



Universidad
de La Laguna

TRABAJOS REALIZADOS EN LAS GUARDIAS NOCTURNAS DEL BUQUE VOLCÁN DE TINDAYA

Trabajo Fin de Grado
Grado en Tecnologías Marinas
Marzo 2022

Autor:
Adonay Delgado Reyes

Tutora:
Prof. Dr. D^a. M.^a. del Cristo Adrián de Ganzo

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería
Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval
Universidad de La Laguna

Dra. D^a. M.^a del Cristo Adrián de Ganzo, Profesora de la UD de Ingeniería Marítima, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D. **Adonay Delgado Reyes** con **DNI 78768077T**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **TRABAJOS REALIZADOS EN LAS GUARDIAS NOCTURNAS DEL BUQUE VOLCÁN DE TINDAYA**

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 documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 11 de marzo de 2022.

Fdo.: M^a del Cristo Adrián de Ganzo.

Directora del trabajo.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutora M^a del Cristo Adrián de Ganzo por su gran implicación y apoyo a la hora de la elaboración de este trabajo, también me gustaría dedicar una gran mención a todo el departamento de máquinas del buque Volcán de Tindaya, que me han brindado una gran acogida y dedicación durante todo mi periodo de embarque como alumno de máquinas.

Por último, pero no menos importante quería agradecer a mi familia por darme la oportunidad de estudiar una carrera y aportándome todo su apoyo de manera incondicional.

ÍNDICE

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	19
1. INTRODUCCIÓN	21
1.1 ABSTRACT	22
II. OBJETIVOS.....	24
2.1 OBJETIVO GENERAL	26
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES	28
IV. MATERIAL Y METODOLOGÍA.....	33
4.1. DESCRIPCIÓN DEL BUQUE VOLCÁN DE TINDAYA.....	35
4.1.1. Planos Generales	38
4.2 SALA DE MÁQUINAS.....	41
4.2.1 Local de MM. AA.....	41
4.2.2 Local de MM. PP.....	46
4.2.3 Local de Estabilizadores	52
4.2.4 Local de Depuradoras	56
4.2.5 Control	58
4.3 OTROS LOCALES DEL BUQUE	59
4.3.1 Local del Servo	60

4.3.2	Local del Yelmo	60
4.3.3	Local de CO ₂	61
4.3.4	Local del Motor de Emergencia	62
4.3.5	Local de las Hélices de Proa	63
4.3.6	Central Hidráulica de Proa	63
4.3.7	Central Hidráulica de Popa	64
4.4	METODOLOGÍA	64
V.	RESULTADOS.....	67
5.1	TIPOS DE MANTENIMIENTO	69
5.2	PLATAFORMA SIMAN.....	69
5.3	ENTREGA DE GUARDIA NOCTURNA	70
5.4	TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	72
5.4.1	MM. PP.....	72
5.4.2	MM. AA.....	89
5.4.3	Depuradoras.....	92
5.4.4	Compresores.....	95
5.4.5	Módulo de Combustible.....	97
5.4.6	Caldera	99
5.4.7	Pre calentadores.....	102
5.4.8	Servo	103

5.5	TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	104
5.5.1	Análisis de Aceite	104
5.5.2	Comprobación de Baterías	107
5.5.3	Análisis de Aguas	108
5.5.4	Pruebas de Mar	111
5.5.5	Inspección Visual MM. PP	114
5.6	TRABAJOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	116
5.6.1	Enfriador de Aire del Motor Principal.....	116
5.6.2	Overhauling del Motor Auxiliar de Estribor	120
5.7	SEGURIDAD EN EL TRABAJO A BORDO.....	126
VI.	CONCLUSIONES	132
6.1	CONCLUSIONES	134
6.2	CONCLUSIONS	137
VII.	BIBLIOGRAFÍA	141
7.1	BIBLIOGRAFÍA	143

ÍNDICE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Astelena. Fuente: www.puentedemando.com.....</i>	30
<i>Ilustración 2. Volcán de Yaiza. Fuente: www.puentedemando.com.....</i>	31
<i>Ilustración 3. Volcán de Tindaya. Fuente: http://www.vesselfinder.com.....</i>	35
<i>Ilustración 4. Rampa Proa. Fuente: Trabajo de Campo</i>	37
<i>Ilustración 5. Rampa de Popa. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	37
<i>Ilustración 6. Plano Perfil Buque. Fuente: Documentos del Barco</i>	38
<i>Ilustración 7. Cubierta 7. Documentos del Barco.....</i>	39
<i>Ilustración 8. Frontal. Fuente: Documentos del Barco.....</i>	39
<i>Ilustración 9. Cubierta 5 y 6. Fuente: Documentos del Barco.....</i>	39
<i>Ilustración 10. Cubierta 4 y 5. Fuente: Documentos del Barco.....</i>	40
<i>Ilustración 11. Cubierta 2. Fuente: Documentos del Barco</i>	40
<i>Ilustración 12. Motor Auxiliar de Br. Fuente: Trabajo de Campo</i>	42
<i>Ilustración 13. Motor Auxiliar. Fuente: Manual del Motor Auxiliar.....</i>	43
<i>Ilustración 14. Bombas de Agua Salada Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo</i>	44
<i>Ilustración 15. Calderas. Fuente: Trabajo de Campo</i>	45
<i>Ilustración 16. Hidróforo. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	45
<i>Ilustración 17. Bombas de Aceite y Lodo. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	46
<i>Ilustración 18. Motor Principal Er. Fuente: Trabajo de Campo</i>	47
<i>Ilustración 19. Filtro Automático y Enfriador de Aceite. Fuente: Trabajo de Campo.</i>	48
<i>Ilustración 20. Filtro Centrífugo. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	48
<i>Ilustración 21. Bombas Acopladas. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	49
<i>Ilustración 22. Bombas C.I. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	51
<i>Ilustración 23. Compresores de Aire Comprimido. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	52
<i>Ilustración 24. Estabilizadores. Fuente: Trabajo de Campo</i>	53
<i>Ilustración 25. Central de Hidráulica de Estabilizadores. Fuente: Trabajo de Campo</i> <i>.....</i>	53
<i>Ilustración 26. Compresores de Aire Acondicionado. Fuente: Trabajo de Campo ...</i>	54

<i>Ilustración 27. Bomba de Sprinklers. Fuente: Trabajo de Campo</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 28. Planta Séptica. Fuente: Trabajo de Campo</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 29. Depuradora de Fuel. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 30. Taller. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 31. Módulo de Combustible. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 32. Control de Máquinas. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 33. Noris. Fuente: Trabajo de Campo</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 34. Timón de Emergencia. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 35. Yelmo. Fuente: Trabajo de Campo</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 36. Botellas de Co2. Fuente: Trabajo de Campo</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 37. Cajas de Distribución de Co2. Fuente: Trabajo de Campo</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 38. Motor de Emergencia. Fuente: Trabajo de Campo</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 39. Hélices de Proa. Fuente: Trabajo de Campo</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 40. Central Hidráulica de Proa. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 41. Central Hidráulica de Popa. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 42. Siman. Fuente: Trabajo de Campo</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 43. Filtros Duplex del Motor principal. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 44. Filtro Automático. Fuente: Manual del Motor Principal.....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 45. Filtro Automático. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 46. Reglador de velocidad. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 47. Líneas de Trasiego de Aceite. Fuente: Planos del Buque.....</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 48. Plan de Mantenimiento del Visatrón. Fuente: Manual del Visatrón ...</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 49. Limpieza de Orificios de Aire Limpio. Fuente: Manual Visatrón</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 50. Limpieza del Cristal. Fuente: Manual del Visatrón</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 51. Limpieza del Filtro. Fuente: Manual del Visatrón.....</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 52. Extracción del Turbo. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 53. Turbo Retirado. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 54. Turbo de Intercambio. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>82</i>

<i>Ilustración 55. Esquema Inyector. Fuente: Manual de Wärtsilä.....</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 56. Inyector. Fuente: Manual de Wärtsilä.....</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 57. Prueba de Inyección. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 58. Cambio de Aceite. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>90</i>
<i>Ilustración 59. Filtro de Aceite del Motor Principal. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>90</i>
<i>Ilustración 60. Filtros de Combustible del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 61. Útiles de la Depuradora. Trabajo de Campo.....</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 62. Despiece de la Depuradora. Fuente: Manual de la Depuradora.....</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 63. Desarme Depuradora. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 64. Desarme Depuradora. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 65. Cambio de Aceite Compresor. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 66. Inspección Carter compresor. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 67. Filtros Módulo de Combustible. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 68. Filtro de Disparo Automático. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 69. Limpieza del Quemador. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 70. Tobera y Filtro del Quemador. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 71. Ajuste del Quemador. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 72. Ajuste de los Electrodo. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 73. Quemador Limpio. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 74. Filtros Pre calentadores. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>103</i>
<i>Ilustración 75. Limera del Timón. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 76. Análisis de Aceite. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>106</i>
<i>Ilustración 77. Comprobador de Baterías. Fuente: http://www.jbmcamp.com.....</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 78. Análisis de Aguas. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>110</i>
<i>Ilustración 79. Ficha Análisis de Aguas. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>111</i>
<i>Ilustración 80. Medición de Presiones Máximas. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>112</i>
<i>Ilustración 81. Temperatura de Gases de Escape. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	<i>113</i>

<i>Ilustración 82. Medición de Cremalleras. Fuente: Trabajo de Campo</i>	113
<i>Ilustración 83. Holgura de Cabezas de Bielas. Fuente: Trabajo de Campo</i>	115
<i>Ilustración 84. Enfriador Reparado. Fuente: Trabajo de Campo</i>	117
<i>Ilustración 85. Enfriador Retirado. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	118
<i>Ilustración 86. Extractores de Tornillos. Fuente: http://www.amazon.es</i>	119
<i>Ilustración 87. Extracción de los Tornillos Partidos. Fuente: Trabajo de Campo....</i>	119
<i>Ilustración 88. Enfriador Reparado con sus Conductos. Fuentes: Trabajo de Campo</i>	120
<i>Ilustración 89. Desmontaje del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	121
<i>Ilustración 90. Desmontaje del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	121
<i>Ilustración 91. Desmontaje del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	122
<i>Ilustración 92. Desmontaje del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	123
<i>Ilustración 93. Desmontaje del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	123
<i>Ilustración 94. Extracción de las Camisas. Fuente: Manual del Motor Auxiliar.....</i>	124
<i>Ilustración 95. Medición Altura de las Camisas. Fuente: Manual del Motor Auxiliar</i>	124
<i>Ilustración 96. Cojinete de Biela Dañado. Fuente: Trabajo de Campo.....</i>	125
<i>Ilustración 97. Medidas de Seguridad de la Depuradora. Fuente: Manual de la Depuradora.....</i>	128
<i>Ilustración 98. Medidas de Seguridad de la Depuradora. Fuente: Manual de la Depuradora.....</i>	129
<i>Ilustración 99. Medidas de Seguridad de la Depuradora. Fuente: Manual de la Depuradora.....</i>	130

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Características Generales. Fuente: Trabajo de Campo.....	36
Tabla 2. Características del MM.AA. Fuente: Trabajo de Campo.....	42
Tabla 3. Características del Motor Principal. Fuente: Trabajo de Campo	47
Tabla 4. Características de la Reductora. Fuente: Trabajo de Campo.....	50
Tabla 5. Características de las HPV. Fuente: Trabajo de Campo	50

I. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo que se desarrolla a continuación surge de la experiencia e inquietudes como alumno de máquinas en los trabajos de mantenimientos nocturnos.

Se estructura en siete apartados bien diferenciados:

En primer lugar, la introducción: un breve resumen del trabajo de fin de grado.

En segundo lugar, los objetivos: subdivididos en dos subapartados, objetivo general y los objetivos específicos a desarrollar en el apartado de resultados.

En tercer lugar, revisión y antecedentes: historia de la naviera desde sus inicios hasta la actualidad.

En cuarto lugar, material y metodología: se describen las características del buque modelo, sala de máquinas y metodología utilizada con el uso de manuales, libros de texto, etc.

En quinto lugar, resultados: desarrollo de los objetivos específicos. Trabajos realizados durante la guardia, ordenándolos por tipo de mantenimiento y describiendo como se realizan y aspectos a tener en cuenta.

Y por quinto y sexto lugar, conclusiones y bibliografía utilizada en este trabajo de fin de grado.

1.1 ABSTRACT

The work that is developed below arises from the experience and concerns as a student of machines in night maintenance work.

It is structured in seven well-differentiated sections:

First, the introduction: a brief summary of the final degree project.

Secondly, the objectives: subdivided into two subsections, the general objective and the specific objectives to be developed in the results section.

Third, review and background: history of the shipping company from its beginnings to the present.

Fourth, material and methodology: the characteristics of the model ship, engine room and methodology used with the use of manuals, textbooks, etc. are described.

Fifth, results: development of specific objectives. Work carried out during the shift, ordering them by type of maintenance and describing how they are carried out and aspects to be taken into account.

And for fifth and sixth place, conclusions and bibliography used in this end-of-grade project.

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Trabajos realizados en las operaciones de mantenimiento en las guardias nocturnas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descripción de los equipos a los cuales le realizamos el mantenimiento.
- Descripción de las herramientas o útiles específicos para realizar el mantenimiento.
- Puntos para tener en cuenta en cada trabajo realizado.
- Riesgos a la hora de realizar los trabajos, así como los elementos de protección individual y elementos de protección específicos para cada trabajo realizado.
- Interpretación de manuales de despiece y ensamble de los equipos.
- Entrega de Guardia Nocturna

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

Naviera Armas es una compañía canaria que realiza transporte de pasajeros y mercancías, opera conectando las Islas Canarias además de conectar estas con la península ibérica, Huelva, Motril, Sevilla y también une con Melilla y el norte de Marruecos. Es la naviera que más ha crecido en Europa en los últimos años. (1)

Esta naviera la fundó Antonio Armas Curbelo en 1941, en la isla de Lanzarote. Al principio la compañía tenía barcos de casco de madera y propulsión a vela para el transporte de sal. (1)

Con el tiempo los nuevos cascos de acero en los barcos y las nuevas tecnologías de propulsión como el vapor o diésel irían renovando su flota, con los que expandió su actividad comercial fuera de las fronteras insulares, alcanzando protagonismo en la antigua provincia del Sahara Español. (1)

El actual presidente de la empresa Antonio Armas Fernández hijo de Antonio Armas Curbelo, Concedor de las nuevas tendencias en el sector marítimo, él introdujo los primeros buques de carga rodada en Canarias, esta etapa comenzó en los años 75 con la adquisición de los barcos Volcán de Yaiza y el Volcán de Tahíche. (1)



Ilustración 1. Astelena. Fuente: www.puentedemando.com



Ilustración 2. Volcán de Yaiza. Fuente: www.puentedemando.com

En los años 90 la naviera da un paso más allá y apuesta por el transporte de pasajeros y de carga, en 1995 llegan buques como el Volcán de Tauce y el Volcán de Tejeda a los que se suman otros como el Volcán de Tindaya, el Volcán de Tacande, el Volcán de Tamasite y el Volcán de Tenagua, estos buques ya dedicados al transporte entre islas tanto de pasaje como de mercancías. (1)

En la actualidad con la adquisición de la naviera Trasmediterránea por parte de Naviera Armas cuenta con un total de 29 buques de los cuales 19 son ferries, 8 son fast ferry y 2 son buques de carga. (1)

IV. MATERIAL Y METODOLOGÍA

4.1. DESCRIPCIÓN DEL BUQUE VOLCÁN DE TINDAYA

El buque Volcán de Tindaya es un ferry que realiza un trayecto corto de unas 8 millas, uniendo los puertos de Playa Blanca en Lanzarote y el puerto de Corralejo en Fuerteventura.



Ilustración 3. Volcán de Tindaya. Fuente: <http://www.vesselfinder.com>

Tabla 1. Características Generales. Fuente: Trabajo de Campo.

<u>CARACTERÍSTICAS GENERALES</u>	
Eslora Total	78m
Eslora Entre Perpendiculares	65,50m
Manga de Trazado	15,40m
Puntal a la Cubierta Principal	4,80m
Puntal a la Cubierta Superior	0,80m
Calado de Trazado	3,30m
Velocidad de Crucero	16 nudos
Potencia MM. PP	2 x 2,600 kW a 1000 rpm
Potencia MM. AA	2 x 595 kW a 1500 rpm
Propulsión Popa	2 hélices de paso variables
Propulsión Popa	2 hélices de paso variables eléctricas

Este buque tiene una capacidad para 700 pasajeros y unos 480 metros de carril para los vehículos, cuenta con dos rampas en popa y yelmo para facilitar la maniobra de descargar de los vehículos, además cuenta con dos car-decks que es una cubierta para vehículos que se puede amoldar según la carga que lleven, estos car-decks tiene unos 130 metros de carril.



Ilustración 4. Rampa Proa. Fuente: Trabajo de Campo

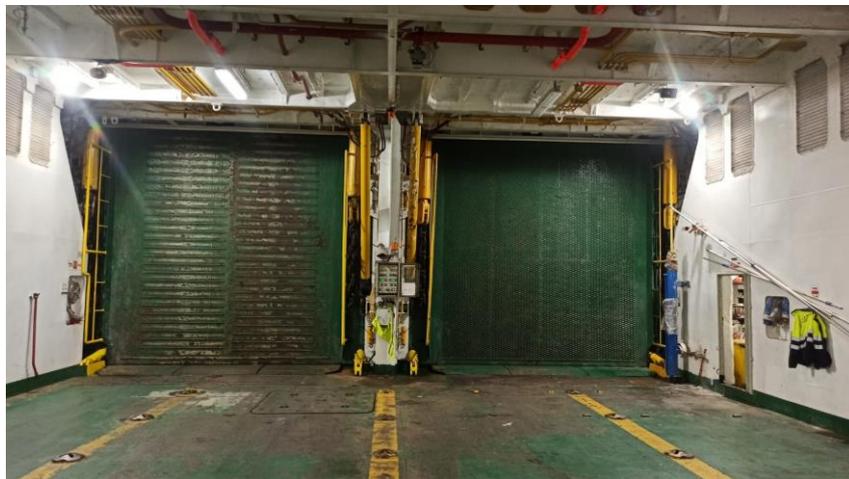


Ilustración 5. Rampa de Popa. Fuente: Trabajo de Campo

4.1.1. Planos Generales

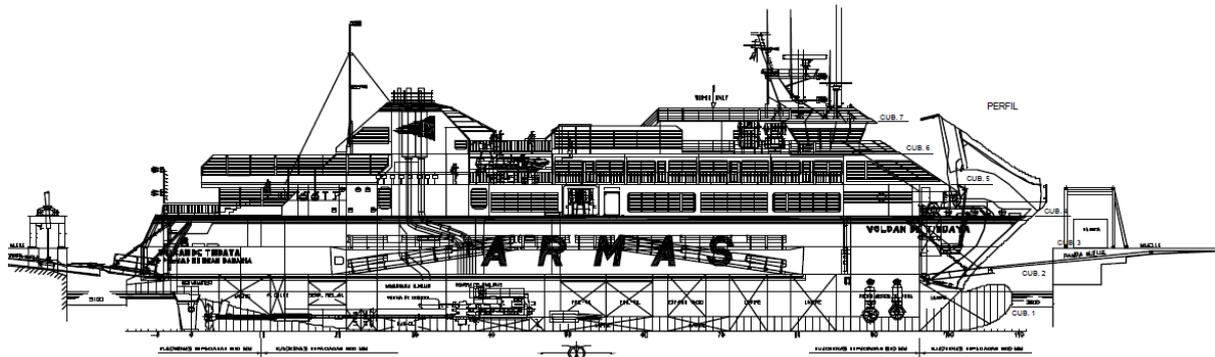
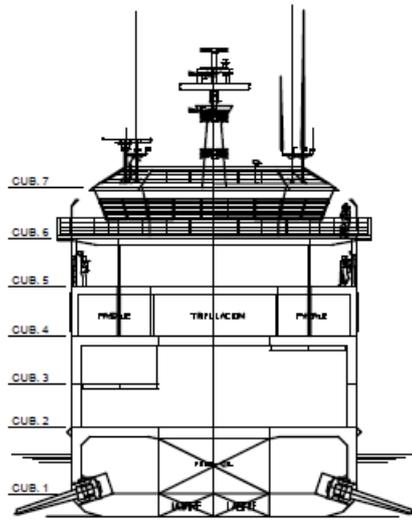


Ilustración 6. Plano Perfil Buque. Fuente: Documentos del Barco



CUBIERTA 7

Ilustración 8. Frontal. Fuente: Documentos del Barco

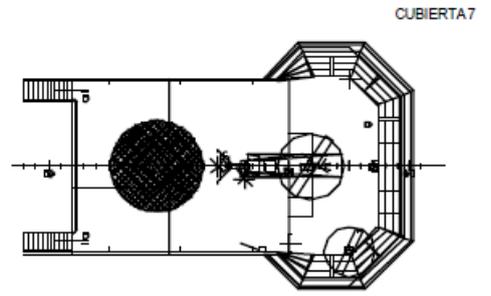


Ilustración 7. Cubierta 7. Documentos del Barco

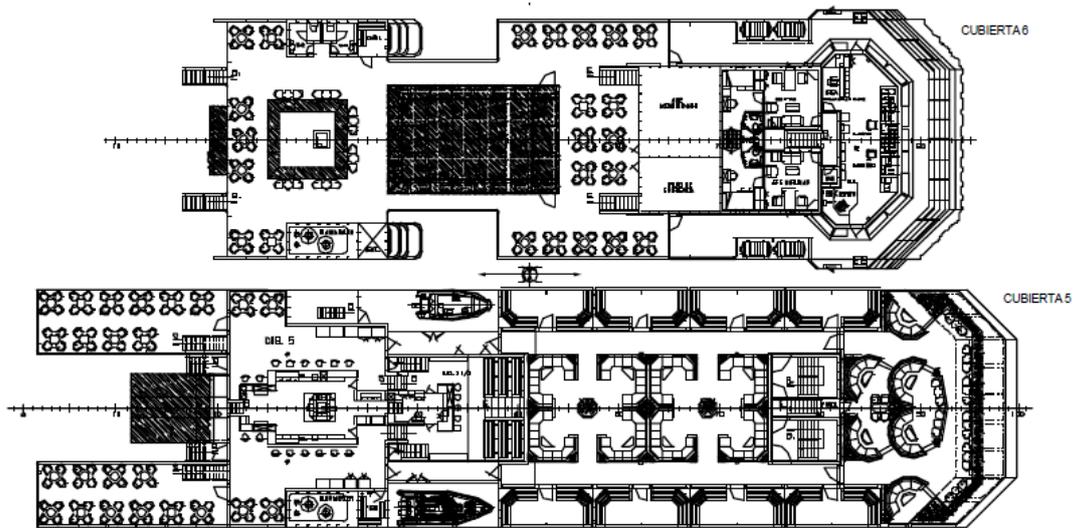


Ilustración 9. Cubierta 5 y 6. Fuente: Documentos del Barco

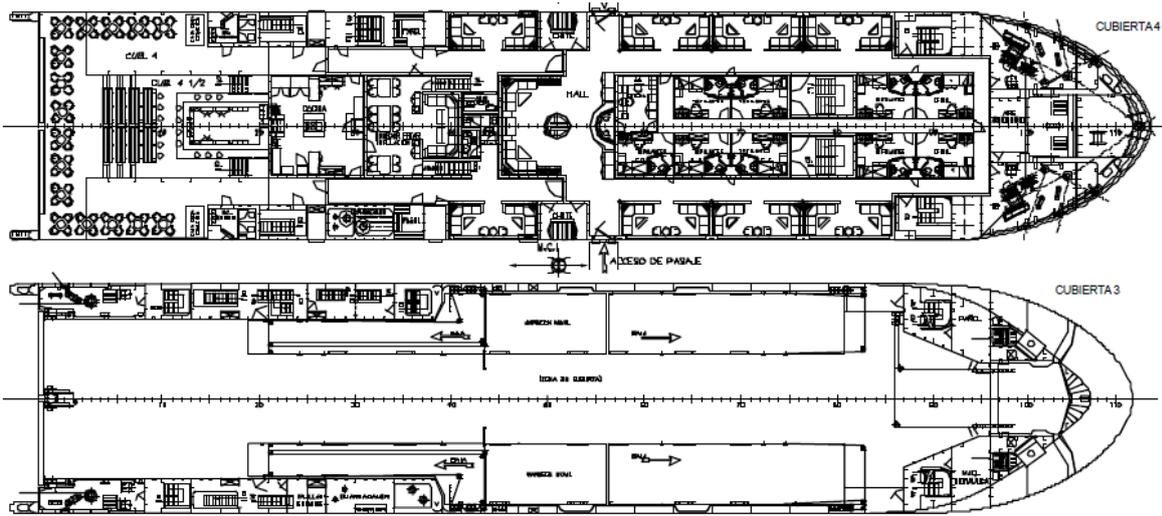


Ilustración 10. Cubierta 4 y 5. Fuente: Documentos del Barco

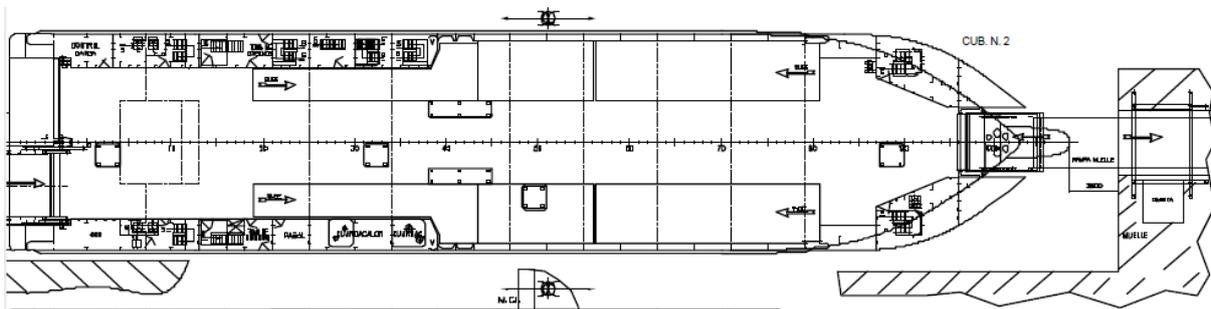


Ilustración 11. Cubierta 2. Fuente: Documentos del Barco

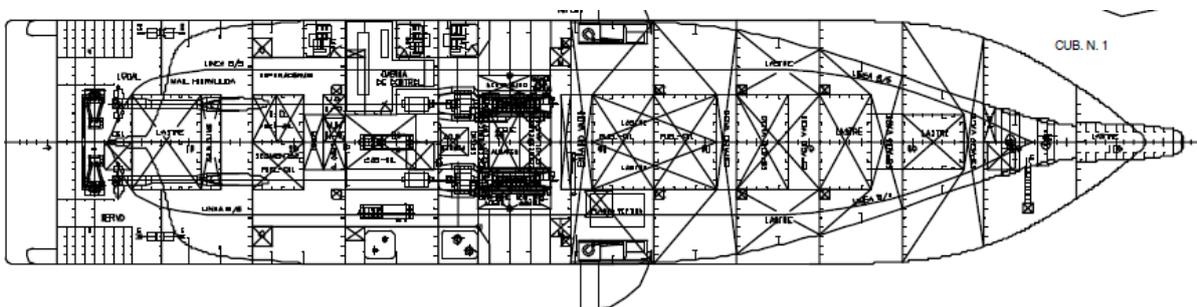


Ilustración 12. Cubierta 1. Fuente: Documentos del Barco

4.2 SALA DE MÁQUINAS

La sala de máquinas en este buque la dividimos en cinco locales que son: local de motores auxiliares, local de motores principales, local de depuradoras, local de estabilizadores y por último el control de la máquina.

4.2.1 Local de MM. AA

En este local se encuentran equipos como los dos motores auxiliares, las dos colas de los motores principales, las dos calderas de vapor, dos bombas de alimentación de aceite de las depuradoras, una bomba de trasiego de aceite, una bomba de lodos, dos bombas de refrigeración de agua salada para los dos motores auxiliares y el hidróforo de agua destilada.

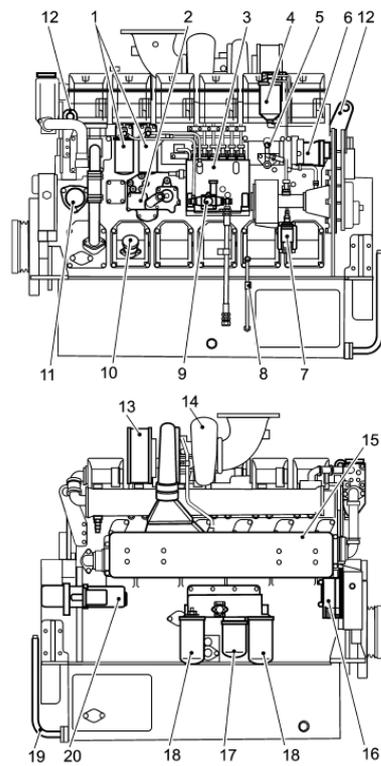
El buque cuenta con dos motores auxiliares que van acoplados cada uno a un alternador, estos suministran la energía eléctrica al buque, en este caso suministra corriente en todo momento e incluso en la navegación ya que este buque realiza una ruta muy corta de unos 35 minutos de travesía, de los dos motores solo uno está en funcionamiento suministrando la energía eléctrica, el otro está en automático por si hay una caída de planta, los motores se alternan cada 15 días que es cuando se le realiza el mantenimiento que hablaremos más adelante.



Ilustración 12. Motor Auxiliar de Br. Fuente: Trabajo de Campo

Tabla 2. Características del MM.AA. Fuente: Trabajo de Campo

Características MM.AA	
Marca	MITSUBISHI
Modelo	S6R2
Potencia	595 kW
Velocidad	1500 rpm
Nº de Cilindros	6 en Línea
Aspiración	Sobrealimentado
Arranque	Motor de Arranque Neumático



D25A/D30A MS

1. Fuel filters
2. Oil cooler
3. Fuel injection pump
4. Governor oil filter
5. Manual stop lever
6. Governor
7. Stop solenoid
8. Oil dipstick
9. Fuel feed pump
10. Oil filler cap
11. Fresh water pump
12. Lifting eye
13. Intake air silencer
14. Turbocharger
15. Charge air cooler
16. Alternator
17. By-pass filter for engine oil
18. Oil filters
19. Engine oil drain pipe
20. Starter motor

Ilustración 13. Motor Auxiliar. Fuente: Manual del Motor Auxiliar

Estos motores cuentan con dos bombas de refrigeración de agua salada, la cual una está en marcha y la otra está en automático, la segunda bomba arranca mediante un presostato en caso de que baje la presión en la bomba principal.



Ilustración 14. Bombas de Agua Salada Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo

La sala de máquinas cuenta con dos calderas acuatubular GARIONI NAVAL GTM con un quemador Handbook Models NOL13, las calderas tienen una capacidad de 209 kW y produce 300 kg/h, la caldera suministra vapor para los precalentadores de agua dulce, las depuradoras de aceite y fuel, el módulo de combustible y las líneas de acompañamiento de fuel y para los tanques. (2)



Ilustración 15. Calderas. Fuente: Trabajo de Campo

El local también se encuentra el hidróforo de agua destilada esto se encarga de mantener la presión en la línea mediante un depósito que va lleno de agua a un nivel de $\frac{3}{4}$ y el resto se llena de aire a una presión de 5 bares, el hidróforo cuenta con dos bombas de las cuales una está en automático y la otra arranca cuando a la principal le cae la presión.

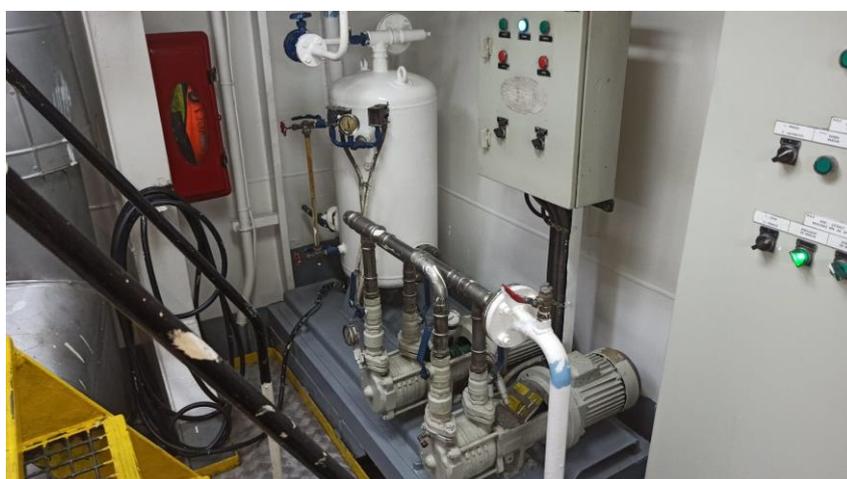


Ilustración 16. Hidróforo. Fuente: Trabajo de Campo

También sobre una bandeja de rebose se encuentra las bombas de alimentación de aceite de las depuradoras, una bomba de trasiego de aceite y la bomba de lodos, de izquierda a derecha.



Ilustración 17. Bombas de Aceite y Lodo. Fuente: Trabajo de Campo

4.2.2 Local de MM. PP

El local de motores principales están los motores, bombas de refrigeración, evaporador, compresores, bombas contra incendios.

Los motores son Wätsila W26A son motores unidireccionales de 8 cilindros en línea de inyección directa y sobrealimentados.

Tabla 3. Características del Motor Principal. Fuente: Trabajo de Campo

Características MM.PP	
Marca	Wätsila
Modelo	8L26A
Potencia	2600 kW
Velocidad	1000rpm
Consumo de combustible sin bombas acopladas	184,5gr/kWh
Arranque	Motor de arranque neumático



Ilustración 18. Motor Principal Er. Fuente: Trabajo de Campo

La lubricación de los motores es mediante bombas acopladas, aunque cuenta con una bomba eléctrica cada motor por si baja la presión en la bomba acoplada, también cabe destacar que hay una bomba de prelubricación para lubricar antes de arrancar. (3)

El aceite es refrigerado mediante un enfriador y filtrado mediante dos filtros uno automático de velas y el otro centrífugo.



Ilustración 19. Filtro Automático y Enfriador de Aceite. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 20. Filtro Centrífugo. Fuente: Trabajo de Campo

La refrigeración del motor es igual que con el aceite mediante bombas acopladas, aunque también dispone de bombas eléctricas en caso de que falle las acopladas, hay dos tipos de bombas de agua dulce, bombas de baja temperatura y de alta temperatura. (3)

El agua es refrigerada mediante un enfriador de placas que circula por su interior agua salada, esta agua salada es bombeada por bombas eléctricas, el buque dispone de tres bombas de agua salada, una está en marcha y otra está en automático.

Los motores cuentan con un sistema de precalentamiento a vapor para mantener la temperatura optima de funcionamiento a la hora del arranque.



Ilustración 21. Bombas Acopladas. Fuente: Trabajo de Campo

Cada motor principal va acoplado a una reductora sin embrague esta mueve una hélice de paso variable, la reductora también tiene una salida multiplicada para moverlo los alternadores de cola, que suministra la energía solo para mover las hélices de maniobra de proa. (3)

Tabla 4. Características de la Reductora. Fuente: Trabajo de Campo

Características Reductora	
Marca	Reintjes
Modelo	VA2451K4
Año	2002
Relación Reducción	3.179/1
Revoluciones de entrada	1000 (1/min)
Revoluciones de salida	315 (1/min)
Aceite	SAE30

La hélice que mueve la reductora es de tipo KAMEWA y mueve sus palas mediante el sistema de barras de empuje-tracción accionadas hidráulicamente, la central hidráulica está situada en este mismo local a popa de los motores principales, cuenta con un sistema de bombeo doble, el cual se va alternando, poniendo en funcionamiento la bomba 1 en días impares y la bomba número 2 en días pares.

Tabla 5. Características de las HPV. Fuente: Trabajo de Campo

Características de la HPV	
Diámetro de la hélice	2300 mm
Tamaño del núcleo	66P1/4
Numero de palas	4
Material de Construcción	Bronce-Ni-AL

A estribor de este local encontramos las bombas contraincendios, este buque cuenta con dos bombas contraincendios principales que abastecen los hidrantes, este sistema tiene un hidrófono que mantiene la presión en la línea, al lado están las dos bombas de rociadores, además hay un bypass de tal manera que se puede suministrar agua a las líneas de rociadores con las bombas contra incendios, pero no al contrario ya que las bombas de rociadores son mayores que la de contra incendio.



Ilustración 22. Bombas C.I. Fuente: Trabajo de Campo

Al lado de estas bombas se encuentra la cisterna de las calderas esta tiene una capacidad de 1000 litros, esta cisterna es la que abastece de agua a la caldera para la producción de vapor, esta cisterna se llena de agua destilada de manera manual y cuenta con un visor de nivel óptico.

En la banda de babor de este local encontramos los compresores de aire comprimido, cuenta con dos compresores que se van alternado su prioridad cada noche, estos compresores abastecen tanto las botellas de arranque de los principales, la botella de arranque de los auxiliares, aire para control de accionamiento y aire para trabajos de limpieza y herramientas neumáticas.



Ilustración 23. Compresores de Aire Comprimido. Fuente: Trabajo de Campo

En esta misma parte del local de MM.PP también está el generador de agua dulce, este equipo se encarga de generar agua destilada, su funcionamiento es evaporando agua de mar mediante la temperatura de agua de alta de la refrigeración de los motores principales, esta evaporación ocurre debido a que el recipiente donde sucede este proceso físico está en vacío, el vacío se genera por la misma entrada de agua salada que se va a evaporar a través de un eyector.

4.2.3 Local de Estabilizadores

En el local de estabilizadores encontramos los compresores del aire acondicionado, los estabilizadores, la planta séptica, y la bomba de Sprinkler.

Los estabilizadores son de la marca Rolls-Royce serie Acuario y están situados a cada banda del barco, y son los encargados de reducir los balanceos de este, lo consiguen variando el ángulo de ataque de las aletas, estas se pliegan cuando el buque realiza las maniobras de atraque.

El despliegue se realiza mediante un cilindro hidráulico que mueve el brazo haciéndolo pivotar sobre un cojinete de rodillos.

Cada estabilizador cuenta con su propia central hidráulica, el aceite de esta central hidráulica está refrigerada por un enfriador de tubular mediante agua salada.



Ilustración 24. Estabilizadores. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 25. Central de Hidráulica de Estabilizadores. Fuente: Trabajo de Campo

El buque cuenta con 3 compresores de tornillo de la marca Bitzer modelo OSK-7471-K, normalmente solo está en funcionamiento uno, el compresor abastece a 6 climatizadores que distribuyen aire fresco a las distintas estancias del buque, la condensación se realiza mediante un enfriador tubular refrigerado por agua salada, el paro de los compresores lo realiza mediante un presostato de baja presión.



Ilustración 26. Compresores de Aire Acondicionado. Fuente: Trabajo de Campo

En este mismo local y situado un poco más a popa tenemos la bomba de sprinkler, esta suministra agua dulce desde un depósito que tiene una capacidad de 2800 litros a los sprinklers, estos son rociadores automáticos que están en las cubiertas interiores del barco que tiene una ampolla que revienta con la temperatura, de esta manera una vez que la ampolla está rota hace como de válvula y deja pasar el agua que mediante un difusor forma un abanico como si fuera lluvia.



Ilustración 27. Bomba de Sprinklers. Fuente: Trabajo de Campo

En la banda de estribor de este local se encuentra la planta séptica la cual se encarga de recoger todas las aguas negras y grises, para separar y neutralizar los contaminantes orgánicos



Ilustración 28. Planta Séptica. Fuente: Trabajo de Campo

4.2.4 Local de Depuradoras

Este es el local que se encuentra más a popa, y en este local se encuentran equipos como, las depuradoras, separador de sentina, módulo de combustible y pequeño taller.

El buque cuenta con 5 depuradoras que son 2 de aceite de motores principales, 1 de diésel y 2 de fuel, depuradoras son de la marca Westfalia Separator modelo OSD 6-91-067.

La depuradora de diésel se encarga de depurar el diésel desde el tanque de sedimentación y trasegarlo al tanque de diario, el diésel es consumido tanto por los motores auxiliares como por los motores principales.

Las depuradoras de aceite estas depuran el aceite procedente del motor principal, realizando una recirculación continua, también se utiliza para precalentar el aceite antes de la hora del arranque, cada motor cuenta con una depuradora.

Las depuradoras de fuel están en desuso ya que este barco operaba en fuel, pero hoy en día por las políticas de contaminación opera con diésel en su totalidad.



Ilustración 29. Depuradora de Fuel. Fuente: Trabajo de Campo

Entre las depuradoras y por el poco espacio de esta sala de máquinas se encuentra el pequeño taller, que, aunque es pequeño es fundamental para realizar todas las tareas de mantenimientos y reparaciones.

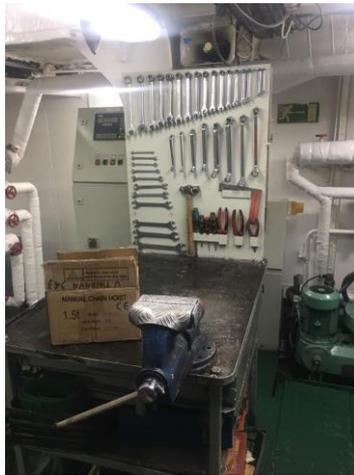


Ilustración 30. Taller. Fuente: Trabajo de Campo

El separador de sentina de la marca Facet modelo CPS-10B MKIII se encarga de separar las partículas de aceite o combustibles del agua para poder ser achicada al mar, la concentración de aceite en el agua es inferior a 15 ppm.

En la banda estribor de este local tenemos un equipo fundamental para el funcionamiento de los motores principales, el módulo de combustible se encarga de bombear y ajustar la viscosidad optima del combustible para luego quemarlo en los motores.

El ajuste de la viscosidad lo conseguimos calentando el combustible mediante un intercambiador de calor a vapor, la viscosidad la regula el viscosímetro que actúa sobre una válvula que controla el caudal de vapor.



Ilustración 31. Módulo de Combustible. Fuente: Trabajo de Campo

4.2.5Control

En el control es donde se realiza el control de casi todos los equipos mediante indicadores ya sean analógicos o digitales y el ordenador, podemos observar los parámetros de funcionamiento de los sistemas, además con el sistema de alarmas NORIS nos alerta visual y acústicamente cuando tenemos algún problema anormal en los sistemas.



Ilustración 32. Control de Máquinas. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 33. Noris. Fuente: Trabajo de Campo

4.3 OTROS LOCALES DEL BUQUE

En este apartado vamos a presentar una breve visita de distintos locales del buque que no se encuentran en la sala de máquinas.

4.3.1 Local del Servo

Aquí se encuentra el servo del buque con su central hidráulica, el servo es el en cargado de mover la pala del timón para dirigir el barco, en este local también se encuentra el accionamiento del timón de emergencia.



Ilustración 34. Timón de Emergencia. Fuente: Trabajo de Campo

4.3.2 Local del Yelmo

En este local se encuentra entre la rampa de proa y el yelmo, aquí está situado los cilindros hidráulicos que levantan el yelmo, las trincas y empujadores.

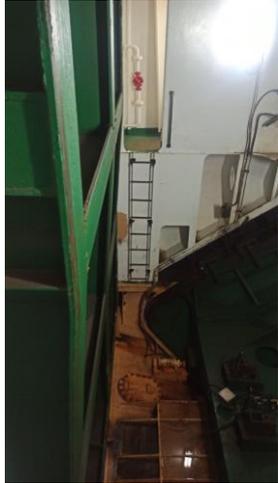


Ilustración 35. Yelmo. Fuente: Trabajo de Campo

4.3.3 Local de CO₂

En este espacio se encuentra las botellas de CO₂ y las cajas de accionamientos y distribución de estas.



Ilustración 36. Botellas de Co2. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 37. Cajas de Distribución de Co2. Fuente: Trabajo de Campo

4.3.4 Local del Motor de Emergencia

Este local está situado en la cubierta numero 6 es aquí donde se encuentra el motor de emergencia y el cuadro eléctrico de emergencia.

El motor es un Guascor modelo SH74, de 190 kW trabaja a 1500 rpm y arranca automáticamente mediante baterías o también se puede arrancar manualmente. (4)



Ilustración 38. Motor de Emergencia. Fuente: Trabajo de Campo

4.3.5 Local de las Hélices de Proa

A este local se accede a través del tronco de escaleras de proa estribor, en este local están las hélices de proa y la bomba contra incendio de emergencia.



Ilustración 39. Hélices de Proa. Fuente: Trabajo de Campo

4.3.6 Central Hidráulica de Proa

Esta central hidráulica mueve el yelmo, la rampa de proa, las maquinillas de la manobra de proa y el car-deck de estribor. está situada en la cubierta 3 y se accede a través del tronco de escalera de proa estribor.



Ilustración 40. Central Hidráulica de Proa. Fuente: Trabajo de Campo

4.3.7 Central Hidráulica de Popa

La central hidráulica de popa se accede a través de unas escotillas situadas en las maniobras de popa y esta alimenta las dos rampas de popa, las maquinillas de popa y car-deck de babor



Ilustración 41. Central Hidráulica de Popa. Fuente: Trabajo de Campo

4.4 METODOLOGÍA

Para la realización de estos resultados se basan en la experiencia adquirida como alumno de máquinas sobre todo en la guardia nocturna del Volcán de Tindaya, además en el estudio de manuales de los equipos, plan de mantenimiento, programas de mantenimiento como el SIMAN y sobre todo, la experiencia transmitida por partes de los oficiales y jefes de máquinas que han resuelto mis inquietudes y han hecho que me resulte mucho más fácil enfocar los resultados de este trabajo.

V. RESULTADOS

En este apartado veremos los trabajos realizados, así como su clasificación en el tipo de mantenimiento que corresponde, me he enfocado en trabajos generales y no solo en equipos concretos, ya que me parece que todos los equipos son de vital importancia para el correcto funcionamiento de la sala de máquinas en general.

También veremos cómo se recoge una guardia y que es lo que se hace una vez entras en tu turno de trabajo y las medidas de protección que debemos de tomar antes de empezar a realizar un trabajo.

5.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

- **Mantenimiento Preventivo:** Estos son trabajos que se realizan cada cierto número de horas sin necesidad de que importe el estado del equipo como su nombre indica se realiza para prevenir futuras averías. (5)
- **Mantenimiento Predictivo:** Son pruebas para determinar cómo está funcionando el equipo. (5)
- **Mantenimiento Correctivo:** Son trabajos que se realizan para defectos de funcionamiento que se encuentran en el equipo. (5)

5.2 PLATAFORMA SIMAN

El Siman es un programa de planificación de mantenimiento que utiliza el buque, en esta plataforma están las tareas que hay que realizar por la noche. En la plataforma te especifica las horas de funcionamiento a las que hay que realizar los trabajos.

El Siman es una plataforma que en conjunto con los manuales de cada equipo en la que hay un apartado de mantenimiento según sus horas de funcionamiento, hacen que sea una tarea más sencilla y es fundamental para la buena programación de los trabajos.

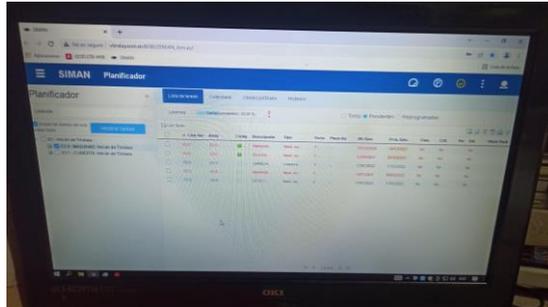


Ilustración 42. Siman. Fuente: Trabajo de Campo

5.3 ENTREGA DE GUARDIA NOCTURNA

Cuando se entra a la guardia el primer oficial te dice las tareas que hay que hacer ya sea por horas o por averías que han surgido durante la navegación, el oficial realiza una ronda por la máquina y la ronda de seguridad por el buque.

Ronda por la Máquina:

- Mirar Niveles de tanques
- Mirar Niveles de Sentinas
- Mirar Funcionamiento de las Depuradoras
- Mirar Parámetro de los Motores Auxiliares
- Funcionamiento de los Compresores de Aire comprimido
- Funcionamiento de los Compresores de Aire Acondicionado

- Inspección de Bombas de Agua Salada Refrigeración
- Inspección de Bombas de agua Salada Refrigeración Condensador Aire Acondicionado
- Inspección Niveles de Bocinas
- Detectar Posibles Perdidas

Ronda por el Buque:

- Mirar Niveles de las Centrales Hidráulicas
- Inspeccionar Las Limeras
- Inspección de Latiguillos de las Centrales Hidráulicas
- Inspección de Válvulas Hidráulicas
- Revisión de las Correas y Funcionamiento de los Climatizadores
- Niveles y Revisión del Motor de emergencia
- Inspección Local del Servo
- Inspección Local de las Hélices de Proa
- Inspección de las Tomas de Consumo
- Inspección de Pocetes de Sentinas
- Inspección del Servo

5.4 TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.4.1 MM. PP

En este periodo de embarque he realizado varios trabajos preventivos en el motor principal que mostraré a continuación.

- **Filtros Duplex**

Reemplazo de filtros duplex y respectiva limpieza, los filtros duplex son dos filtros de malla metálica que están en paralelo, lo habitual es que solo este uno en funcionamiento para que en caso de que caiga la presión de baja de combustible puedas seleccionar el filtro que no está actuando, la selección del filtro se realiza mediante una válvula de 3 vías.



Ilustración 43. Filtros Duplex del Motor principal. Fuente: Trabajo de Campo

Para realizar el trabajo en primer lugar paramos el módulo de combustible a continuación se realiza el reemplazo de un filtro ya limpio y solo del filtro que se está utilizando, el filtro se limpia solo con gasoil estregando con una brocha y se finaliza dándole una soplada con aire comprimido.

Periodo: Según el manual los filtros se reemplazan cada 1.000 horas de funcionamiento.

- **Filtros de Aceite**

Los filtros de aceite se encargan de limpiar el aceite de manera que quita las impurezas que no queremos que estén en el aceite, impurezas como virutas que se van desprendiendo con el uso y rastros de carbonilla producida por la combustión.

Este motor cuenta con dos tipos de filtros que son:

El filtro centrífugo cuenta de un bolo que se hace girar con la propia presión de aceite que mueven unas aletas, el aceite se introduce en su interior y mediante la fuerza centrífuga hace que las impurezas se peguen a sus paredes, la pared esta recubierta de un papel. La limpieza se realiza desarmando el bolo y con gasoil y una brocha se limpia las superficies metálicas, también se reemplaza la lámina de papel que es donde se pegan las impurezas del aceite.

El filtro automático de vela trabaja de tal manera que el aceite a filtrar entra a través de la entrada inferior y pasa a la turbina, la turbina acciona el brazo giratorio de limpieza, después de la turbina, el aceite entra en las velas por ambos extremos, directo en el lado derecho y a través de la conexión central de la tubería en el lado izquierdo, el aceite circula desde el interior al exterior dejando la mayor parte de la suciedad atrás en las velas y por último el aceite filtrado pasa por el filtro exterior que es de malla metálica. La limpieza se realiza desarmando la parte superior y después sacando las velas estas se ponen en remojo en desengrasante por varios días, los demás componentes metálicos se limpian con gasoil y se soplan con aire comprimido, el montaje se realiza poniendo otras velas ya limpias previamente. (3)

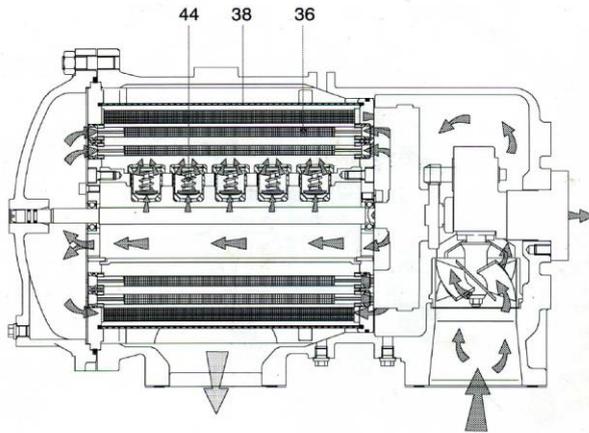


Ilustración 44. Filtro Automático. Fuente: Manual del Motor Principal



Ilustración 45. Filtro Automático. Fuente: Trabajo de Campo

Periodo: Semanalmente o unas 98 horas

- **Filtrinas**

Esta es una tela esponjosa que va en el exterior del filtro del aire y se encarga de recoger toda la suciedad, el polvo previamente antes del filtro del aire del motor.

Periodo: semanalmente o unas 98 horas de funcionamiento, los días de calima se cambian con más antelación de 2 a 3 veces por semana.

- **Limpieza del turbo**

El turbo se le aplica una limpieza mediante inyección de agua en la caracola de escape esto se realiza para quitar la carbonilla y evitar la acumulación de esta y mejorar la capacidad de aspirado del turbo.

Periodo: Diariamente.

- **Cambio de Aceite del Regulador de Velocidad**

El regulador es el encargado de mantener la revoluciones constantes independientemente del ángulo de la pala que este metido, para realizar el cambio de aceite se realiza quitando un tornillo que hace de tapón en su parte inferior y posteriormente retirando el tapón de su parte superior, el aceite caerá en el recipiente que habremos puesto, una práctica muy buena que nos puede decir cómo están los cojinetes y engranajes del regulador es mirar el aceite que hemos quitado para ver si tiene virutas metálicas, además el tornillo inferior por el cual retiramos el aceite está provisto de un imán el cual deberemos de inspeccionar, el regulador está provisto de un nivel óptico donde veremos el nivel de aceite, este regulador lleva aceite 312.



Ilustración 46. Reglador de velocidad. Fuente: Trabajo de Campo

Periodo: 200 horas de funcionamiento.

- **Cambio de Aceite del MM.PP**

El cambio de aceite del motor se realiza una vez al año o por motivos especiales, lo que se suele hacer es una sangría de la mitad de la capacidad del aceite a los 6 meses del estar el aceite en uso, este trasiego de aceite se realiza mediante la alineación de válvulas y la bomba de trasiego de aceite y el aceite usado se lleva al tanque de aceite sucio, posteriormente con la bomba de lodos y mediante una manguera en la toma de consumo al exterior a unas transicubas de 1000l, estas cubas de 1000l son trasegada a la cisterna del camión del MARPOL.

El aceite que utiliza este motor es el 412 de la marca Mobil.

Periodo: Cambio de Totalidad del Aceite Cada Año, Sangría cada 6 meses.

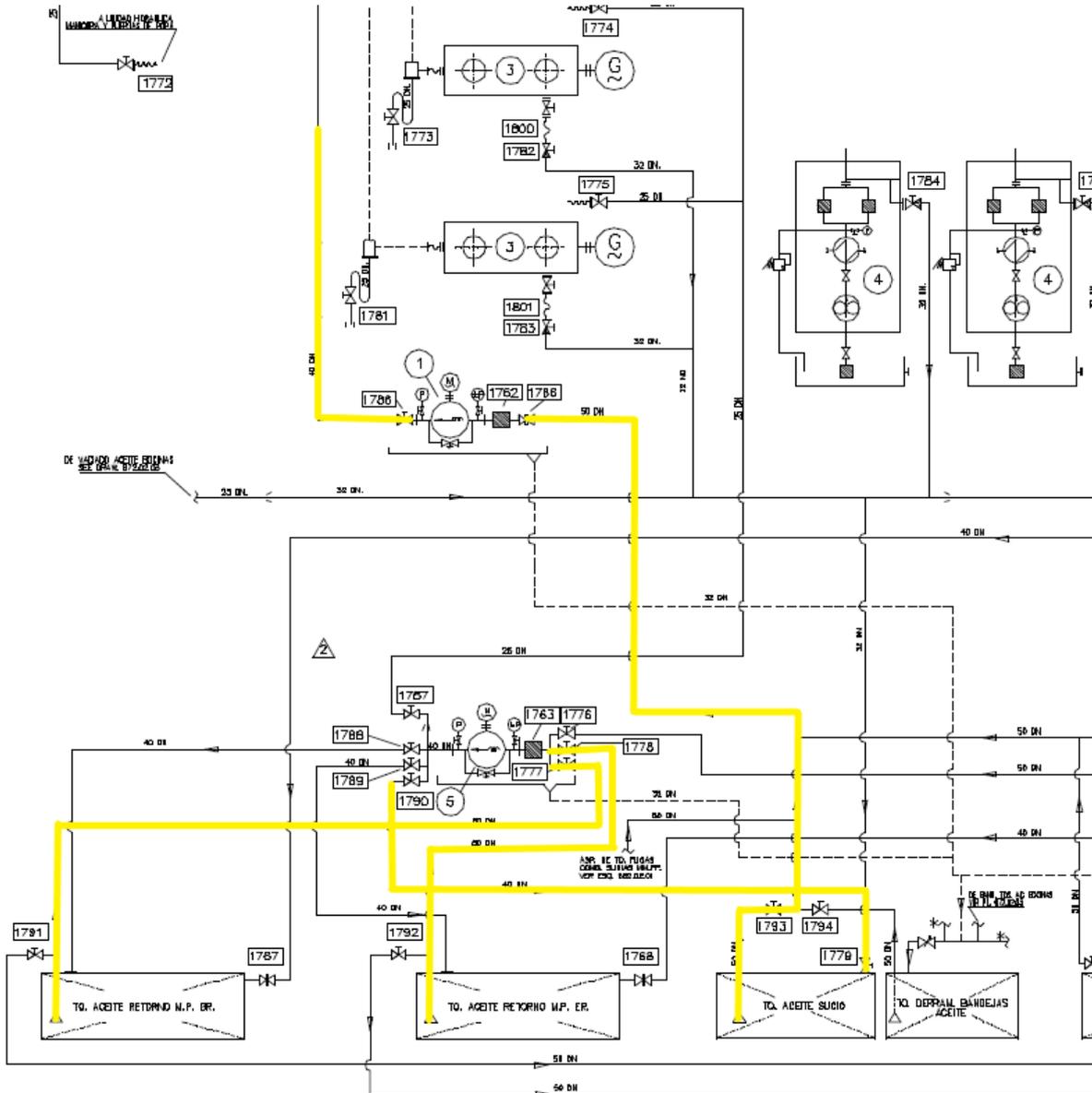


Ilustración 47. Líneas de Trasiego de Aceite. Fuente: Planos del Buque

- **Mantenimiento del Visatrón**

El visatrón es el detector de niebla en el cárter se encarga de medir los vapores producidos en el motor y este lo mide mediante un sensor óptico. (6)

 ¡PRECAUCIÓN! El trabajo de mantenimiento debe realizarse mientras el motor esté detenido.

Cada tres meses o tras 2000 horas de trabajo, lo que antes se cumpla		
1	Comprobar la presión negativa en el cabezal de medición: menos de 55 mmCA → ajustar presión entre 60 mmCA y 70 mmCA → OK entre 75 mmCA y 85 mmCA → ajustar presión superior a 85 mmCA → comprobar unidad reguladora de presión	Ver capítulo 3.1 página 30
2	Limpiar filtros infrarrojos en el cabezal de medición	Ver capítulo 5.2 página 41
3	Limpiar orificios de aire limpio en el cabezal de medición	Ver capítulo 5.1 página 41
4	Cambiar filtros del aire en el cabezal de medición	Ver capítulo 5.3 página 42
Cada seis meses o tras 4000 horas de trabajo, lo que antes se cumpla		
5	Realizar el procedimiento de mantenimiento trimestral 1 - 4	
6	Cambiar el filtro de aire en la unidad reguladora de presión	Ver capítulo 5.4 página 42
Anualmente o tras 8000 horas de trabajo, lo que antes se cumpla		
7	Realizar el procedimiento de mantenimiento semestral 5 - 6	
8	Limpiar el sistema de aspiración con aire comprimido. ¡ATENCIÓN, no olvide rellenar los sifones!	Ver capítulo 3 página 30
9	Comprobar los fuelles y el sistema de suspensión entre el cabezal de medición y la placa base, comprobar la salida de aire de barrido detrás de la cubierta de control (consultar Figura 45), para ello intente detectar la corriente de aire hacia el sistema de aire de barrido	
10	Realizar prueba funcional	Ver capítulo 7 página 51
Cada dos años o tras 16000 horas de trabajo, lo que antes se cumpla		
11	Debe llevarse a cabo una inspección de toda la instalación OMD por parte del personal de servicio formado y homologado para este trabajo por Schaller Automation	
Además, cada 5 años o 40000 horas de trabajo, lo que antes se cumpla		
12	Cambiar el sistema de suspensión y fuelles	Ver capítulo 5.6 página 45

Ilustración 48. Plan de Mantenimiento del Visatrón. Fuente: Manual del Visatrón

Es fundamental el buen funcionamiento de este ya que si te da falsas mediciones te puede parar el motor principal, esto puede ocasionar muchos problemas y sobre todo en este buque ya que realiza una navegación corta y constantemente está en maniobra. (6)



Ilustración 49. Limpieza de Orificios de Aire Limpio. Fuente: Manual Visatrón



Ilustración 50. Limpieza del Cristal. Fuente: Manual del Visatrón



Figura 46: Cambio de los filtros del aire

Ilustración 51. Limpieza del Filtro. Fuente: Manual del Visatrón

- **Cambio del Turbo**

Este mantenimiento se realiza conjuntamente con un taller de tierra especializado en turbocompresores, el trabajo consiste en sacar en primer lugar el filtro de aire mediante dos diferenciales de cadenas, y a continuación se sueltan los tornillos de la brida de la expansión que unen la caracola de admisión con el conducto que va al enfriador de aire de barrido, y después los tornillos que unen el núcleo del turbo con la caracola de admisión ya que esta, no se cambia por que no se suele estropear.

La maniobra para sacar el turbo de la sala de máquinas se complica por las pequeñas dimensiones que tiene, se levanta con un diferencial, para realizar el desplazamiento se hace poniendo otro diferencial en un punto distinto situado hacia el lugar de extracción del turbo, esta maniobra se realiza en varias ocasiones hasta que el turbo se sitúa en el punto de extracción, en este barco el turbo se saca por las tapas del local de MM.AA.



Ilustración 52. Extracción del Turbo. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 53. Turbo Retirado. Fuente: Trabajo de Campo

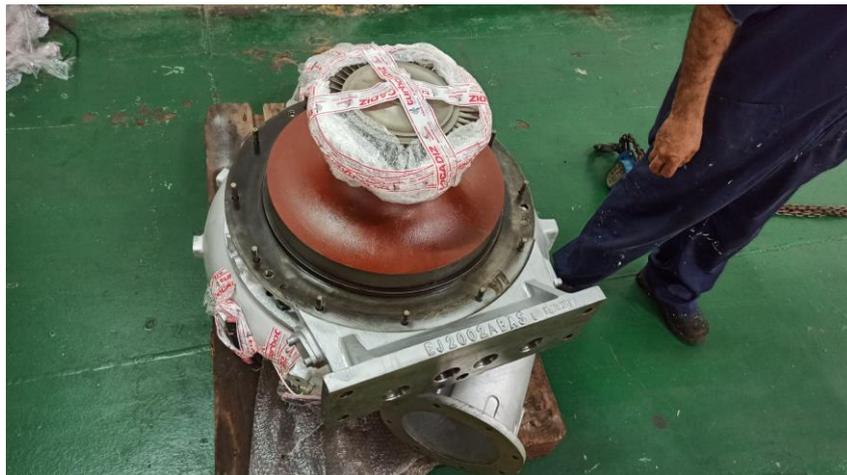


Ilustración 54. Turbo de Intercambio. Fuente: Trabajo de Campo

Entre los aspectos a tener en cuenta es revisar que el turbo de intercambio coincide en referencia y modelo, realizar una revisión visual para comprobar que no tiene golpes ya que sobre todo las turbinas son muy delicadas y tener una atención constante al trabajo que se está realizando para ver que no se le dan golpes a la hora de transportarlo, montarlo y que la operación se realiza de manera correcta.

Antes de su puesta en funcionamiento se realiza la prelubricación como es normal, pero con una observación más en profundidad en los racores de entrada y salida del aceite al núcleo para ver que no existen pérdidas, las pérdidas nunca son buenas, pero en especial en el turbo ya que este se calienta bastante y puede producir un incendio.

Este barco es propenso a forzar los turbos ya que hace una navegación muy corta y realiza unas 14 maniobras de atraque al día.

Periodo: Cada 20.000 horas de funcionamiento o una vez al año.

- **Cambio de Inyectores y Timbrado**

Los cambios de inyectores y timbrados los realizan el personal de máquinas del buque, el procedimiento es siempre el mismo el inyector se extrae y es sustituido por inyectores ya timbrados previamente, el inyector extraído es timbrado posteriormente.

Para realizar la extracción hace falta herramientas especiales como una dinamométrica y el extractor de inyectores este es un útil del propio fabricante del motor.

Lo primero que hay que hacer, es parar el módulo de combustible y cerrar las válvulas de entrada y retorno de combustible, a continuación retiramos la tapa de balancines y nos disponemos a solar el tubo de inyección, lo primero es retirar el pequeño tubo de retorno de combustibles y después ya podemos retirar el tubo de inyección, este no es necesario aflojarlo del todo ya que solo es necesario la parte que va a la cánula de inyección, una vez retirado el tubo, quitamos un seguro que tiene la

cánula para que esta no se pueda aflojar, ya retirado el seguro podemos aflojar la cánula y quitarla.

Para sacar el inyector de la culata hay que retirar dos tornillos, dos espaciadores y una horquilla que presiona el inyector contra la culata, para la extracción como ya hemos hablado anteriormente es necesario un extractor el cual se en rosca por su parte superior y se desliza un peso que recorre por un vástago para generar unos golpes que aflojan los inyectores desde su alojamiento.

Después se procede a colocar el inyector nuevo, el procedimiento es igual, pero de manera inversa, la rosca de la cánula y las tóricas se untan en grasa de cobre para evitar su gripaje.

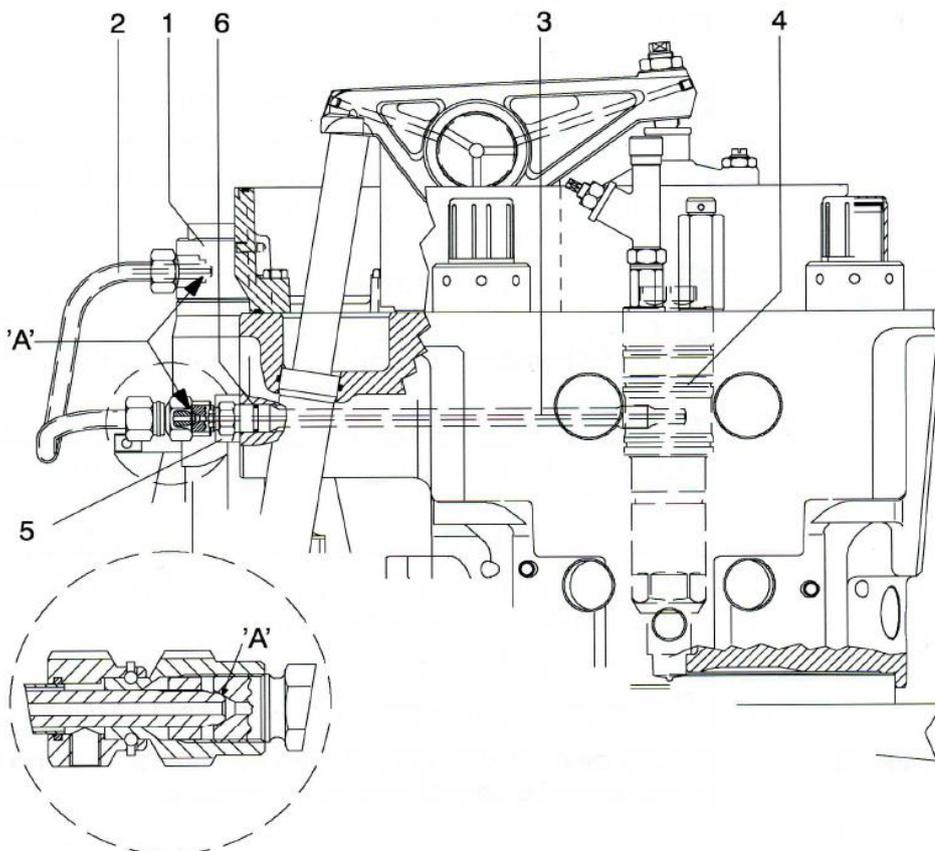


Ilustración 55. Esquema Inyector. Fuente: Manual de Wärtsilä

Tanto la cánula, el tubo de inyección y los tornillos que mantienen el inyector presionado contra la culata se le da un par de apriete con una llave dinamométrica este par de apriete se encuentra en el manual. (3)

1. Conexión Bomba de Inyección.
 2. Tubo de Inyección.
 3. Cánula.
 4. Inyector.
 5. Placa de Bloqueo.
 6. Junta Tórica de la Cánula.
- 'A'. Conos de Estanqueidad.

El Inyector retirado se repara para tenerlo de respeto en el barco, antes de su desarme hay que tener en cuenta:

1. Posibles depósitos en la tobera, esto puede indicar mal estado de la tobera o muelle roto.
2. Comprobar la pulverización del inyector.
3. Limpiar el porta-inyector, excepto la tobera, externamente con un cepillo de alambre de cobre y diésel.
4. Quitar el tapón de bloqueo de la parte superior (9) con la llave y medir la distancia 'B'.
5. Quitar el tapón de ajuste (10), pivote (11) tornillo guía (12), muelle (13) y disco de muelle (14).

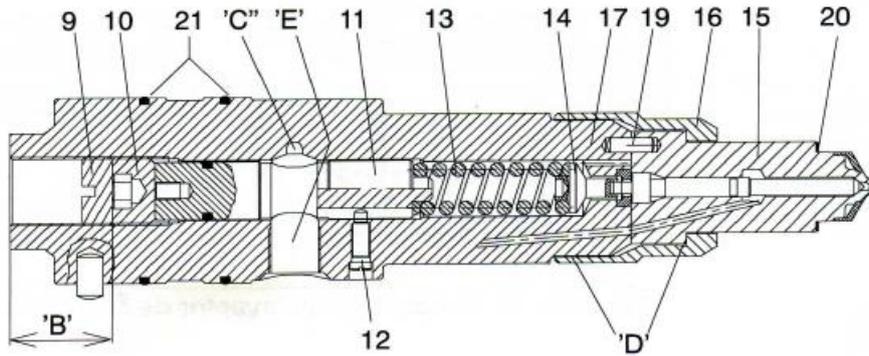


Ilustración 56. Inyector. Fuente: Manual de Wärtsilä

El inyector se coloca en el porta-inyectores que está en el banco de trabajo, y procederemos a soltar el porta-toberas, extraer la tobera muy cuidadosamente, esta tobera se sumerge en química para limpiar el carbón pegado o en gasoil limpio para que vaya aflojando. (3)

Realizamos unas comprobaciones:

1. La aguja se mueve libremente en todo su recorrido.
2. La aguja se mueve libremente dentro de la escala normal de elevación.
3. La aguja no se queda agarrotada.
4. La punta del inyector no presenta signos de cavitación.
5. Máxima elevación de la aguja, reemplazar la punta del inyector si la elevación está fuera de límite.
6. El canal de aceite para la refrigeración esta libre y limpio.

Las piezas se limpian en combustible limpio y muy cuidadosamente.

Realizamos unas comprobaciones:

1. La superficie de contacto entre inyector y porta-inyector estén limpias.
2. La superficie de contacto debe estar limpia y sin dañar.
3. El suministro de aceite para la refrigeración y los orificios de descarga están libres y limpios.
4. El drenaje para el vertido de combustible está libre y limpio.
5. El estado de los asientos de las juntas tóricas.
6. Comprobar el estado del muelle y disco de muelle.

El montaje se realiza empezando a colocar la tuerca de la camisa y apretar al par correcto utilizando la multiplicadora, hay que aplicar Molycote G en las superficies de contacto de la tuerca de camisa y el inyector y sobre la rosca.

A continuación, insertamos los discos de muelle, el muelle, el tornillo guía, el pivote y enroscar el tapón de ajuste a la distancia especificada y realizamos la comprobación en la máquina de pruebas. (3)

Para realizar la prueba colocamos el inyector en el soporte y conectamos los latiguillos de pruebas antes de apretarlo del todo bombeamos para purgarle el aire, aumentamos la presión de la bomba lentamente y observamos la presión del manómetro al comienzo de la pulverización.

Ajuste de la presión de apertura:

1. Soltar el tapón de bloqueo.
2. Realizar la prueba de presión.
3. Si es necesario ajustar la presión de apertura girando el tapón de ajuste.
4. Después de ajustar la presión de apertura, apretar el tapón de bloqueo al par correcto.

Comprobar la pulverización:

1. Para la proteger el manómetro cerrar la válvula.
2. Poner una hoja de papel seca debajo de la tobera y dar un bombeo rápido.
3. Comprobar la uniformidad de la pulverización, si la pulverización no es simétrica significa que hay impurezas obstruyendo los orificios de pulverización del inyector, repetimos la prueba después de limpiar.

Comprobar la estanqueidad del asiento de la aguja:

1. Aumentamos la presión hasta aproximadamente 20 bar por debajo de la presión de apertura del inyector.
2. Mantener la presión constante durante aproximadamente 10 segundos.
3. Comprobar la aparición de gotas de combustible en la punta del inyector.

Se acepta que la punta se presente ligeramente mojada, si aparecen gotas se procede a la limpieza interna de la punta del inyector o la reemplazamos.



Ilustración 57. Prueba de Inyección. Fuente: Trabajo de Campo

Periodo: Cada 4.000 mil horas de funcionamiento.

5.4.2 MM. AA

Estos son algunos de los mantenimientos preventivos que hemos realizado en los motores auxiliares.

- **Limpieza del Enfriador de Agua**

Este buque es propenso a la entrada de algas debido a la ruta que realiza, por eso en temporadas de algas es habitual realizar la limpieza del enfriador varias veces por semana.

El trabajo se realiza cerrando la entrada y salida de agua salada, quitamos las tapas de cada extremo del enfriador, con una espátula retiramos las algas que están por fuera de los tubos y mediante una pistola de aire comprimido soplamos todos los tubos dejando estos sin algas en su interior.

Colocamos las tapas de sus extremos y rellenamos el depósito de expansión con agua destilada si fuese necesario, arrancamos el motor y realizamos una vista visual para comprobar de que no existen posibles fugas.

Periodo: Por lo normal una vez cada 2 semanas, pero todo depende de la cantidad de algas que hay en el mar.

- **Cambio de Aceite y Filtros**

El cambio de aceite de los principales se realiza mediante la bomba de lodos, se quita la tapa y se introduce la manguera por esta manguera se extrae el aceite y se envía al tanque de lodos, también cambiamos los filtros de aceite.

El aceite que utiliza este motor es aceite 15W40 de la marca Cepsa y tiene una capacidad de 150 litros.



Ilustración 58. Cambio de Aceite. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 59. Filtro de Aceite del Motor Principal. Fuente: Trabajo de Campo

Este motor cuenta con 3 filtros de aceite de los cuales los de los extremos son los filtros de aceite que están en funcionamiento normalmente y el del centro es el filtro de by-pass, este es un filtro de seguridad en caso de que caiga la presión en los otros dos filtros.

Periodo: El cambio de aceite se realiza cada 360 horas de funcionamiento y el filtro de aceite cada 720 horas de funcionamiento.

- **Limpieza de Filtros Dúplex y Cambio de Filtros de Combustible**

Los filtros que utilizan este motor son de cartucho a diferencia de los filtros dúplex principales que son de malla metálica.

Los filtros se cambian mediante una llave de cinta, el filtro nuevo se llena de combustible y se ceba mediante la bomba manual para que arranque de forma normal y no de tirones, el filtro duples al igual que en los principales se limpia con gasoil y una brocha y después se soplan.



Ilustración 60. Filtros de Combustible del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo

Periodo: Se realizan cada 360 horas de funcionamiento o cuando cae la presión de combustible.

5.4.3 Depuradoras

- **Limpieza y Reemplazo de Juntas**

El trabajo más realizado en las depuradoras es la limpieza y cambio de juntas tóricas, estas juntas se suministran en kit, para el desmontaje de esta se utiliza el manual de desmontaje y herramientas especiales para tal fin.

Este trabajo se realiza con herramientas y útiles específicos para tal fin.



Ilustración 61. Útiles de la Depuradora. Trabajo de Campo

El trabajo se comienza tomando medidas de seguridad como quitar la alimentación de la depuradora y cerrar las válvulas de vapor del intercambiador de calor. (7)

Este mantenimiento se realiza ya que estas depuradoras tienden a fugar por las juntas, el mantenimiento se realiza desarmando el bolo de la depuradora por completo cambiando las tóricas y las juntas de teflón por juntas nuevas, los distintos componentes de la depuradora se limpian a conciencia y los platos se dejan en remojo en química ya que estos son los componentes que tienden a estar más sucios.

La depuradora hay que armarla correctamente ya que es una maquina muy peligrosa debido a la gran velocidad que coge el bolo entorno a unas 13.000 vueltas.



Ilustración 63. Desarme Depuradora. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 64. Desarme Depuradora. Fuente: Trabajo de Campo

Las juntas de las depuradoras hay que tratarla con cuidado y untar en vaselina a la hora del montaje para que selle más fácilmente.

El mantenimiento de la depuradora se compagina con el cambio de aceite de esta

Periodo: Cada dos meses

5.4.4 Compresores

- **Cambio de Aceite e Inspección de Esta**

Los compresores son equipos que constantemente están en funcionamiento y se le cambia el aceite con mucha rapidez, el aceite se extrae quitando el tapón de la parte inferior y la válvula atmosférica que tiene es su parte superior para que le entre aire y salga el aceite con facilidad, también se quita una tapa de registro que tiene en la parte frontal, para inspeccionar si hay mucha limalla, además también se suele pasar un imán por el aceite usado en busca de limalla, esta limalla nos indica como esta los cojines de aguja si la limalla fuera mucha y de tamaño grueso se plantearía el cambio de los cojinetes.



Ilustración 65. Cambio de Aceite Compresor. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 66. Inspección Carter compresor. Fuente: Trabajo de Campo

La sala de máquinas cuenta con dos compresores los cuales se van alternando su prioridad cada noche.

Periodo: 200 horas de funcionamiento.

5.4.5 Módulo de Combustible

- **Limpieza de Filtros del Módulo de Combustible**

La limpieza del módulo de combustible es fundamental para el correcto funcionamiento de las bombas, en primer lugar, paramos el módulo y a continuación cerramos las válvulas de entrada y salida después abrimos las tapas de los filtros de las bombas, estos filtros son de malla y se limpian soplándolos.

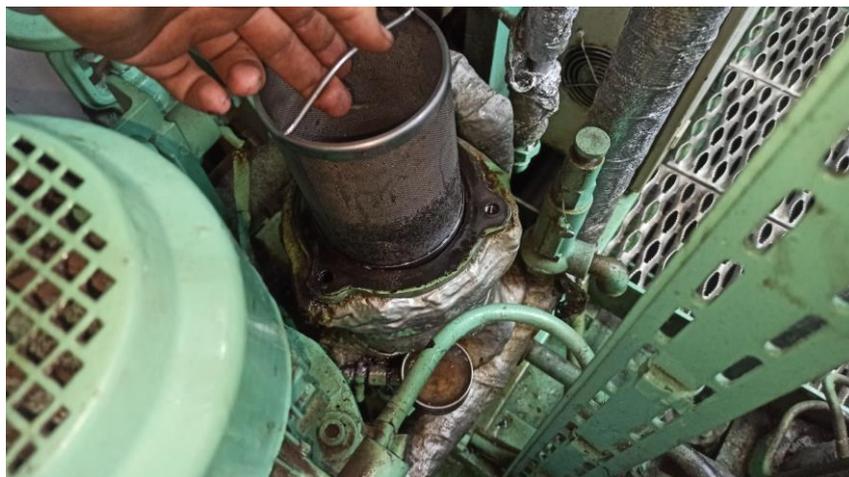


Ilustración 67. Filtros Módulo de Combustible. Fuente: Trabajo de Campo

El filtro automático emplea más trabajo, en primer lugar, cerramos las llaves de aire que accionan el actuador y desviamos la válvula de 3 vías y procedemos a soltar los tubos de conducto de aire y extraemos la tapa que contiene el actuador, sacamos el conjunto de discos filtrantes, se lleva el conjunto al banco de trabajo y se sujeta firmemente.

Lleva un tuerca que presiona el conjunto de discos, mediante un botador de bronce y el martillo aflojamos la tuerca y extraemos los discos, estos discos se dejan en remojo para luego ser filtrados, para más rapidez se usa un juego de discos de reemplazo ya limpios, se ponen esos discos la tuerca y se presiona esta con el botador y el martillo, se vuelve a introducir mecanismo filtrante con su vástago, hay que tener precaución a la hora de ponerla ya que se puede morder la membrana del actuador.



Ilustración 68. Filtro de Disparo Automático. Fuente: Trabajo de Campo

Se abren todas las válvulas de combustible, la válvula de 3 vías y las de aire, se arranca el módulo se reinicia la alarma y se inspeccionan de que no tenga perdidas y que las presiones son correctas.

Periodo: Cada 336 horas de funcionamiento o si hay caídas de presión en el módulo de combustible.

5.4.6 Caldera

- **Limpieza del Quemador e Inspección**

El quemador de la caldera frecuentemente tiende a generar carbonilla en la tobera, esto hace que muchas veces el combustible no se inyecte adecuadamente e incluso los electrodos generen el arco correcto, por lo cual se realiza un mantenimiento preventivo en el que se realiza la limpieza de las toberas los filtros y ajuste de las distancias de los electrodos. (2)

Estos se limpian dejándolos un par de minutos en remojo con gasoil, y luego frotándolo con un estropajo retirando así toda la carbonilla.



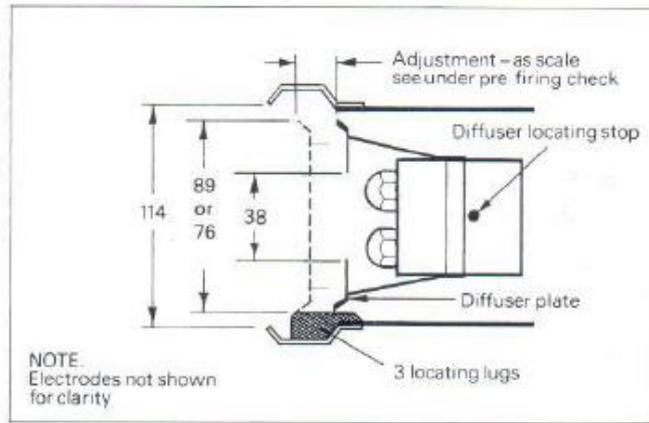
Ilustración 69. Limpieza del Quemador. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 70. Tobera y Filtro del Quemador. Fuente: Trabajo de Campo

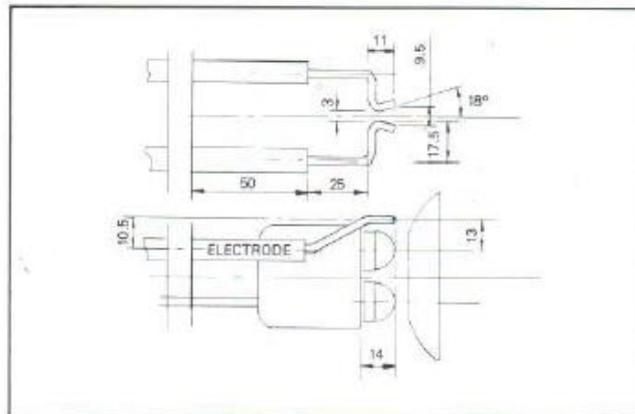
La tobera se inspecciona por si hay que sustituirla, pero siempre se prueba a limpiarla y soplarla.

Una vez limpio todos los componentes del quemador hay que mirar en el manual para colocar los electrodos y la chapa deflectora a la distancia que recomendada por el fabricante. (2)



Adjustable burner head arrangement.

Ilustración 71. Ajuste del Quemador. Fuente: Trabajo de Campo



Electrode setting.

Ilustración 72. Ajuste de los Electrodo. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 73. Quemador Limpio. Fuente: Trabajo de Campo

Periodo: Una vez al mes

5.4.7 Precalentadores

- **Limpieza de los Filtros de Vapor**

En los precalentadores del agua de refrigeración se realiza una limpieza de los filtros de las líneas de vapor esto contienen toda la suciedad que hay en la línea esta suciedad con los años cada vez tiende hacer mayor por lo que hay que realizar una limpieza cada vez más seguida, además cuando este no está en funcionamiento la condensación que se genera en la válvula hace que esta se oxide con rapidez y a la

hora de abrir la válvula esta suciedad se queda impregnada en el filtro limitando el paso de vapor.

Estos filtros se limpian soplándolos con aire comprimido.



Ilustración 74. Filtros Pre calentadores. Fuente: Trabajo de Campo

Periodo: Se limpian cada 2 meses.

5.4.8 Servo

- **Reapriete de las limeras**

El reapriete de las limeras del servo es un mantenimiento que se encuentra dentro de SIMAN. Estas limeras son prensa-estopa que hacen que el agua salada no pueda entrar al interior del buque mediante el vástago de la caña del timón, esta lleva un cordón cebado que es presionado por su parte superior, es fundamental la inspección de esta y el reapriete periódico.

El reapriete se realiza mediante el apriete de cuatros tuercas que presionan más el cordón cebado, estas tuercas cuentan con contratuerca por motivos de seguridad para que esta no se afloje por las vibraciones del barco.



Ilustración 75. Limera del Timón. Fuente: Trabajo de Campo

Periodo: Reapriete mensualmente.

5.5 TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

En este apartado veremos las pruebas más utilizadas para determinar el estado de por ejemplo la inspección visual de cabezas de bielas, las pruebas de mar mensuales, análisis de aguas de la sala de máquinas, análisis de aceites de los equipos, baterías de los equipos y botes.

5.5.1 Análisis de Aceite

El aceite se analiza para saber cómo se encuentra su estado y también determinar cómo está el estado de los equipos, y se es necesario su reemplazo, sangría o añadir aditivos.

Los parámetros están dentro de unos límites que ponen el fabricante de los equipos que utilicen este aceite.

Dentro de los resultados encontramos:

- Características Físico-Químicas: Estas analizan el contenido de agua en el aceite y la viscosidad de esta.
- Aditivación: Que son los compuestos que traen el aceite en su fórmula y miden las partes por millón de estos.
- Metales de desgaste y contaminación: Mide las partículas en partes por millón de metales que provienen de los mismos equipos, este parámetro te da una idea del desgaste que tiene.

Los análisis te muestras un diagnóstico de estado del aceite, es decir un veredicto de los resultados de la muestra del aceite.

- Te indica estado de la viscosidad del aceite analizado.
- La presencia de agua en el aceite.
- Te indica si los metales que contiene el aceite están dentro de los límites aceptables.

Por último, en el documento en su parte inferior se muestra las acciones preventivas a realizar según su diagnóstico.

Referencia

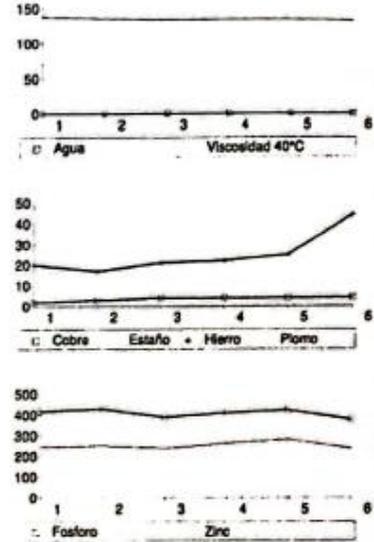
Cód. CEPSA Equipo 27 051827
 Denominación: REDUCTOR BR "REINTJES VA"
 Producto: MOBIL DTE 10 EXCEL 150
 Buque: VOLCAN DE TINDAYA

NAVIERA ARMAS S.A.

LAS PALMAS
 35008 - GRAN CANARIA - ISLAS CANARIAS

Muestras	Actual		Anteriores	
	NAVTIN-00066	NAVTIN-00051	NAVTIN-00033	NAVTIN-00021
Etiqueta	2201778	2120355	2101584	2008391
Nombre de la muestra	26/ 1/2022	29/ 9/2021	14/12/2020	13/ 3/2020
Fecha de toma	1/ 2/2022	10/11/2021	28/ 1/2021	22/ 5/2020
Fecha de recepción		80857	78494	76621
Horas/Km equipo			6778	
Horas/Km aceite				
Cambio	No	No	No	No
Refillado				
Ref. aceite	67470	67470	67470	67470
Tomada de	CIRCUITO	TEMA DE LUBR	CARTER	PURGA

Resultados					
- Características Físico-Químicas					
Contenido en Agua - % (m/m)	Karl Fischer	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Viscosidad 40°C - mm ² /s	ASTM D 445	132.621	133.602	133.640	133.552
- Aditivación					
Zinc - ppm WT	ICP	239	283	265	241
Boro - ppm WT	ICP	4	4	4	4
Bario - ppm WT	ICP	<1	<1	<1	<1
Calcio - ppm WT	ICP	408	460	427	409
Magnesio - ppm WT	ICP	26	25	27	24
Molibdeno - ppm WT	ICP	1	<1	<1	<1
Fósforo - ppm WT	ICP	378	423	411	389
- Metales de desgaste y contaminación					
Aluminio - ppm WT	ICP	<1	<1	<1	<1
Cobre - ppm WT	ICP	4	4	4	4
Cromo - ppm WT	ICP	1	<1	<1	<1
Hierro - ppm WT	ICP	44	25	22	21
Plomo - ppm WT	ICP	1	<1	<1	<1
Silicio - ppm WT	ICP	1	1	1	<1
Sodio - ppm WT	ICP	26	21	24	26
Níquel - ppm WT	ICP	1	<1	1	<1
Estaño - ppm WT	ICP	<1	<1	<1	<1
Plata - ppm WT	ICP	<1	<1	<1	<1
Vanadio - ppm WT	ICP	<1	<1	<1	<1



- Nivel Precaución (*) Nivel Alerta (**)

Diagnóstico

ACEITE: VISCOSIDAD ADECUADA DEL ACEITE ANALIZADO (GRADO ISO VG 150)
 NO EXISTE PRESENCIA DE AGUA.
 REDUCTOR: METALES DE DESGASTE DENTRO DE LÍMITES ACEPTABLES.

Fdo.: Arturo Arbe Fernández
 Fecha emisión: 02/02/2022

Acciones Preventivas

REALIZAR MANTENIMIENTO HABITUAL.
 CONTINUAR CON PROGRAMA DE SEGUIMIENTO ESTABLECIDO.

CEPSA COMERCIAL PETROLEO, S.A. - Departamento de Asistencia Técnica

- Los resultados y comentarios tienen carácter informativo. La validez de los datos está en función de la representatividad de la muestra.

Ilustración 76. Análisis de Aceite. Fuente: Trabajo de Campo

5.5.2 Comprobación de Baterías

La comprobación de baterías se realiza semanalmente, esta tarea se realiza por seguridad, garantiza que en caso de emergencia estos puedan responder correctamente, las baterías que se realizan esta comprobación son:

- **Bote de Rescate Rápido:** Tiene dos baterías en paralelo o individual que suministran 12v y estas arrancan el motor y el equipo del bote.
- **Bote de Rescate:** Tiene dos baterías en paralelo o individual que suministran 12v y estas arrancan el motor y el equipo del bote.
- **Motor de Emergencia:** tiene dos baterías en serie suministran 24v para arranque de este
- **Baterías de UPS Consola:** Tiene dos baterías en serie que suministran 24v para en caso de caídas de planta alimentar los equipos del control como los ordenadores y el NORIS.
- **Batería de Válvulas:** Son dos baterías en serie que suministran 24v para el accionamiento de electroválvulas en caso de caída de planta.
- **Batería Servicios Máquinas:** Son dos baterías en serie que suministra 24v para accionamientos a 24v.

La comprobación se realiza mediante un comprobador de baterías el cual te indica el voltaje y el porcentaje de carga, estos resultados se reúnen en una ficha y posteriormente se introducen en un archivo en el ordenador del control de la máquina y queda registrado.

En caso de que la prueba salga mal y según lo que nos indique el comprobador de baterías se toman acciones como la recarga para posteriormente volver a realizar la comprobación o el reemplazo de la batería si el comprobador indica que la batería está estropeada.



Ilustración 77. Comprobador de Baterías. Fuente: <http://www.jbmcamp.com>

Periodo: Cada semana, en este barco todos los domingos.

5.5.3 Análisis de Aguas

Una vez por semana se realizan los análisis de Aguas para ver si necesita química para corregir sus parámetros.

En el agua de refrigeración de motores principales y auxiliares se realizan pruebas de cloros, nitritos y pH. En el agua de las calderas se miden cloros, alcalinidad y pH. En el agua destilada se miden cloros y pH.

Para realizar la prueba de cloros se realiza introduciendo 50 ml del agua que se vaya a medir y a continuación se van echando pastillas específicas para la medición de cloros una a una y revolviendo con un palito hasta que el agua cambie a un tono marrón.

La fórmula que se calcula es esta: $(N^{\circ} \text{ de Pastillas} \times 20) - 20 = X \text{ ppm}$.

La medición de los nitritos se realiza cogiendo 5 ml de agua de refrigeración de los motores con una jeringuilla, esos 5 ml lo introducimos en una probeta y rellenamos hasta 50 ml con agua destilada, a continuación, introducimos 2 pastillas del bote de Nitritos n°1 y revolvemos, una vez bien revuelto vamos añadiendo pastillas una a una pero esta vez del bote de Nitritos n°2 hasta que cambie el color del agua a rosa.

La fórmula que se calcula es esta: $N^{\circ} \text{ de Pastillas} \times 180 = X \text{ ppm}$.

La alcalinidad se calcula llenando una probeta con 200 ml de agua de la caldera, posteriormente se añade una pastilla de alcalinidad y se agita la botella el agua debe de cambiar a un tono azulado, después se van añadiendo pastillas y agitando el bote hasta que el agua cambie a un tono de color amarillo.

La fórmula que se calcula es esta: $(N^{\circ} \text{ de Pastillas} \times 20) - 10 = X \text{ ppm}$



Ilustración 78. Análisis de Aguas. Fuente: Trabajo de Campo

PH: El pH mide la acidez relativa del agua, la cual es una propiedad muy importante para controlar la calidad de un agua, Agua con un pH bajo tiende a ser más corrosiva, mientras que el agua con un pH alto tiene una tendencia a formar depósitos de minerales (incrustaciones). Además, la mayoría de los tratamientos químicos están diseñados para trabajar en un determinado rango de pH.

Alcalinidad: Aguas con una baja alcalinidad tienden a ser más corrosivas, mientras que aguas con una alta alcalinidad tienen una gran tendencia a precipitar minerales. Rango de 100 a 300 ppm.

Nitritos: Estos proporcionan la mejor protección contra la corrosión disponible en sistemas cerrados, los niveles bajos de nitrito pueden provocar problemas de picaduras. Rango de 1000 a 2400 ppm.

Cloruros: Con este valor medimos la salubridad del agua, para determinar si es apta para utilizarla. Rango agua destilada 0 ppm, refrigeración hasta 60 ppm.

Para corregir valores bajos o altos de los distintos parámetros se utiliza determinadas químicas, de las cuales se calcula los litros que hay que añadir a cada sistema.

Rocor: Esta la utilizamos para elevar los nitritos en el agua de refrigeración de los motores principales y auxiliares.

Autotreat: Aumenta la alcalinidad en el agua de calderas.

Vaptreat: Es un antiespumante y reduce las incrustaciones del agua del evaporador.

Buque:	Volcan de Tindaya												MES:	FEB	AÑO:	
FECHA	CALDERA				MMPP				MOTORES AUXILIARES							
	Tk de condensado				Al ³ y BT ³				M.AUX.ER				M.AUX.BR			
	PH	CL	ALK	Dosis	PH	CL	NIT	Dosis	PH	CL	NIT	Dosis	PH	CL	NIT	Dosis
06/02/22	9,5	20	130		9,5	40	900	10l	9	20	1440		8,7	20	1440	
12/02/2022	9,5	20	90	1,5l	9	60	900	10l	9	20	1260		9	20	1080	
19/02/2022	9,5	0	130		9	40	720	15l	8,5	20	1080		9	20	1260	
06/02/2022: Se añaden 10l de rocor a los MMPP. 12/02/2022: Se añaden 10l de rocor a los MMPP y 1,5l de autotreat a la caldera.																
Rangos normales																
MM.AA	Cloruro max 50				Nitrito 1000 a 2400				PH 8,3 a 10				Sulfato 100 ppm			
MM.PP	Cloruro max 80				Nitrito 1000 a 2400				PH 8,3 a 10				Sulfato 150 ppm			
Caldera (Agua de caldera)					Alcalinidad 100 a 300 ppm				PH 9,5 a 11				Cloruro max 200 ppm			
Caldera (Agua de condensado)					Alcalinidad 100 a 300 ppm				PH 8,3 a 9				Cloruro max 200 ppm			
Química																
ROCOR NB	Aumento de los nitritos															
AUTOTREAT	Aumenta la alcalinidad y Elimina las incrustaciones															

Ilustración 79. Ficha Análisis de Aguas. Fuente: Trabajo de Campo

5.5.4 Pruebas de Mar

Las pruebas de mar se realizan una vez al mes y con ellas podemos determinar cómo se encuentra nuestro motor principal de manera general, dentro de la ficha de pruebas de mar se recoge los datos tomados.

Entre la prueba más característica de las pruebas de mar, es la medición de presiones máximas, esta prueba se realiza con un medidor de presiones máximas, que mide la presión máxima de combustión de cada cilindro,

Esta prueba se realiza enroscando la boquilla en la válvula de purga, previamente se realiza una purga de la válvula abriendo esta para que no introduzca

carbonilla en interior del aparato, causando posibles mediciones erróneas o estropeando este.



Ilustración 80. Medición de Presiones Máximas. Fuente: Trabajo de Campo

También se recoge en la ficha temperaturas de escape de cada cilindro, medición de cada cremallera de las bombas de inyección y el índice en el que está actuando el variador de velocidad.

Con los datos obtenidos se hace una pequeña comparación de esta manera, se hace la media de todas las presiones máximas de todos los cilindros de un motor y se le aplica entre un 5% a 10% de margen, es decir cada cilindro debe de tener no más de 10% de desviación entre cilindros. Esto también se realiza con las temperaturas de escape. (3)

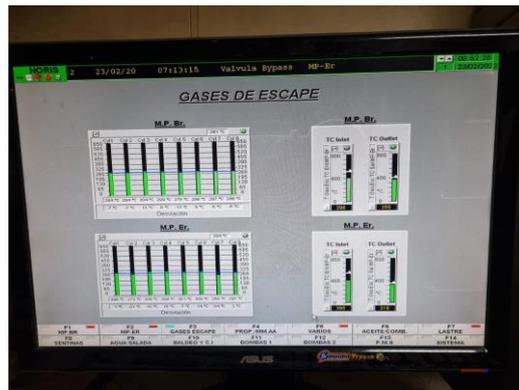


Ilustración 81. Temperatura de Gases de Escape. Fuente: Trabajo de Campo

Las cremalleras el fabricante indica que no debe de haber una desviación entre cremalleras de más de 1 mm.



Ilustración 82. Medición de Cremalleras. Fuente: Trabajo de Campo

Con esta prueba muchas veces se determina si es necesario el reemplazo de inyectores y bombas de inyección.

5.5.5 Inspección Visual MM. PP

Durante esta prueba se realizan varias inspecciones visuales, para realizar esta prueba es prudencial esperar 15 minutos según el manual para evitar posibles presiones que tenga en el interior del cárter, se extraen las tapas del cárter y se acopla el virador para poder girar el cigüeñal y comenzar a realizar las inspecciones tales como:

1. **Holgura de Cabeza de Bielas:** Esta inspección se realiza situando mediante el virador la cabeza de biela en frente de hueco de las tapas del cárter y se procede a mover la cabeza de biela lateralmente mediante dos palancas.
2. **Limalla en el Aceite:** Se pasa un imán por el aceite en busca de limalla para ver cómo es está, y si su tamaño es normal o por lo contrario es de un tamaño considerable.
3. **Inspección de las Camisas:** Se gira el cigüeñal mediante el virador hacia el punto muerto superior para ver las camisas en su parte inferior, se intenta buscar signos de desgaste extremo como puede ser rayaduras generadas por los aros.
4. **Detectar Fugas de Aguas de Refrigeración:** Para esta inspección se arranca la bomba eléctrica de agua de alta temperatura y se mira a ver si se ve goteo desde las camisas hacia el cárter.



Ilustración 83. Holgura de Cabezas de Bielas. Fuente: Trabajo de Campo

5.6 TRABAJOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

5.6.1 Enfriador de Aire del Motor Principal

El enfriador de aire se tuvo que quitar por varias roturas de los tornillos que lo sujetan estos fueron los 3 tornillos inferiores. Este trabajo se planeó con antelación e hizo falta varias juntas tóricas y silicona de estanqueidad para motores.

El enfriador nuevo se introdujo en el barco con varios días de antelación para facilitar la maniobra y que no se complique por la noche ya que el barco sale todos los días del año, el enfriador se metió por el local de estabilizadores mediante diferenciales de cadenas y fue llevado hasta las proximidades del motor principal mediante dos diferenciales de cadenas de la misma manera que vimos anteriormente con el trabajo del turbocompresor.



Ilustración 84. Enfriador Reparado. Fuente: Trabajo de Campo

Comenzamos con el desmontaje del enfriador y empezamos por vaciar el agua de refrigeración del motor, después sujetamos el enfriador con un diferencial y empezamos a retirar los tornillos que lo sujetan al bloque del motor, también hay que retirar las tapas de inspección ya que también tiene tornillos que lo sujetan por su interior.



Ilustración 85. Enfriador Retirado. Fuente: Trabajo de Campo

Una vez despegado el enfriador lo retiramos mediante los diferenciales y nos disponemos a quitar los conductos de sus extremos, esto lo realizamos en primer lugar retirando todos los tornillos de cabeza Allen y luego mediante un taco de teflón para no dañar el enfriador le damos unos martillazos en seco para despegarlo, estos conductos están pegados mediante una silicona resistente a la temperatura preparada para estas aplicaciones.

Por otro lado, y para no perder mucho tiempo otra parte del equipo se dispone a la extracción de los tornillos partidos mediante extractores específicos para esto.



Ilustración 86. Extractores de Tornillos. Fuente: <http://www.amazon.es>



Ilustración 87. Extracción de los Tornillos Partidos. Fuente: Trabajo de Campo

Realizamos la limpieza de los conductos mediante una espátula para retirar los trozos de juntas viejas, y ponemos la silicona nueva y atornillamos los conductos al enfriador que habíamos metido previamente.



Ilustración 88. Enfriador Reparado con sus Conductos. Fuentes: Trabajo de Campo

Y ya extraídos los tornillos partidos posicionamos el enfriador con sus respectivas juntas y lo aproximamos despacio y comenzamos a enroscar los tornillos, una vez atornillado llenamos el tanque de expansión con el agua destilada y purgamos el circuito, esto lo realizamos poniendo las bombas de alta y de baja temperatura y mediante una válvula en la parte superior purgamos el circuito, además realizamos una inspección visual para ver que no existan fugas de agua por las juntas del enfriador.

5.6.2 Overhauling del Motor Auxiliar de Estribor

Este overhauling se produjo por un consumo excesivo de aceite, la reparación se realizó junto a un mecánico de un taller de tierra.

En primer lugar, se quitaron los componentes auxiliares como las tapas del cárter, los tubos de inyección, los tubos de aceite, tapas de balancines y expansiones.



Ilustración 89. Desmontaje del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo

A continuación, extraemos los inyectores y las culatas, para poder sacar las culatas hay que quitar previamente los balancines, los pernos de las culatas se aflojan mediante una multiplicadora y los inyectores se extraen con el útil específico.



Ilustración 90. Desmontaje del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 91. Desmontaje del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo

Se gira el cigüeñal para que las cabezas de bielas cuadren los tornillos enfrentados con las tapas del cárter para poder aflojar estas, esos tornillos también los aflojamos con la multiplicadora.

Sacamos los pistones y realizamos una inspección visual a los aros, camisas y los cojinetes de bielas, durante esa inspección observamos que las camisas están muy pulidas y además en el cojinete de biela número uno está muy rayado, con respecto a los aros ninguno estaba partido.



Ilustración 92. Desmontaje del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo



Ilustración 93. Desmontaje del Motor Auxiliar. Fuente: Trabajo de Campo

Como las camisas tenían bastante desgaste se sacaron también para ser reemplazadas, esta las extraemos con un extractor de camisas este útil es una herramienta propia de este motor.

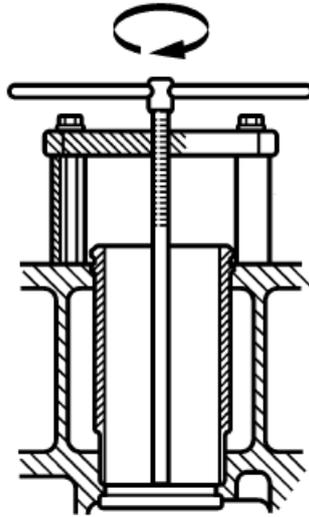


Ilustración 94. Extracción de las Camisas. Fuente: Manual del Motor Auxiliar

Una vez todas las piezas extraídas se comienza con la limpieza de las culatas con gasoil, y de todas las piezas que tengan restos de juntas o estén muy sucias.

Las camisas fueron nuevas, estas se colocan con sus respectivas tóricas y las galgas para ajustar la altura de esta, esa altura se mide mediante un reloj comparador, y esta maniobra se realiza con cada una de las camisas.

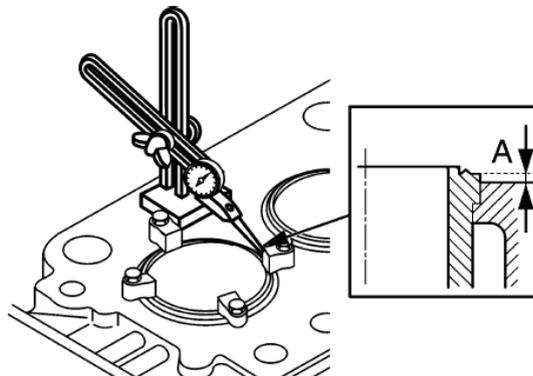


Ilustración 95. Medición Altura de las Camisas. Fuente: Manual del Motor Auxiliar

Los pistones son los mismos previamente descarbonizados y los aros son nuevos, para introducir los pistones se utiliza un zuncho, este es un útil para comprimir los aros y poder introducir el pistón dentro de la camisa.

Los cojinetes de cabeza de bielas también fueron reemplazados por cojinetes de medida estándar, la biela se va aproximando con cuidado para no rallar el cigüeñal y se atornilla con su respectivo par correspondiente que encontramos en el manual del motor.



Ilustración 96. Cojinete de Biela Dañado. Fuente: Trabajo de Campo

Cuando ya están todos los pistones colocados se sitúan todas las juntas de culatas y las culatas, y se aproximan los pernos, estos se aprietan con el par correspondiente.

- **Pernos de Culata:** 539 Nm

A continuación, se ponen los balancines, inyectoros, colectores, expansiones de escape, tubos de inyección y de aceite y se cierran las tapas del cárter.

Una vez colocados todos los componentes se realiza el reglaje de válvulas y también se cambian el aceite y filtros de aceite y combustible.

-
- **Holgura Válvula de Escape:** 0,80 mm
 - **Holgura Válvula de Admisión:** 0,60 mm

Los racores de inyección no se aprietan del todo para darle un par de giros y purgarlos, una vez realizado se aprietan al par correspondiente y se arranca para darle rodaje y ver como ha quedado la reparación

5.7 SEGURIDAD EN EL TRABAJO A BORDO

Es muy importante tomar medidas de seguridad a la hora de trabajar y más cuando trabajamos en una sala de máquinas donde existen variedad de ambientes perjudiciales para la salud como:

1. Ruido
2. Superficies y Fluidos Calientes
3. Caídas a Distinto Nivel
4. Productos Químicos
5. Maquinaria en Movimiento
6. Riesgo Eléctrico
7. Gases Tóxicos

Dentro de la sala de máquinas hay que utilizar EPIs obligatoriamente como:

1. Protección Auditiva
2. Casco de Protección
3. Protección de Manos
4. Protección de la Vista

5. Calzado de Seguridad

Además, dentro de cada trabajo se requiere de protección específica para tal fin como:

1. Guantes Aislados para Trabajos Eléctricos.
2. Arnés de Seguridad para Trabajos en Altura.
3. Guantes Específicos para Determinados Productos Químicos
4. Guantes para Trabajos de Temperatura.

5. Equipos de Respiración Autónoma para la Entrada de Tanques
6. Mascarilla para la Utilización de Productos Químicos
7. Mandil, Careta y Guantes para Trabajos de Soldadura

En los manuales de mantenimiento y reparación de los distintos equipos hay un apartado donde explican medidas de protección a tener en cuenta y equipos de protección que hay que utilizar, por ejemplo, en el manual de la depuradora (7)

Consignas de seguridad

Para mayor seguridad:



Seguir estrictamente las instrucciones resaltadas mediante este aviso.

De esta forma se evitan desperfectos de la instalación o la destrucción de la misma.



Proceder con suma precaución en los trabajos resaltados mediante este aviso

De lo contrario se corre peligro mortal.

Respetar las normas para la prevención de accidentes

Para la operación de la instalación serán válidas siempre las normativas locales de seguridad y prevención de accidentes.

Manual de instrucciones

Proceder únicamente según el presente manual.

La explotación de la instalación deberá limitarse exclusivamente a los datos de proceso y de servicio convenidos.

Efectuar el mantenimiento según las especificaciones

Atenerse a las instrucciones contenidas en los manuales de la instalación.

Someter la instalación a controles técnicos de seguridad

Según se describe en los capítulos "Seguridad" y "Mantenimiento" del presente manual.

Responsabilidad del propietario por el funcionamiento de la instalación.

Independientemente de los plazos y prestaciones de garantía existentes, el propietario de la instalación, o quien la explote, se harán responsables del funcionamiento de la misma en aquellos casos en que personas ajenas al servicio técnico de Westfalia Separator lleven a cabo incorrectamente el mantenimiento preventivo o correctivo o cuando la instalación no se utilice de acuerdo con las disposiciones convenidas.

Westfalia Separator no se responsabilizará de los daños que resulten de no tener en cuenta las recomendaciones precedentes. Dichas recomendaciones no amplían las condiciones de garantía y responsabilidad objeto de las condiciones de venta y suministro de Westfalia Separator.

Ilustración 97. Medidas de Seguridad de la Depuradora. Fuente: Manual de la Depuradora

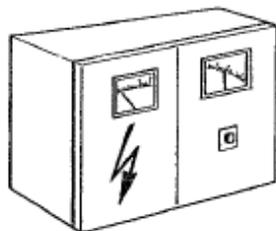
Consignas de seguridad



La instalación funcionará con absoluta seguridad siempre y cuando se sigan exactamente las instrucciones del presente manual referentes a su manejo y mantenimiento técnico.

Recomendamos hacer revisar periódicamente la instalación por nuestro personal de servicio técnico. Estas inspecciones contribuyen a conservar la seguridad operacional y evitan inesperadas interrupciones del servicio.

El cliente sólo podrá ejecutar los trabajos de mantenimiento preventivo y de mantenimiento correctivo en la medida indicada en el presente manual.

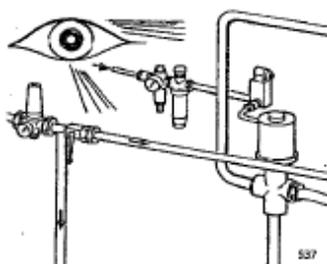


532

Instalación eléctrica

Para las instalaciones y componentes eléctricos, atenerse a las prescripciones locales para la prevención de accidentes.

La frecuencia y el voltaje de la corriente tienen que coincidir con las especificaciones de la máquina.



537

Antes del arranque

Comprobar que las líneas de producto están listas para el servicio.

Reemplazar las piezas defectuosas por otras en perfecto estado.

Verificar regularmente el envejecimiento de los tubos flexibles.



518

Operación

Detener inmediatamente la instalación cuando se presenten ruidos o vibraciones anormales.

Ilustración 98. Medidas de Seguridad de la Depuradora. Fuente: Manual de la Depuradora



S 13

Producto

Al procesar productos susceptibles de producir lesiones, cumplir las respectivas normas de seguridad.

- Respetar la ficha de datos del producto para la seguridad.
- Usar ropa protectora.



S 14

Servicio a altas temperaturas

Los componentes de la instalación que entran en contacto con el producto alcanzan temperaturas superiores a los 80°C, por ejemplo:

- tuberías y mangueras
- capó de la centrifuga



S 15

Mantenimiento preventivo y correctivo

Desconectar la tensión, mediante el interruptor principal, de todos los componentes eléctricos.

- Asegurar la instalación con un dispositivo que pueda cerrarse con llave, a fin de evitar que sea reconectada involuntariamente.

Ilustración 99. Medidas de Seguridad de la Depuradora. Fuente: Manual de la Depuradora

VI. CONCLUSIONES

6.1 CONCLUSIONES

Estas son las conclusiones tomadas durante la elaboración del trabajo:

- Es fundamental realizar un mantenimiento preventivo para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y alargar la vida útil de estos lo máximo posible, a priori parece que un mantenimiento preventivo en carecer los gastos en materiales como por ejemplo en aceite, filtros y repuestos, pero estos gastos no son nada comparados con la de realizar un trabajo correctivo que podría suponer incluso en casos extremos la parada del buque dejando una ruta comercial tan importante si unos de sus pilares fuertes del transporte como es el Volcán de Tindaya.
- Durante este periodo de embarque he podido comprobar de primera mano que es fundamental realizar un mantenimiento eso es indudable, pero también es indudable que estar atentos de manera visual a posibles pérdidas ya sean de aceite, combustible, aire o agua es fundamental, por eso tener buenas prácticas a la hora de realizar las rondas de inspección en la sala de máquinas es imprescindible, también hacerse a los ruidos y olores comunes, hacen que rápidamente encuentres anomalías de funcionamientos de los equipos si esos cambian.

- Tener una plataforma como el SIMAN facilita muchísimo la organización de los trabajos ya que es una agenda de los trabajos a realizar, también tiene la opción de poder incluir trabajos nuevos, que con el tiempo y la experiencia descubres que le hacen bien al equipo para un buen funcionamiento.
- También he descubierto durante este periodo de embarque el desempeño de las pruebas predictivas las cuales son necesarias para determinar posibles causantes de los problemas de funcionamiento eso ligado a la experiencia de los jefes y oficiales que llevan muchos años en el sector, me han transmitido sus experiencias, la cual es determinantes para una buena interpretación de las pruebas.
- Durante este periodo también he podido tener la oportunidad de realizar varios mantenimientos correctivos como la reparación de unos de los motores auxiliares, esta reparación se diagnosticó por el alto consumo de aceite que tenía el motor, tuve la gran oportunidad de realizar la reparación junto a un mecánico de tierra que me aportó muchos conocimientos y con una manera de trabajar ordenada y limpia, el causante del problema fue un bruñido muy superficial de los cilindros de esta manera el aceite se quemaba durante la combustión.

-
- Durante el trabajo correctivo del enfriador el cual tiende a partir los tornillos y bajo mi punto de vista he llegado a la conclusión de que este problema se podría evitar si el enfriador tuviera unos pines que mantuvieran el peso del enfriador y los tornillos no se encargaran de esta labor, si no solo de presionar el enfriador sobre la junta para generar la estanqueidad, que los tornillos tenga la función de mantener el peso del enfriador y presionar este sobre la junta sumado a las vibraciones del motor hacen que el material de los tornillos se fatiguen y partan con mucha rapidez, generando pérdidas de agua de refrigeración.
 - La realización de todos estos trabajos me ha resultado fundamental para el aprendizaje además el estudio de los manuales de los equipos es de vital importancia para comprender como funciona en profundidad y ver cada una de sus partes.

He de decir que en el buque Volcán de Tindaya se realiza un mantenimiento exhaustivo en parte debido a que realiza una ruta de vital importancia en el transporte comercial entre la isla de Lanzarote y Fuerteventura, y no se pueden permitir que el barco no salga, además he podido comprobar de primera mano la exigencia de los trabajos que se realizan, en los cuales prima que se realice el trabajo de manera correcta como indica el fabricante y con el orden y la limpieza.

Para mí ha sido un verdadero gusto pertenecer a la tripulación de máquinas del Volcán de Tindaya, donde he adquirido los conocimientos que serán fundamentales para mi futuro.

6.2 CONCLUSIONS

These are the conclusions taken during the elaboration of the work:

- It is essential to carry out preventive maintenance to guarantee the correct operation of the equipment and extend its useful life as much as possible. At first glance, it seems that preventive maintenance lacks the cost of materials such as oil, filters and spare parts, but These expenses are nothing compared to carrying out corrective work that could even in extreme cases involve the stoppage of the ship, leaving behind such an important trade route if one of its strong transport pillars is the Tindaya Volcano.
- During this shipping period I have been able to verify first-hand that it is essential to carry out maintenance, that is unquestionable, but it is also unquestionable that being visually attentive to possible leaks, whether oil, fuel, air or water, is essential, for this reason having good practices when carrying out inspection rounds in the engine room is essential, as well as dealing with common noises and odors, they make it possible to quickly find anomalies in the operation of the equipment if they change.
- Having a platform like SIMAN greatly facilitates the organization of the work since it is an agenda of the work to be carried out, it also has the option of being able to include new works, which with time and experience you discover are good for the team to good performance.

-
- I have also discovered during this shipment period the performance of the predictive tests which are necessary to determine possible causes of the operating problems, linked to the experience of the chiefs and officers who have been in the sector for many years, they have transmitted their experiences, which is decisive for a good interpretation of the tests.
 - During this period I have also had the opportunity to carry out various corrective maintenance such as the repair of one of the auxiliary engines, this repair was diagnosed due to the high oil consumption of the engine, I had the great opportunity to carry out the repair together with a ground mechanic who provided me with a lot of knowledge and with a neat and clean way of working, the cause of the problem was a very superficial burnishing of the cylinders in this way the oil burned during combustion.
 - During the corrective work of the cooler which tends to break the screws and from my point of view I have come to the conclusion that this problem could be avoided if the cooler had some pins that maintain the weight of the cooler and the screws were not in charge of this work, if not only of pressing the cooler on the joint to generate sealing, that the screws have the function of maintaining the weight of the cooler and pressing it on the joint added to the vibrations of the engine make the material of the screws become fatigued and split very quickly, generating losses of cooling water.

Carrying out all this work has been essential for me to learn. In addition, the study of the equipment manuals is of vital importance to understand how it works in depth and to see each of its parts.

I have to say that exhaustive maintenance is carried out on the ship Volcán de Tindaya in part because it carries out a route of vital importance in commercial transport between the island of Lanzarote and Fuerteventura, and they cannot allow the ship not to leave, in addition I have been able to verify first-hand the demands of the work that is carried out, in which the priority is that the work be carried out correctly as indicated by the manufacturer and with order and cleanliness.

For me it has been a real pleasure to belong to the Tindaya Volcano machine crew, where I have acquired the knowledge that will be fundamental for my future.

VII. BIBLIOGRAFÍA

7.1 BIBLIOGRAFÍA

1. **Armas, Naviera.** [En línea] <https://www.navieraarmas.com/es/sobre-nosotros/historia>.
2. **GTM, GARIONI NAVAL.** *Manual de la Caldera.*
3. **8L26, Manual Wärtsilä.** *Manual Motor Principal.*
4. **SH74, Manual Guascor Modelo.** *Manual Motor de Emergencia .*
5. **Ingeniero Marino.** [En línea] <https://ingenieromarino.com/tipos-de-mantenimiento-a-implantar-en-un-buque/>.
6. **Visatrón, Manual.** *Manual Detector de Niebla.*
7. **OSD-6-91-067, Manual Westfalia Separator.** *Manual Depuradora.*

Permiso de divulgación del Trabajo Final de Grado

El alumno **Adonay Delgado Reyes**, autor del trabajo final de Grado titulado **“TRABAJOS REALIZADOS EN LAS GUARDIAS NOCTURNAS DEL BUQUE VOLCÁN DE TINDAYA”**, y tutorizado por el/los profesor/es **M^a del Cristo Adrián de Ganzo**, a través del acto de presentación de este documento de forma oficial para su evaluación (registro en la plataforma de TFG), manifiesta que **PERMITE** la divulgación de este trabajo, una vez sea evaluado, y siempre con el consentimiento de su/s tutor/es, por parte de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, del Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna, para que pueda ser consultado y referenciado por cualquier persona que así lo estime oportuno en un futuro.

Esta divulgación será realizada siempre que ambos, alumno y tutor/es del Trabajo Final de Grado, den su aprobación. Esta hoja supone el consentimiento por parte del alumno, mientras que el profesor, si así lo desea, lo hará constar en futuras reuniones, una vez finalizado el proceso de evaluación del mismo.

Nota: Este documento será obligatorio presentarlo como última hoja del documento final del TFG.
