz de tubos.

Para su limpieza se sumergen en agua con detergente y en caso de que la suciedad persista se utilizará un producto químico (Air Cooler Cleaner) para eliminar estos restos. Para limpiar la suciedad adherida en el exterior de los tubos se utilizará un cepillo y para limpiar el interior se introducirán varillas. También se debe limpiar la zona del compresor donde va alojado el haz de tubos, así como las tapas del enfriador.

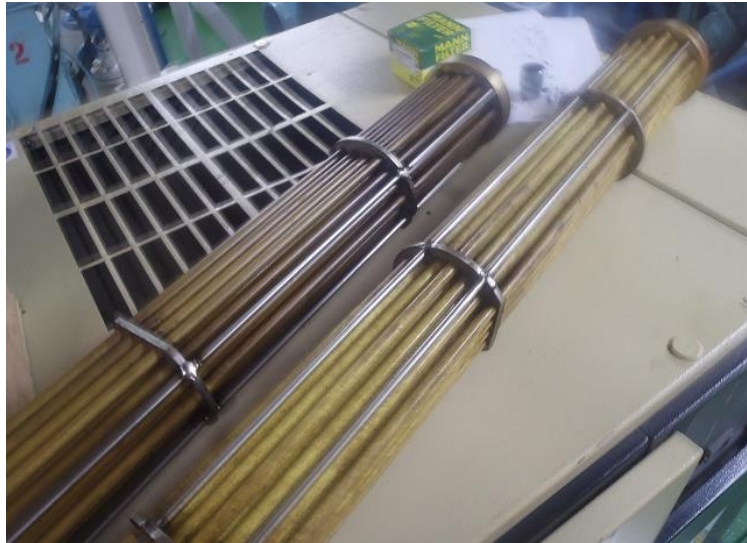
Fig. 72 Lodos adheridos al haz de tubos del enfriador



Fuente: 72 Trabajo de campo

Una vez que todo el conjunto está limpio se procede al montaje de los tubos y posteriormente las tapas. Las juntas tóricas de las tapas son sustituidas y en el momento del montaje se le añade como complemento un sustitutivo de juntas tipo “nural” para mejorar la estanqueidad.

Fig. 73 Haz de tubos limpios



Fuente: 73 Trabajo de campo

Por último, para revisar el estado del tren alternativo y el interior del cilindro, se debe desmontar las culatas en primer lugar para posteriormente extraer los cilindros, quedando así el pistón a la vista.

Una vez desmontado el conjunto, se observa oxido en la cabeza del pistón correspondiente a la etapa de alta compresión. El óxido de la zona afectada es eliminado mediante un lijado manual utilizando lija al agua de grano P800.

Fig. 74 Oxido pistón etapa de alta compresión



Fuente: 74 Trabajo de campo

Los asientos del cilindro y de la culata son limpiados empleando un cepillo de alambre para la amoladora de esta manera se asegura un buen ajuste de las nuevas juntas tóricas.

Una vez que se ha limpiado todo, se comprueba el juego en el corte de los aros del pistón para ser comparados con los indicados por el fabricante en el manual. En la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos.

Tabla 2 Juego en el corte de los segmentos

\varnothing CILINDRO(mm)	MEDIDA ORIGEN (mm)	MAX. ADMITIDO (mm)	SEG. COMPRESIÓN (mm)	SEG. COMPRESIÓN (mm)	SEG. RASCADOR (mm)	SEG. ENGRASE (mm)
\varnothing Etapa alta 80	2,45-2,50	5,6	2,9	3	3,5	3,9
\varnothing Etapa baja 170	3,10-3,15	9,2	6,5	7,3	7,7	7,1

Fuente: Trabajo de campo

Debido a estos resultados, se opta por no cambiar los aros del pistón ya que el valor obtenido es inferior al valor límite que indica el fabricante.

Fig. 75 Detalle corte segmento de engrase



Fuente: 75 Trabajo de campo

Finalmente, se procedió al montaje. Antes de montar el cilindro y la culata, se sustituyeron las juntas tóricas de la parte superior e inferior del cilindro para obtener una unión cilindro-bloque y culata-cilindro hermética.

Fig. 76 Cilindro con junta tórica nueva



Fuente: 76 Trabajo de campo

5.4 DEPURADO H.F.O

Este mantenimiento se realiza cada 1000 horas. Consiste en:

- Limpieza y revisión bolo.
- Sustitución de juntas.
- Verificación de corrosión y erosión en superficies.
- Cambio aceite.
- Engrase del motor eléctrico y limpieza del ventilador.

Fig. 77 Depuradora de Fuel



Fuente: 77 Trabajo de campo

Datos del equipo:

Marca: Samgong-Mitsubishi

Modelo: SJ20GH

Capacidad: 1500 litros

Potencia: 7,5kW

Datos del mantenimiento:

Fecha: 02/02/2016

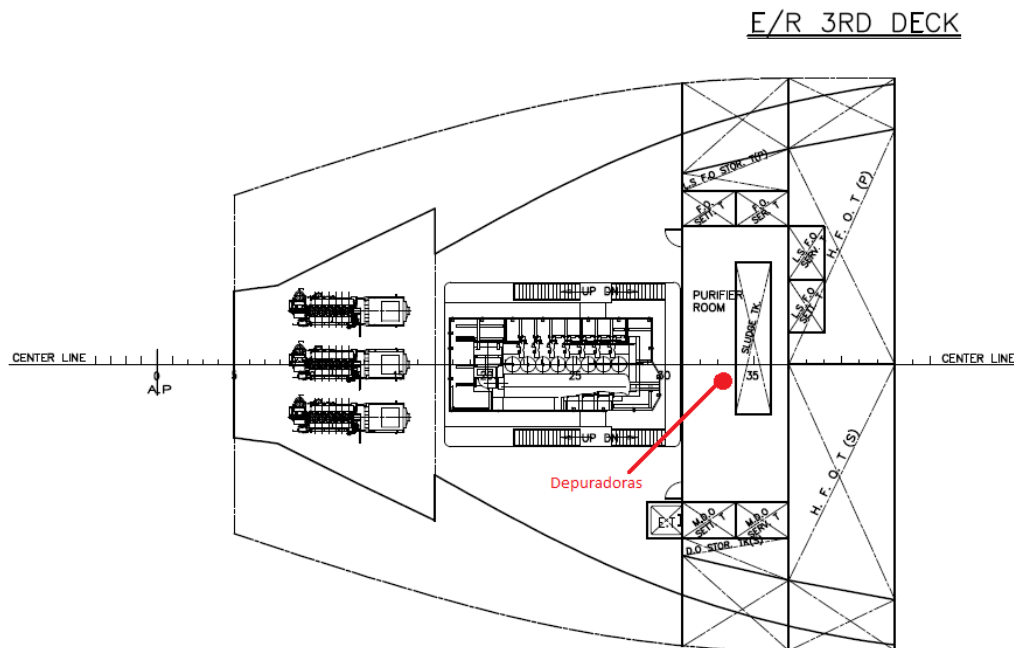
Causa: 1000h de funcionamiento

Tipo: Mantenimiento preventivo

Situación del equipo en sala de maquinas

Se encuentra situada en el tercer tecele de la sala de máquinas, a proa del mismo y dentro del local de las depuradoras.

Fig. 78 Situación del equipo en sala de maquinas



Fuente: 78 Trabajo de campo

Descripción del mantenimiento.

El primer paso es el de enclavar eléctricamente el equipo y colocar en el cuadro principal de la sala de control un cartel sobre el interruptor de alimentación de la depuradora, para indicar a los demás operarios que a ese equipo se le está realizando un mantenimiento.

Una vez nos encontramos delante del equipo, se comprueba que se encuentra totalmente detenido. Para ello hemos de mirar que el ventilador del motor eléctrico no gire. También se debe comprobar que las válvulas de entrada y de salida de combustible se encuentren cerradas.

Con todos los útiles específicos para el desmontaje del equipo y las juntas preparadas, se procede al desmontaje. En primer lugar, se aflojan las tuercas de las tuberías superiores con el útil indicado por el fabricante (llave de gancho) para así poder girarlas o retirarlas y que no molesten al levantar la cubierta.

El siguiente paso es retirar la tuerca que sujeta el tubo de entrada, el tornillo prisionero que tiene a un lado y dar un ligero golpe con el martillo de teflón hacia abajo para liberar el conjunto.

Seguidamente retiramos los tornillos inferiores que sujetan la cubierta y de este modo ya se puede retirar verticalmente con cuidado de no dañar los elementos interiores de la depuradora.

El siguiente paso es ir quitando una a una las tuercas desde la parte superior hasta llegar al bolo con ayuda de los útiles indicados. Una vez fuera los impeller, el disco de gravedad y el tubo de entrada tenemos acceso al bolo. Para retirarlo debemos colocar el útil en la parte superior y roscar la varilla interior. Una vez fijado el útil procedemos a extraer la tuerca que sujeta el bolo al eje vertical girando el útil a izquierdas.

Una vez extraída la tuerca, ya se puede sacar el bolo de la depuradora. Para no dañar los ejes del equipo ni los engranajes roscaremos en la parte superior nuevamente otro útil que hará la función de extractor a medida que lo giremos.

Estando liberado, pondremos un grillete en el útil y lo elevaremos con la ayuda de un diferencial. Posteriormente se coloca en un soporte específico que lo sujeta impidiendo que el bolo gire mientras se desmonta.

Cuando tengamos todas las piezas desmontadas, se le aplica a una exhaustiva limpieza. Para la limpieza de los elementos que posean mayor suciedad se deberán sumergir unos veinte minutos en un agente limpiador llamado “disclean”, lo que permite poder eliminar fácilmente la suciedad de su superficie al frotar con un estropajo tipo “scotch brite”.

Fig. 79 Estado de los discos y bolo tras el desmontaje



Fuente: 79 Trabajo de campo

También se debe prestar especial atención a la limpieza de las cajas de las juntas tóricas para que estas asienten correctamente. El último paso antes de montar el equipo es aclarar las piezas con diésel, secarlas e inspeccionar en busca de desgastes, roturas, fisuras o cualquier problema que obligue a sustituir dichas piezas.

A la hora del montaje se procederá de manera inversa al desmontaje únicamente se deberá prestar atención a ciertos detalles como:

- Colocar las juntas tóricas utilizando un lubricante (vaselina) con el fin de no dañar la superficie, lo que provocaría una pérdida de estanqueidad.
- Montar los tres discos de menor diámetro en la parte superior del conjunto de discos. Se diferencian ya que poseen el borde inferior recto y no curvo como el resto.
- Alinear las marcas (0) en todas las piezas al montar el conjunto del bolo. Esto ayudara a encajar los pines ya que las piezas están en la posición correcta y a dar el apriete correcto a la tuerca ya que esta también posee dicha marca.
- Colocar la tuerca que fija el bolo al eje vertical, ya que olvidar este paso produciría una avería importante y posiblemente un accidente al poner en funcionamiento el equipo.

Fig. 80 Elementos limpios y listos para el montaje



Fuente: 80 Trabajo de campo

Estos puntos se muestran en el manual del fabricante. Por ello y para saber la posición de cada junta tórica, tendremos una copia de estas páginas en el lugar de trabajo.

Una vez montada la depuradora se cambiará el aceite de los engranajes. Para ello se vaciará el aceite usado a través del tornillo del cárter.

Luego se quitará la tapa superior para poder trapear el cárter y eliminar posibles acumulaciones de barro. También se rellenará el equipo con el nuevo aceite (MOBILGEAR 600 XP150) por el mismo punto. El nivel máximo de aceite del cárter viene indicado en el visor de cristal y este debe quedar cubierto hasta la mitad.

Para finalizar el mantenimiento, con ayuda de una bomba manual engrasaremos todos los puntos de engrase. También hemos de desmontar la cubierta del ventilador del motor eléctrico para poder limpiar la suciedad adherida.

Antes de poner la depuradora a operar, deberemos arrancar el motor eléctrico para comprobar que no existan vibraciones o ruidos anormales y evitar así una avería mayor.

5.5 MOTOR AUXILIAR N°1

Este mantenimiento se realiza cada 8000-10000 horas.

Consiste en:

- Revisión de muelles de válvulas
- Desmontaje, revisión y limpieza de culatas
- Esmerilado de válvulas de admisión y escape
- Cambio de retenes de válvulas
- Revisión de apriete de pernos de culatas
- Desmontaje, limpieza, revisión y toma de medidas del pistón
- Desmontaje y medición de aros y bulón del pistón
- Desmontaje, revisión y toma de medidas de biela. Comprobar cojinetes
- Revisión apriete de pernos de biela
- Revisión, limpieza y toma de medidas de camisas
- Revisión cojinetes de bancada
- Desmontaje, revisión eje de camones

Fig. 81 Motor auxiliar N°1



Fuente: 81 Trabajo de campo

Datos del equipo

Marca: Yanmar

Modelo: 6EY18AL

Potencia: 800kW

Revoluciones: 900 r.p.m

Presión inyección combustible: 340 bar

Turbo: Mitsubishi-18RC

Regulador de velocidad: Yanmar 9G-747

Datos del mantenimiento

Fecha:20/09/2016

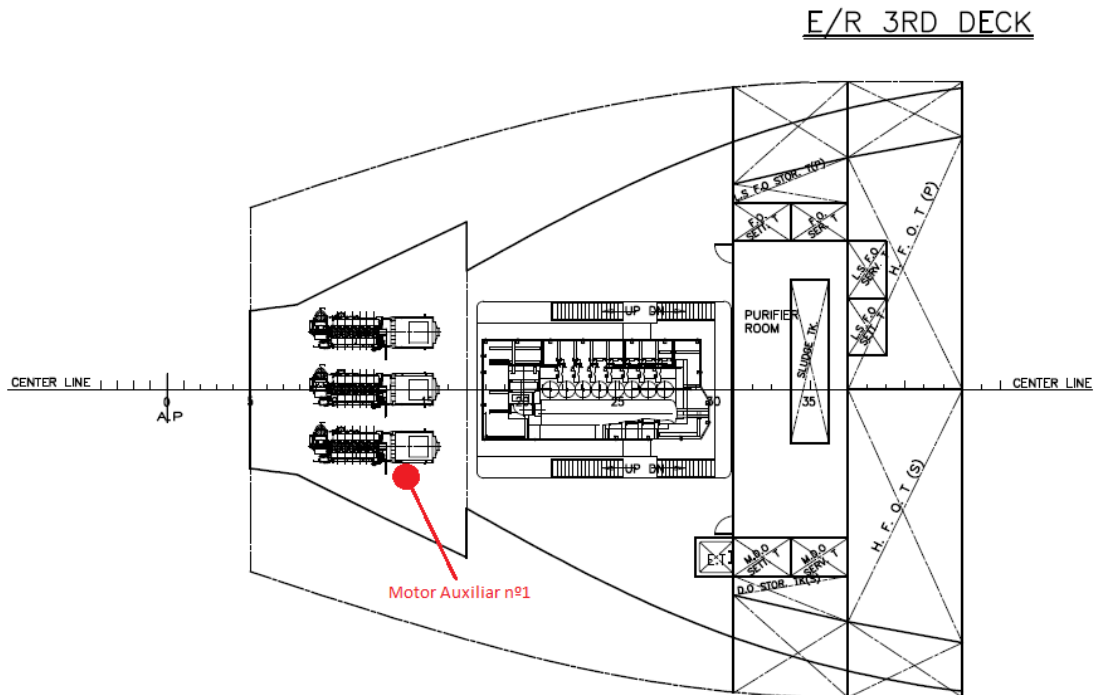
Causa: 10.000h de funcionamiento

Tipo: Mantenimiento preventivo

Situación del equipo en sala de maquinas

El equipo se encuentra situado en el tercer tecele, en el costado de estribor y a popa de la sala de máquinas

Fig. 82 Situación del equipo en sala de máquinas



Fuente: 82 Trabajo de campo

Descripción del mantenimiento.

Este mantenimiento se empezó planificando con varias semanas de antelación. El primer paso fue e inventariar los respetos necesarios. Para ello nos apoyamos en el manual del fabricante ya que en los despieces se muestra el código de la pieza, su posición y el número de estas que son necesarias.

Una vez que tuvo los respetos localizados en el pañol, se procedió a su etiquetado y separación en seis cajas (una por cada cilindro del motor).

El día del mantenimiento, antes de comenzar con el desmontaje se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cambio de HFO a MDO durante la navegación previa al mantenimiento y durante la maniobra de entrada en puerto para limpiar de fuel los inyectores y conductos de inyección, evitándose así futuras obstrucciones en el sistema de combustible del motor.

- Una vez que el buque estuvo atracado, se cerró la válvula de entrada del aire de arranque y se despresurizó el sistema aflojando el racor del tubo de entrada de aire al motor de arranque.
- Se cerraron las válvulas de entrada y salida de combustible.
- Se cortó la alimentación eléctrica al motor mediante los interruptores en el cuadro principal.
- Se colocó el correspondiente cartel en el cuadro principal indicando que el equipo se encuentra en reparación.

Desmontaje del motor:

Lo primero que debemos hacer para comenzar el desmontaje, es vaciar el agua de refrigeración del motor. Para ello se debe cerrar la válvula de entrada del agua y aflojar el tornillo de drenaje situado en la cubierta de la bomba de refrigeración.

A continuación, se retira la cubierta del colector de escape y la cubierta de las bombas de inyección. Seguidamente se retiran las tapas de los balancines, se afloja el colector de escape separándolo de las culatas y se extrae el colector del agua de refrigeración.

Tras esto, se extraen los balancines junto con las varillas empujadoras y se colocan en bandejas diferentes para que al finalizar el mantenimiento se monten en el mismo cilindro. Se procedió de igual forma al desmontar los inyectores, tubos de lubricación y tubos de inyección.

Fig. 83 Elementos desmontados organizados en bandejas



Fuente: 83 Trabajo de campo

Llegados a este punto, se procede a extracción de las tuercas de la culata. Para ello se colocaron los gatos hidráulicos en cada uno de los espárragos de la culata

roscándolos hasta el final y aflojando media vuelta para evitar que quede apretado el conjunto o se dañen las tuercas una vez que se aplique la presión hidráulica.

Una vez que se han colocado los cuatro gatos, se conectan las mangueras hidráulicas a estos y a su vez a la bomba manual. Se comienza a elevar la presión hasta alcanzar los 590 bar. Cuando se ha alcanzado dicha presión, los espárragos están lo suficientemente tensionados y podremos girar las tuercas con facilidad.

Fig. 84 Gatos hidráulicos instalados en culata N°6



Fuente: 84 Trabajo de campo

Para liberar las tuercas utilizaremos un útil que encaja en los orificios que posee la tuerca y la giraremos entre 7 u 8 vueltas cada una.

A continuación, se abre lentamente la válvula de alivio de la bomba hidráulica hasta que la presión llegue a cero. En este punto se desconectan las mangueras hidráulicas y se retiran los gatos para poder extraer las tuercas.

Fig. 85 Bomba hidráulica



Fuente: 85 Trabajo de campo

Por último, se levanta la culata con la ayuda de un diferencial por medio de un puente que va anclado a los pernos de los balancines y se coloca en el tecele superior.

Una vez se han desmontado las seis culatas, ya se puede comenzar a extraer los pistones.

En primer lugar, deberemos liberar el tren alternativo del cigüeñal. Para ello se extraen los pernos de la cabeza de biela y se retira la tapa de la cabeza de biela (sombbrero). Para tener acceso a dichos pernos a través de los orificios del bloque, se gira lentamente el cigüeñal a través del volante de inercia con la ayuda de una palanca.

Una vez que se ha liberado la biela, se coloca un cáncamo en el taladro que posee la cabeza del pistón, colocamos el gancho del diferencial en el cáncamo y elevamos el tren alternativo colocándolo en el tecele superior para efectuar el mantenimiento.

Fig. 86 Extracción tren alternativo



Fuente: 86 Trabajo de campo

Limpieza de las piezas:

Con las piezas desmontadas, se procede a su limpieza. Unos operarios son los encargados de la limpieza de las culatas en el taller de abordaje, mientras otros se encargan de los pistones en el tecleo inferior y del bloque motor.

Se comienza desmontando todas las piezas de las culatas (muelles de las válvulas, rotocaps y válvulas), luego las culatas son sumergidas en un tanque con agua y desengrasante para eliminar la suciedad más superficial (restos de aceite y combustible). Posteriormente, se lleva a cabo una operación de limpieza más exhaustiva en la que se eliminan los depósitos de carbón de la cámara de combustión, así como el hollín depositado en el conducto de los gases de escape. Este proceso se realiza utilizando dos tipos de amoladoras equipadas con cepillos de alambres de acero: la recta para poder introducirla en los orificios y alcanzar las zonas complejas y la angular para el resto de la culata.

Fig. 87 Depósitos de hollín en cámara de combustión y conducto de escape



Fuente: 87 Trabajo de campo

Los muelles de las válvulas y los rotadores de válvulas (rotocaps) se sumergen en gasóleo y se limpian con una brocha.

En cuanto a la limpieza del tren alternativo, se debe montar el conjunto en un soporte para mantenerlo firme y elevado garantizando una mayor higiene postural para el operario.

Al igual que con las culatas, los depósitos de carbón de la cabeza del pistón se eliminan empleando la amoladora angular (radial) equipada con el cepillo de alambres de acero.

Fig. 88 Cabeza del pistón antes y después de la limpieza



Fuente: 88 Trabajo de campo

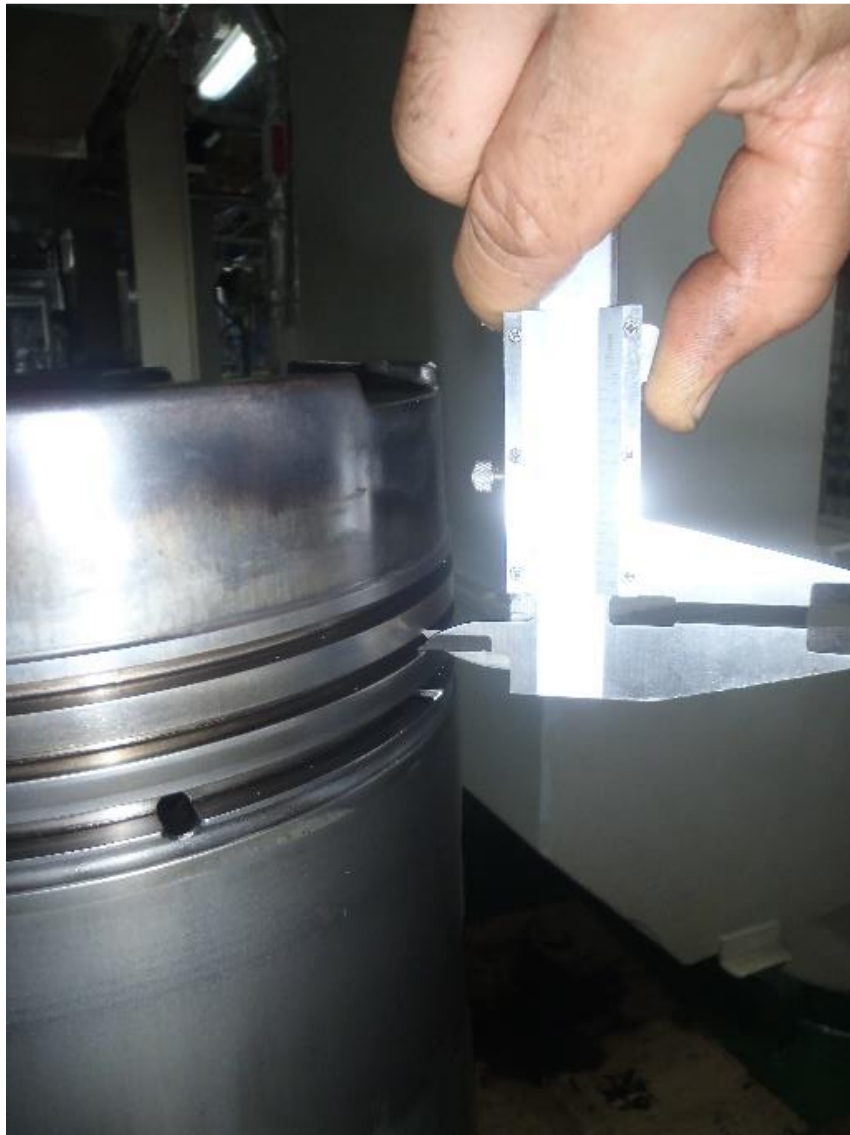
Para la limpieza de las cajeras del pistón, se utilizó un trozo del aro correspondiente a esa cajera que se empleó a modo de espátula para limpiarla.

Toma de medidas y comprobación del estado de las piezas:

Con todos los elementos limpios, se procede a la toma de medidas y verificación de las piezas.

Se empieza comprobando la anchura de las cajeras de los segmentos del pistón. Con un calibre se realizan varias mediciones en diferentes puntos de la cajera y se anota la mayor.

Fig. 89 Medición cajera del aro rascador



Fuente: 89 Trabajo de campo

Tabla 3 Medidas cajeras segmentos del pistón

	CILINDRO 1	CILINDRO 2	CILINDRO 3	CILINDRO 4	CILINDRO 5	CILINDRO 6
Aro de Compresión	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,5
Aro Rascador	4,1	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1
Aro de Engrase	6,1	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1

Fuente: Trabajo de campo

Según los datos que proporciona el fabricante, las medidas de origen de las cajeras son:

Tabla 4 Dimensiones admisibles en las cajeras

	Dimensión origen (mm)	Máximo admisible (mm)
Cajera aro de compresión	4,5	+0,4
Cajera aro rascador	4,0	+0,4
Cajera aro de engrase	6,0	+0,4

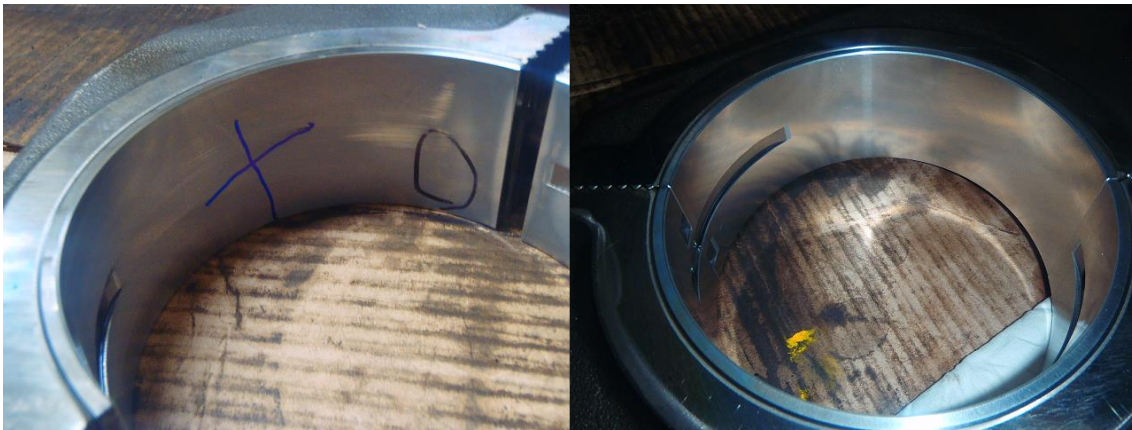
Fuente: Trabajo de campo

Contrastando los datos se obtiene como conclusión que no es necesario sustituir ninguno de los pistones.

En este punto, el fabricante también indica que se debe comprobar el espesor radial de los aros, así como el huelgo existente entre cajera y segmento. Dichas mediciones no se realizan ya que se sustituyen todos los segmentos por unos nuevos que poseen las dimensiones de origen.

Durante la verificación de los cojinetes de la cabeza de biela, se observa que tres de ellos se encuentran excesivamente desgastados y rayados. El Jefe de Máquinas y el Inspector de Mantenimiento deciden que se debe reemplazar los cojinetes de las seis bielas.

Fig. 90 Detalle cojinete cabeza de biela dañado y cojinete nuevo instalado



Fuente: 90 Trabajo de campo

Los casquillos de pie de biela y los bulones no han de ser sustituidos ya que no se encuentran daños durante la verificación.

Otro elemento que se verifica son las camisas de los cilindros. Se mide el diámetro interno utilizando un micrómetro de interiores. Para su correcta verificación se ha de medir el diámetro superior de la camisa y el diámetro inferior para cada cilindro.

Tabla 5 Diámetros de los cilindros

	Cilindro n°					
	1	2	3	4	5	6
Ø superior (mm)	222,06	222,06	222,08	222,07	222,08	222,08
Ø inferior(mm)	218,03	218,03	218,02	218,04	218,02	218,02

Fuente: Trabajo de campo

Según los datos que proporciona el fabricante, las medidas de origen de las camisas son:

Tabla 6 Dimensiones admisibles diámetros de cilindros

	Dimensión origen (mm)	Máximo admisible (mm)
Ø superior	222	+0,2
Ø inferior	218	+0,2

Fuente: Trabajo de campo

No es necesario la sustitución de las camisas ya que se encuentran dentro del diámetro máximo admisible indicado por el fabricante.

Fig. 91 Medición diámetro interior del cilindro



Fuente: 91 Trabajo de campo

En cuanto a la verificación de la culata, se realizó una inspección visual de los asientos postizos de las válvulas y se comprobó que estos no estaban dañados. Por este motivo y por no haber cumplido las horas de funcionamiento límite (20000 horas) no fueron sustituidos.

Por el contrario, las válvulas de admisión y las válvulas de escape no fueron verificadas, ya que se sustituyeron en su totalidad por las de respeto.

El último elemento que se verificó en la culata, fue las guías de las válvulas. Para ello se tomó la medida del diámetro interno de estas con un calibre, siendo el especificado por el fabricante: 14mm para la guía de la válvula de admisión y de 16mm para la guía de la válvula de escape. Por ello no fueron sustituidas.

Montaje:

Una vez limpias y verificadas las culatas, se procede al esmerilado manual de cada una de las válvulas en su asiento. Con ayuda de un útil, se sujeta la cabeza de la válvula y se realizan los giros en ambos sentidos.

El proceso se comenzó con una pasta de esmeril de grano grueso hasta conseguir una superficie homogénea entre ambas piezas. Luego se eliminaron los restos de pasta con un trapo y se volvió a esmerilar. En esta ocasión se empleó una pasta de grano fino, obteniendo así una mejor superficie de asiento.

Fig. 92 Útil empleado para esmerilar válvulas



Fuente: 92 Trabajo de campo

El siguiente paso en la preparación de la culata, es la colocación de nuevos retenes en las guías de las válvulas. Se debe diferenciar entre válvulas de escape y válvulas de admisión, ya que el diámetro de la espiga es diferente, por lo tanto, los retenes también son de diámetros diferentes.

Para su montaje, se coloca el retén en la guía correspondiente y se empuja ligeramente con un útil para llevarla a su posición final. Este útil apoya en la parte más rígida del retén y así se evita que se dañe.

Una vez esmeriladas las válvulas y colocadas en la culata junto con los retenes, se instalaron los muelles de las válvulas con sus respectivos rotadores (rotocaps).

Con ayuda del útil específico se comprimieron los muelles y se colocaron las chavetas de sujeción para mantener la válvula en su posición.

Fig. 93 Útil empleado para comprimir muelles de válvula



Fuente: 93 Trabajo de campo

Para el montaje del tren alternativo, se comienza alineando la cabeza del pistón y la biela para poder insertar el bulón y unir el conjunto. A continuación, se colocó el anillo de seguridad (circlip) para impedir la salida del bulón.

Fig. 94 Tren alternativo desmontado



Fuente: 94 Trabajo de campo

Tras montar los trenes alternativos, se procedió a la colocación de los segmentos en las cajas del pistón.

En primer lugar, se comienza montando el aro de engrase ya que va situado en la zona inferior. Luego se monta el aro rascador (zona intermedia) y por último se coloca el aro de compresión. Se ha de tener en cuenta la posición correcta de cada segmento antes del montaje, así como desplazar el corte de cada aro 120° respecto al anterior.

Llegados a este punto, se sustituyeron los cojinetes de cabeza de biela. Se ha de tener en cuenta que el cojinete ha de encajar perfectamente en las ranuras de la biela, así como de que no exista aceite entre las superficies de contacto de la biela con el cojinete.

Para la instalación de los trenes alternativos en el motor, se procedió de manera inversa a la del desmontaje, con la salvedad de que se lubricó la faldilla del pistón, segmentos, cajas y cojinetes de cabeza y de pie de biela utilizando el aceite motor (Mobilgard M330). Con esta lubricación se reduce la fricción en el momento de la primera puesta en marcha del motor.

Por último, se aplicó el par de apriete especificado en el manual de reparación a los pernos de la cabeza de biela mediante. El apriete constó de dos etapas. En la primera se apretaron ambos tornillos a $49\text{N}\cdot\text{m}$. En la segunda se aplicó un apriete angular de 120° . Para aplicar este apriete, se realizó una marca en la cabeza del perno y otra junto a esta en la biela. Seguidamente se apretó el perno hasta que las marcas quedasen separadas con un ángulo aproximado de 40° . Seguidamente se apretó hasta que formaron un ángulo de 80° y por último se alcanzaron los 120° .

Se debe realizar el apriete gradualmente en ambos tornillos para que la tapa de biela asiente perfectamente en la biela.

Cuando se tuvieron los seis trenes alternativos montados, se comenzó a instalar los anillos de protección en la parte superior del cilindro, las juntas de la culata y las juntas tóricas en los tubos de conexión entre el bloque motor y la culata.

Antes de montar los elementos sometidos a altas temperaturas (tuercas de la culata, junta de culata y anillo de protección) fue necesaria la aplicación de una capa de pasta de cobre (molykote) para proteger las superficies metálicas en contacto y evitar que estas se gripen.

También se aplicó una capa extra a las juntas tóricas de formador de juntas (nural) para garantizar un correcto sellado entre la culata y el bloque.

Fig. 95 Preparación anterior al montaje de la culata



Fuente: 95 Trabajo de campo

Seguimiento tras la puesta en marcha:

Una vez puesto en marcha el motor, se realizó un seguimiento durante las dos siguientes horas. La finalidad fue buscar algún tipo de ruido o vibración anormal. Durante este seguimiento se tomó un parte cada 20 minutos para seguir la evolución del motor. En él se tomaron los siguientes datos:

- Temperaturas de los gases de escape para cada cilindro
- Temperatura del agua de refrigeración
- Temperatura de los cojinetes de bancada
- Temperatura del aceite de lubricación
- Presión del aceite de lubricación
- Presión del agua de refrigeración

Transcurrido este tiempo, se observa que todos los parámetros son correctos, por lo que se detiene el motor para llevar a cabo la última comprobación, la toma de flexiones del cigüeñal.

Esta comprobación se debe realizar cuando el motor se encuentre próximo a la temperatura de marcha normal.

Con el motor enclavado y despresurizado el sistema de aire de arranque, se procede a extraer las tapas del bloque motor por ambas bandas.

A continuación, comenzamos a girar el cigüeñal a través del volante motor hasta que tengamos uno de los pistones aproximadamente a 30° después del PMS. En este punto se coloca el reloj comparador entre los contrapesos del cigüeñal del cilindro correspondiente y se ajusta el dial a veinte.

Fig. 96 Reloj comparador colocado en el cigüeñal



Fuente: 96 Trabajo de campo

Seguidamente, continuamos girando el cigüeñal en el sentido de giro del motor (izquierda) y anotamos la lectura que indica el reloj comparador cuando se encuentre en los siguientes puntos:

- 30° después del PMS
- 90° después del PMS (estribor)
- Punto muerto inferior (PMI)
- 90° antes del PMS (babor)
- 30° antes del PMS.

Tabla 7 Medidas flexiones del cigüeñal

												Unidad: 1/100mm	
POSICION	CILINDRO N°1		CILINDRO N°2		CILINDRO N°3		CILINDRO N°4		CILINDRO N°5		CILINDRO N°6		
	PMS	20,0	20,5	20,0	20,5	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	21,0
PMI	21,5		20,5		19,0		19,0		20,5		20,0		
Diferencia (PMS-PMI)	1,3		0,3		-1,0		-1,0		0,5		-0,5		
Estribor	20,5		20,5		20,0		20,5		20,0		20,0		
Babor	21,5		21,0		20,0		19,5		21,0		21,0		
Diferencia (Br-Er)	1,0		0,5		0,0		-1,0		1,0		1,0		

Fuente: Trabajo de campo

Máximo absoluto permitido cilindros N° 2al 5: +/- 28 centésimas

Máximo absoluto permitido cilindro N° 1: +28/-58 centésimas

Al contrastar los datos obtenidos con los indicados por el fabricante, se concluye que las flexiones del cigüeñal del motor auxiliar son admisibles. Por consiguiente, se da por finalizado el mantenimiento.

5.6 MOTOR PRINCIPAL.

Este mantenimiento se realiza cada 12000 horas.

Consiste en:

- Desmontaje culatas
- Desmontaje y revisión de pistón.
- Desmontaje y toma de medidas del Stuffing box
- Toma de medidas de camisas

Fig. 97 Parte superior Motor Principal



Fuente: 97 Trabajo de campo

Datos del equipo

Marca: MAN stx B&W

Modelo: 8S35MC-MC7

Potencia 5920kW

Revoluciones: 173 r.p.m

Datos del mantenimiento

Fecha: 02/02/2016

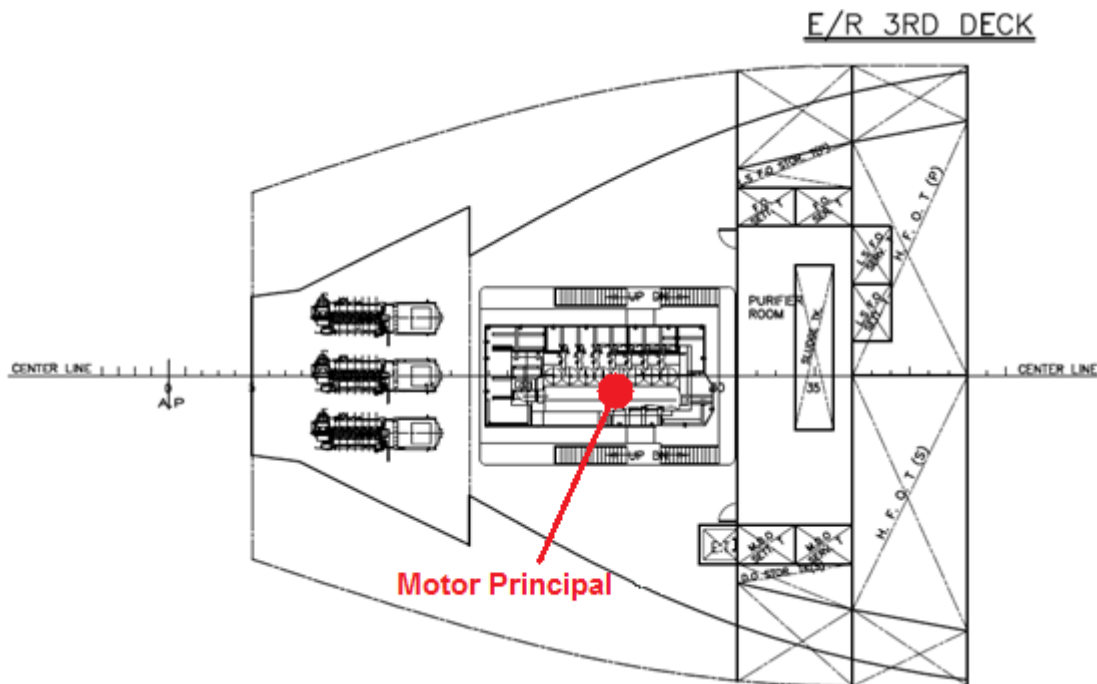
Causa: 12000h de funcionamiento

Tipo: Mantenimiento preventivo

Situación del equipo en sala de maquinas

El Motor Principal se encuentra situado en el centro de la sala de máquinas, estando una parte en el tercer tecla (culatas, bombas inyectoras, colectores, etc) y el bloque motor en el doble fondo.

Fig. 98 Situación del Motor Principal en sala de maquinas



Fuente: 98 Trabajo de campo

Descripción del mantenimiento.

El Mantenimiento correspondiente a las 12000 horas de los cilindros pares (2,4,6 y 8), se realizó durante una parada técnica de tres días de duración en el puerto de Motril. Dicho trabajo se realizó por el personal del buque más seis operarios de un taller externo.

Antes de comenzar con el desmontaje se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cambio de HFO a MDO durante la navegación previa al mantenimiento y durante la maniobra de entrada en puerto para limpiar de fuel los inyectores y conductos de inyección, evitándose así futuras obstrucciones en el sistema de combustible del motor.
- Una vez que el buque estuvo atracado, se cerró la válvula de entrada del aire de arranque y aire de control al motor y se despresurizo el sistema.

- Se cerraron las válvulas de entrada de combustible a cada una de las bombas de inyección.
- Se cerraron las válvulas de entrada de agua de refrigeración y se drenó el agua del interior del motor.
- Se pararon las bombas de lubricación.
- Se engranó el virador.

El desmontaje se comienza desconectando todos los elementos de unión entre el conjunto válvula de escape-culata al motor: tuberías de combustible, tuberías de agua de refrigeración, tuberías de aire, compensador gases de escape, etc.

Una vez se tiene el conjunto válvula de escape-culata libre, se colocan los gatos hidráulicos en los espárragos de la culata para tensionarlos y poder retirar las tuercas que sujetan la culata. Para ello debemos aplicar una presión de 900 bar aproximadamente mediante una bomba hidráulica.

A continuación, se eleva el conjunto con ayuda de una grúa y se lleva al tecele superior (segundo tecele) para efectuar su reacondicionamiento.

Fig. 99 Elevación de culata



Fuente: 99 Trabajo de campo

Llegados a este punto, se comienza el reacondicionamiento de la culata. El primer paso es separar la válvula de escape de la culata con ayuda nuevamente de los gatos hidráulicos. Para esta operación se utilizan unos de menor tamaño y una presión de 800 a 990 bar.

Fig. 100 Gatos hidráulicos montados en la válvula de escape



Fuente: 100 Trabajo de campo

En segundo lugar, se extrae la chaquetilla de la parte inferior de la culata. Este elemento va unido a la culata por un ajuste a presión y sumado a que por su interior circula agua de refrigeración, se forman unos depósitos óxidos y de sales lo que provoca que ambos estén fuertemente adheridos. Por ello es necesario el empleo de dos gatos hidráulicos para realizar la operación de separado.

Para reacondicionar la culata se comienza por la limpieza de todos los elementos empleando la amoladora provista con cepillos de alambres. Seguidamente se ha de esmerilar el asiento de la válvula de escape y los asientos de los inyectores. Para ello se emplea unos útiles específicos y pasta de esmeril. El último paso antes de montar nuevamente el conjunto, es el de sustituir las juntas tóricas de la parte inferior de la culata como las situadas en la válvula de escape añadiendo un cordón de sustitutivo de juntas tipo “nural” para garantizar la estanqueidad entre las diferentes partes.

Fig. 101 Imagen izquierda útil esmerilado asiento válvula de escape; derecha útil esmerilado asiento inyector



Fuente: 101 Trabajo de campo

Fig. 102 Montaje de las juntas en la culata



Fuente: 102 Trabajo de campo

El desmontaje del pistón se efectúa con ayuda de un útil provisto de unos enganches que se colocan en las muescas que posee la cabeza del pistón y permite elevarlo para posteriormente colocarlo en la banda de babor del motor. En este lado, la plataforma del motor esta provista de unos orificios en los cuales se coloca un soporte

para sujetar el pistón, quedando la cabeza en la parte superior y el vástago y el stuffing box suspendido en el tecele inferior.

Fig. 103 Cabeza del pistón sujeta por el soporte; vástago y stuffing box suspendida en el tecele inferior

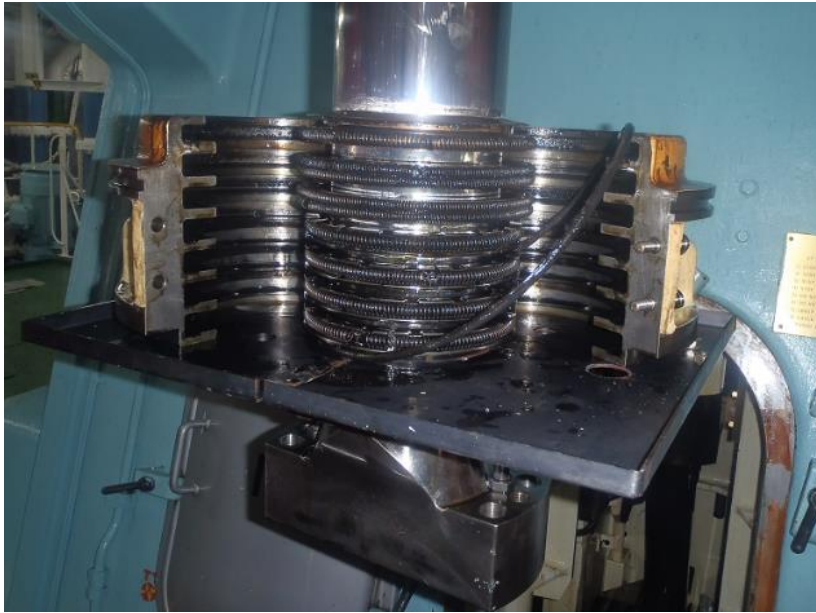


Fuente: 103 Trabajo de campo

Una vez que se tiene el tren alternativo asegurado, se procede a la limpieza de la cabeza del pistón con el fin de eliminar los depósitos de hollín y restos de la combustión. Para ello utilizaremos una amoladora provista de un cepillo de alambres metálicos y una piqueta para la parte superior de la cabeza.

Para realizar las comprobaciones en el stuffing box, en primer lugar, deberemos colocar una bandeja bajo este como indica el fabricante para no dañar el componente al desmontarlo y trabajar con seguridad ya que es un elemento pesado.

Fig. 104 Stuffing box desmontada



Fuente: 104 Trabajo de campo

En la toma de mediciones se comprobaron las distancias radiales de los anillos y el espacio entre los cortes de los anillos. Tras contrastar los resultados obtenidos con las medidas indicadas por el fabricante, se opta por cambiar el conjunto de anillos y muelles del stuffing box del cilindro número seis.

En el momento de la puesta en marcha del motor principal, al finalizar este mantenimiento, se llevó un especial control sobre este elemento. Se mantuvieron abiertas las válvulas del conducto de drenaje de las stuffing box para comprobar si existían pérdidas, lo que indicaría que el montaje no se realizó correctamente. De este seguimiento se obtuvo un resultado satisfactorio por lo que se deduce que el montaje se realizó de manera correcta.

Si no se realiza esta comprobación, se corre el riesgo de que se produzca una mezcla entre el aceite de cilindros y el aceite de lubricación del cárter cambiando las características de este último, lo que puede ocasionar daños en elementos como cojinetes de las bielas o cojinetes de bancada. Otro riesgo que se corre cuando hay pérdidas en el stuffing box es que pase parte de la presión del cilindro hacia el cárter pudiendo formar niebla de aceite y esta a su vez generar otros problemas.

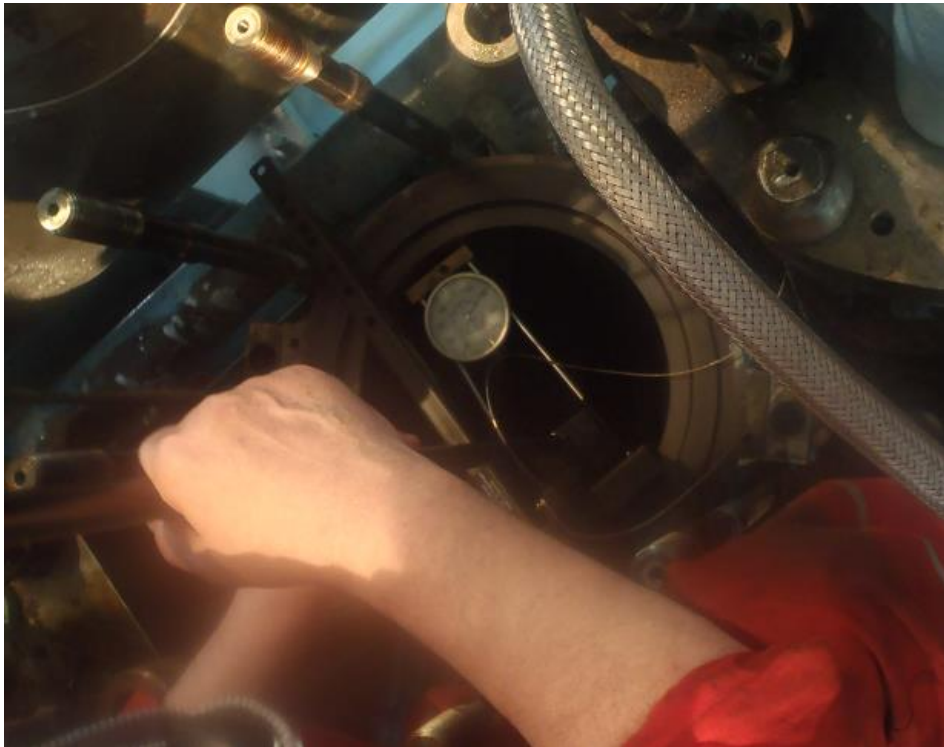
Las últimas comprobaciones efectuadas en este mantenimiento corresponden a la medida del diámetro interior de las camisas y a la verificación de los orificios de lubricación que se encuentran en el interior.

Para comprobar que exista lubricación de cilindros, un operario acciona manualmente la bomba de lubricación mientras que otro observa si existe flujo de aceite lubricante a través de los orificios de la camisa. Se observa que ningún punto de lubricación se encuentra bloqueado.

La toma de medidas de los diámetros de la camisa se realiza con una herramienta que consiste básicamente en un micrómetro unido a unos cables y unas poleas que lo permiten bajar con seguridad a través de la camisa. Para cada cilindro se han de tomar medidas en los siguientes puntos: parte superior, parte media, parte superior de la lumbrera de barrido y parte inferior.

Una vez que se tuvieron las medidas, se evaluó el estado de cada cilindro contrastando los datos obtenidos con los indicados por el fabricante, así pues, se verifica que están en buenas condiciones y no han de ser sustituidos.

Fig. 105 Medición del diámetro del cilindro



Fuente: 105 Trabajo de campo

El último paso una vez que el motor estuvo montado y operativo, fue realizar una breve arrancada a delante y otra arrancada atrás con el fin de detectar posibles fugas de combustible, aire u otros fallos antes de zarpar.

VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES.

A continuación, se expondrán las conclusiones a las que se ha llegado con la realización de este Trabajo Fin Grado:

- Tras la finalización de dicho Trabajo y al revisar los manuales de los equipos, se ha adquirido un mayor conocimiento de sus especificaciones técnicas, así como de su funcionamiento. A su vez, se ha visto la disposición de estos equipos en la Sala de Máquinas.
- Se han visto varios casos de los mantenimientos realizados a bordo sienta la mayor parte del tipo preventivo. Así pues, se puede afirmar que es un mantenimiento fundamental para alargar la vida útil de los equipos y evitar posibles averías, lo que podría derivar en graves daños al equipo, mayor número de respetos para solventar el fallo e incluso la inmovilización del buque. Todo ello supone un mayor coste económico.
- Otra conclusión a la que se ha llegado, es que en todos los mantenimientos se repite una serie de operaciones comunes que se han de seguir para que el resultado sea el óptimo. Estas son el orden y la limpieza. Podemos afirmar que estas operaciones aportan seguridad para los operarios, así como la reducción del tiempo del mantenimiento.

VII. BIBLIOGRAFÍA

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ABC (Arizaga Bastarrica y Cia), Manual de operación y mantenimiento.
- [2] FEANI, *Definición de mantenimiento* [Consulta:26/02/2017]. Disponible en: <http://www.feani.org/site/index.php>
- [3] Gómez de León, F. (1998) “*Tecnología del Mantenimiento Industrial*”, Murcia.
- [4] Información técnica *bombas de Fuel* [en línea]. [Consulta:20/05/2017]. Disponible en: <http://www.nopgroup.com/english/products/tro/fuelPumps.html>
- [5] Información técnica *bombas de tornillo* [en línea]. [Consulta:20/05/2017].
Disponible en:
http://global.kawasaki.com/en/industrial_equipment/hydraulic/pumps/screw.html
- [6] Samgong-Mitsubishi Selfjector Genius-Series operation manual.
- [7]SAMHO CO., LTD (2009), Capacity Plan & Deadweight Scale.
- [8]SAMHO CO., LTD (2009), General Arrangment.
- [9]STX Engine 8S35MC7 Instruction manual.
- [10]Yanmar Marine Auxiliary Engine 6EY18AL Operation manual.