



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar**

**SUPERVISIÓN DE LA RECUPERACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL BUQUE  
DE INVESTIGACIÓN "ORIÓN" DE LA ARMADA DEL ECUADOR**

**TESIS DE GRADO**

**Previa obtención del Título de**

**INGENIERO NAVAL**

**Presentado por:**

**Carlos Jacinto Burgos Sabando**

**Guayaquil – Ecuador**

**2008**

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ph. D. José Marín López compañero y amigo por brindarme su valiosa guía durante el desarrollo de este trabajo.

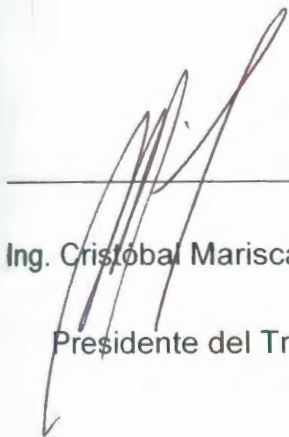
A su esposa así mismo por los consejos para que me esforzara y pueda realizar la tesis con quien tuve el honor de ser su compañero de clases, y a los que de una u otra forma ayudaron en mi formación académica.

## DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la oportunidad de conocerlo y recibir la bendición de utilizar todos mis conocimientos en el desarrollo de este trabajo.

A mi esposa, hijos, nietos y familia con quienes a pesar de las dificultades que hemos pasado, los amo y respeto mucho. De manera especial a mi madre Oli por ser mi apoyo incondicional, por su infinito amor y comprensión. A mi hermano Edison Burgos por la colaboración brindada.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



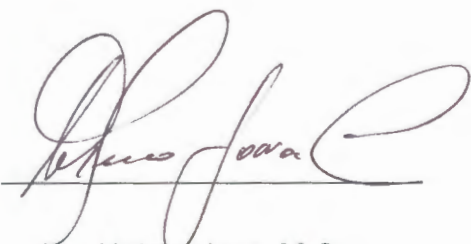
---

Ing. Cristóbal Mariscal, M.Sc.  
Presidente del Tribunal



---

Ing. José R. Marín López, Ph. D.  
Director de tesis



---

Ing. Wilmo Jara, M.Sc.  
Miembro Principal

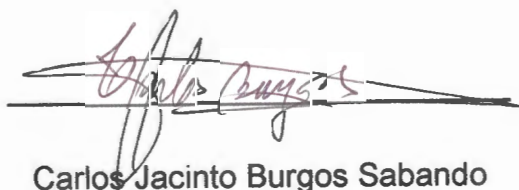
---

Ing. Patrick Townsend  
Miembro Principal

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente a su autor, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado corresponderá a la "ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)



Carlos Jacinto Burgos Sabando

## RESUMEN

Se resumen los procedimientos para la ejecución de los trabajos para la reparación integral del BAE Orión de la Armada del Ecuador, y se espera que sirvan como referencia para reparar embarcaciones similares. Se empieza con la descripción de la distribución del buque. Se realiza luego la identificación de las áreas que presentaban desgaste excesivo del material por corrosión, para lo cual se utilizó un equipo de medición no destructivo, respondiendo a un plan de mediciones.

Los generadores y moto propulsores originales, fueron renovados por equipos modernos de similares características; siendo las dimensiones de los nuevos equipos diferentes de las originales, se tuvo que modificar las bases y los circuitos de combustible, aceite, gases de escape y enfriamiento. Se dio mantenimiento a las líneas de propulsión, innovándose la recuperación de los bocines utilizando material Tordon. Se describe la instalación de un acople flexible entre la línea de ejes y el moto propulsor, para absorber las vibraciones del sistema.

La instalación de nuevos equipos de operación e investigación requirió modificaciones de las bases e instalación de las diferentes antenas en el mástil y en la cubierta del buque; se describen en este trabajo los detalles estructurales de las bases de las antenas. La construcción de

las bases debió planificarse considerando la sujeción a los elementos estructurales principales del buque, y la presencia de compartimentos adyacentes.

Se realizaron modificaciones en los circuitos del buque, además de que se mejoraron en su diseño. Se instalaron múltiples ("manifolds") con el objeto de centralizar las maniobras en casos de emergencia, en todas las líneas de los diferentes circuitos, y, se instalaron pasos estancos de mamparos y cubiertas. Se instalaron Eductores, de fabricación nacional, para evitar el daño en los impulsores de las bombas del sistema de achique, y se cambiaron las uniones tipo Tee, por las de tipo Yee, para evitar que el flujo de un ramal bloquee el otro.

Los pescantes, winches y el sistema hidráulico, recibieron mantenimiento, presentándose detalles de la sujeción a cubierta, que permite el giro, de un pescante. Se retiró la pluma original y se instaló una nueva grúa con su propia central hidráulica. Se describe el cambio de la planta de acondicionamiento de aire y de las plantas frigoríficas y el reacondicionamiento de las cámaras.

**INDICE GENERAL**

<b>Ítem</b>	<b>Pág.</b>
Resumen	I
Indice general	III
Indice de figuras	V
Indice de tablas	VII
Indice de fotos	VIII
Abreviaturas y símbolos	X
Introducción	XI
Capitulo 1. Identificación y elaboración del plan de cambio del planchaje	1
1.1 Descripción del buque	1
1.2 Medición de espesores en el casco, cubiertas, mamparos y estructurales	10
1.3 Desarrollo del plan de cambio del planchaje	13
Capitulo 2. Instalación de generadores y moto propulsores	22
2.1 Construcción de bases para generadores y moto propulsores	22
2.2 Reparación de las líneas de propulsión	34
2.3 Instalación de acoples flexibles	39
Capitulo 3. Instalación de equipos de investigación y operaciones	43
3.1 Descripción de los equipos instalados	43



3.2 Montaje de antenas	51
3.3 Construcción de bases de los equipos electrónicos	54
Capítulo 4. Instalación y adaptación de sistemas auxiliares, equipos de cubierta y habitabilidad	56
4.1 Montaje de bombas, equipos y tuberías de circuitos Contra incendio, achique, agua dulce y aguas negras	56
4.2 Reparación de pescantes y sistema hidráulico	73
4.3 Instalación de grúa	77
4.4 Montaje de planta de acondicionamiento de aire y frigoríficos	82
Conclusiones y Recomendaciones	88
Anexo A. Descripción de pernos gatos para alineamiento	91
Anexo B. Descripción del eductor	92
Bibliografía	93

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pag.</b>
1	Líneas de formas del BAE Orión	3
2	Curvas hidrostáticas originales	4
3	Vista en perfil y planta del buque Orión	7
4	Vista en planta del buque Orión	9
5	Resumen de las mediciones de espesores, en el planchaje	11
6	Cambio de planchaje en cubiertas y mamparos	15
7	Cambio de planchaje en cubierta superior	16
8	Cambio de planchaje en diferentes áreas	17
9	Zonas del planchaje del casco cambiadas	18
10a	Bases de grupos electrógenos cuaderna 45	26
10b	Vista en planta bases de grupos electrógenos	27
11	Diagramas de moto-propulsores	30
12	Línea de propulsión original	35
13	Acople flexible modelo 560	40
14	Sistema de propulsión actual	41
15	Circuito contra incendio	60
16	Circuito de achique del buque	63
17	Circuito de agua dulce	67

18	Mecanismo de giro de pescante	74
19	Plano de la grúa instalada en el Orión	79
20	Central hidráulica instalada en el cervo	81

## INDICE DE TABLAS

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pag.</b>
1	Dimensiones principales del BAE Orión	2
2	Recomendaciones del ABS sobre desgastes aceptables	12
3	Pesos de planchaje cambiado del casco	20
4	Características de los grupos electrógenos	23
5	Características de moto propulsores originales	29
6	Características de moto propulsores actuales y hélices	29
7	Velocidades del buque con desplazamiento de 1475 tons.	33
8a	Claros de línea de Bb.	36
8b	Claros de línea de Eb.	36
9a	Claros finales de línea de Bb.	38
9b	Claros de línea de Eb.	38
10	Dimensiones del acople flexible	30
11	Tolerancias de alineamiento del acople flexible	42
12	Antenas instaladas en el BAE Orión	51
13	Ubicación de estaciones contra incendio	57
14	Características técnicas de la grúa	77

## INDICE DE FOTOS

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pag.</b>
1	Red de arrastre	6
2	Roseta de muestreo	6
3	Equipo de medición de espesores	10
4	Estado inicial del costado del buque	13
5	Proceso del cambio del planchaje	14
6	Remate final de soldadura en el planchaje	14
7	Sistema de gases de escape	24
8	Grupo electrógeno	25
9	Equipos y circuitos de grupos electrógenos	28
10	Instalación de moto propulsores	32
11	Instalación de equipo de enfriamiento de motores	32
12	Estado inicial de hélices y timones	37
13	Instalación del acople flexible	42
14	Prueba de red de arrastre después de reparación	46
15	Consola de mando en puente	50
16	Radares instalados en el puente de gobierno	50
17	Distribución de antenas en el magistral	52
18	Antena del inmarsat	52
19	Antenas montadas en el mástil	53
20	Sistema GMDSS	55
21	Montaje de bombas en sala de máquinas	62

22	Tanques de presión para agua dulce fría	68
23	Manifold del sistema de agua dulce	68
24	Tanque de presión para agua caliente	68
25	Conexión tipo Y	72
26	Tanque de presión para agua salada	72
27	Marco en A del costado de Bb.	75
28	Winche para maniobra con marco en A de popa	76
29	Montaje de grúa	78
30	Base de la grúa montada en cubierta de popa	80
31	Planta de acondicionamiento de aire	84
32	Plantas frigoríficas	87
33	Cámaras frigoríficas	87
34	Pernos gatos para alineamiento	91
35	Eductor del sistema de achique	92

**ABREVIATURAS Y SIMBOLOS**

ABS	American Bureau of Shipping
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
Bb.	Babor
Eb	Estribor
m	metro
mm	milímetro
Kg	kilogramo
Kw	Kilowatios
Ref.	referencia
RPM	revoluciones por minuto
V	voltios
Tons.	Toneladas
Cl.	contra incendio
Gals.	Galones
Seg.	Segundos
SCH	cedula
Psi.	Libras por pulgadas cuadradas
Gpd.	Galones por día

## INTRODUCCION

Tomando en cuenta que el buque Orión fue construido en el año de 1981, luego de su inspección se encontró: deterioro del planchaje del casco, cubierta, mamparos y estructurales, los Generadores y Moto propulsores, ya habían cumplido su ciclo de vida útil (24 años de operación). Además la velocidad máxima que alcanzaba el buque era de 4 nudos, los equipos electrónicos no cumplían con los objetivos de la época, y, finalmente los sistemas auxiliares y la habitabilidad estaban deteriorados. Por todo ello se decidió someterlo a una reparación integral.

El Presupuesto para la Recuperación del Orión se presentó en enero del 2006 el mismo que fue de 4.97 millones de dólares. La tubería que se encontraba en áreas ocultas por la habitabilidad, no se pudo inspeccionar, por lo tanto no se incluyó su costo. En el año 2006 el mando de la Armada asignó solamente el 28% del valor del presupuesto y a mediados del año 2007 se autorizó el restante 72%, lo que influyó en la adquisición de los diferentes equipos para la terminación del buque. Adicionalmente en mayo del 2007 se pidió realizar un estudio para implementar una cubierta de vuelo, debido a lo cual el presupuesto se incrementó, atrasando de esta manera, la entrega de la unidad. Estos fueron algunos limitantes encontrados en el desarrollo del proyecto.



**OBJETIVO GENERAL:** Reportar los trabajos para la recuperación y modernización integral del BAE "Orión" de la Armada del Ecuador.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Identificar y elaborar el plan de cambio del planchaje del casco, cubiertas, mamparos, y estructurales.

Instalar los nuevos Generadores y Moto propulsores, y, reparar las líneas de propulsión.

Instalar los Equipos electrónicos de investigación Hidro – Oceanográfica.

Instalar y adaptar todos los sistemas auxiliares, equipos de cubierta principal y habitabilidad.

**BENEFICIOS:** Este informe muestra a las autoridades y al país, en el caso del BAE "Orión", que existe la capacidad para la ejecución de modernización de buques, utilizando mano de obra ecuatoriana, y evitando de esta forma la salida de divisas. Estos trabajos realizados en la reparación del buque contribuirán al desarrollo marítimo del País, fortaleciendo la investigación científica marina, colaborando con el primer nivel de seguridad de la navegación, acorde a la normativa internacional. La modernización del sistema de señalización, además permitirá la actualización de la cartografía náutica e investigación científica, fluvial y de la Antártica.

## CAPITULO 1

### IDENTIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE CAMBIO DEL PLANCHAJE

#### 1.1 Descripción del buque.

**Construcción del buque:** El buque de investigación oceanográfica Orión es el único en su género en el país; fue diseñado y construido en los astilleros de ISHIKAWAJIMA HARIMA COMPANY del Japón y fue incorporado a la Armada del Ecuador en 1981. Estaba dotado a esa fecha con modernos equipos para la navegación e investigación en el mar ecuatoriano. Ha realizado tres campañas Antárticas contribuyendo para que el país sea considerado como miembro consultivo de Tratado Antártico. La realización de 110 cruceros de investigación, empleando más de 40.000 horas de operación, recorriendo más de 210.000 millas durante estos 24 años, ha permitido posicionar favorablemente la

imagen del Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, y ha contribuido al conocimiento y ejercicio de la soberanía marítima nacional.

**Dimensiones principales:** Las dimensiones principales del buque se presentan en la tabla 1:

<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>MEDIDAS</b>
Eslora total	70.20 m.
Eslora entre perpendiculares	64.20 m.
Manga moldeada	10.70 m.
Puntal moldeado	05.40 m.
Calado ligero	03.78 m.
Desplazamiento ligero	1461.11 tons.
Calado total	04.35 m.
Desplazamiento total	1793.59 tons.
Velocidad	12.00 nudos.

TABLA 1.- Dimensiones principales del BAE Orión.

**Líneas de Formas y Curvas Hidrostáticas del buque:** A continuación se presenta el plano de Líneas de Formas de la embarcación, figura 1.

Tiene pantoque redondo, con astilla muerta y sin bulbo de proa.

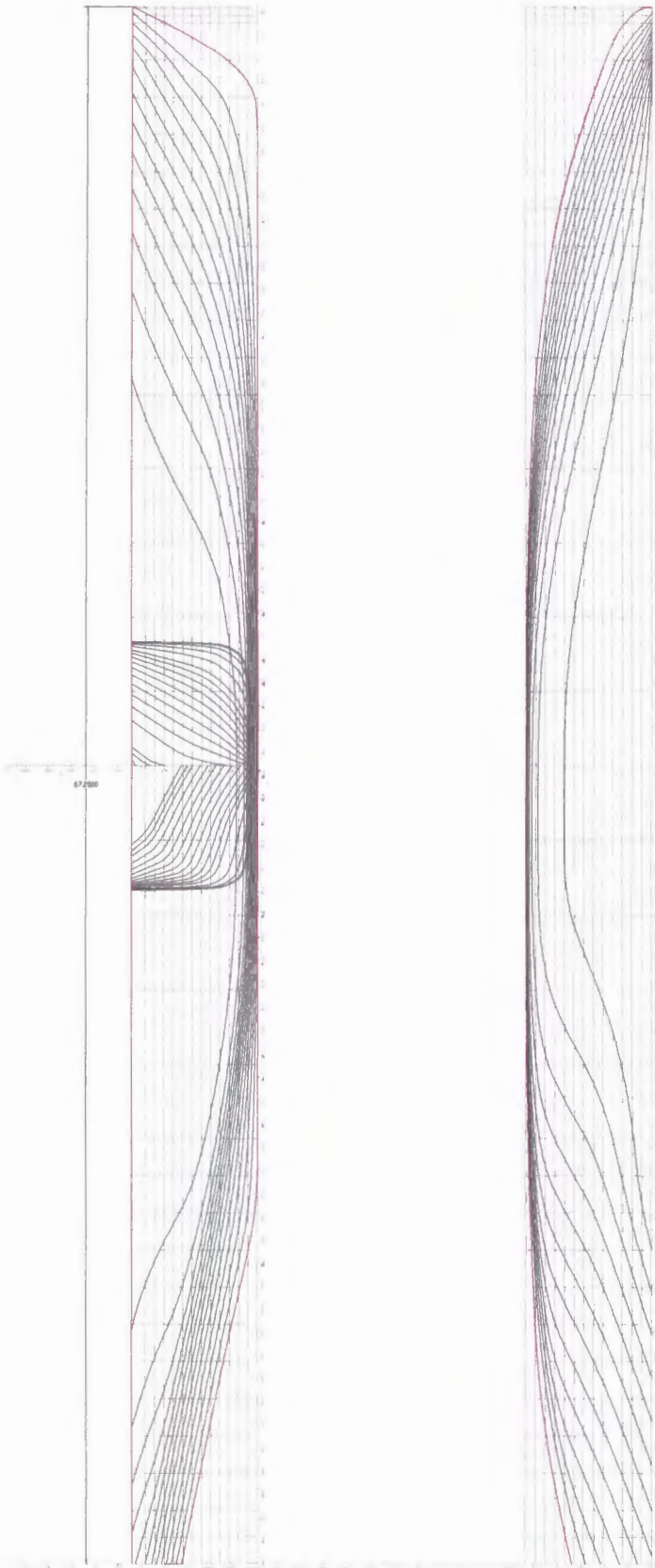


Figura 1.- Líneas de Formas del BAE Orión

En la figura 2 se presentan las curvas hidrostáticas originales del buque:

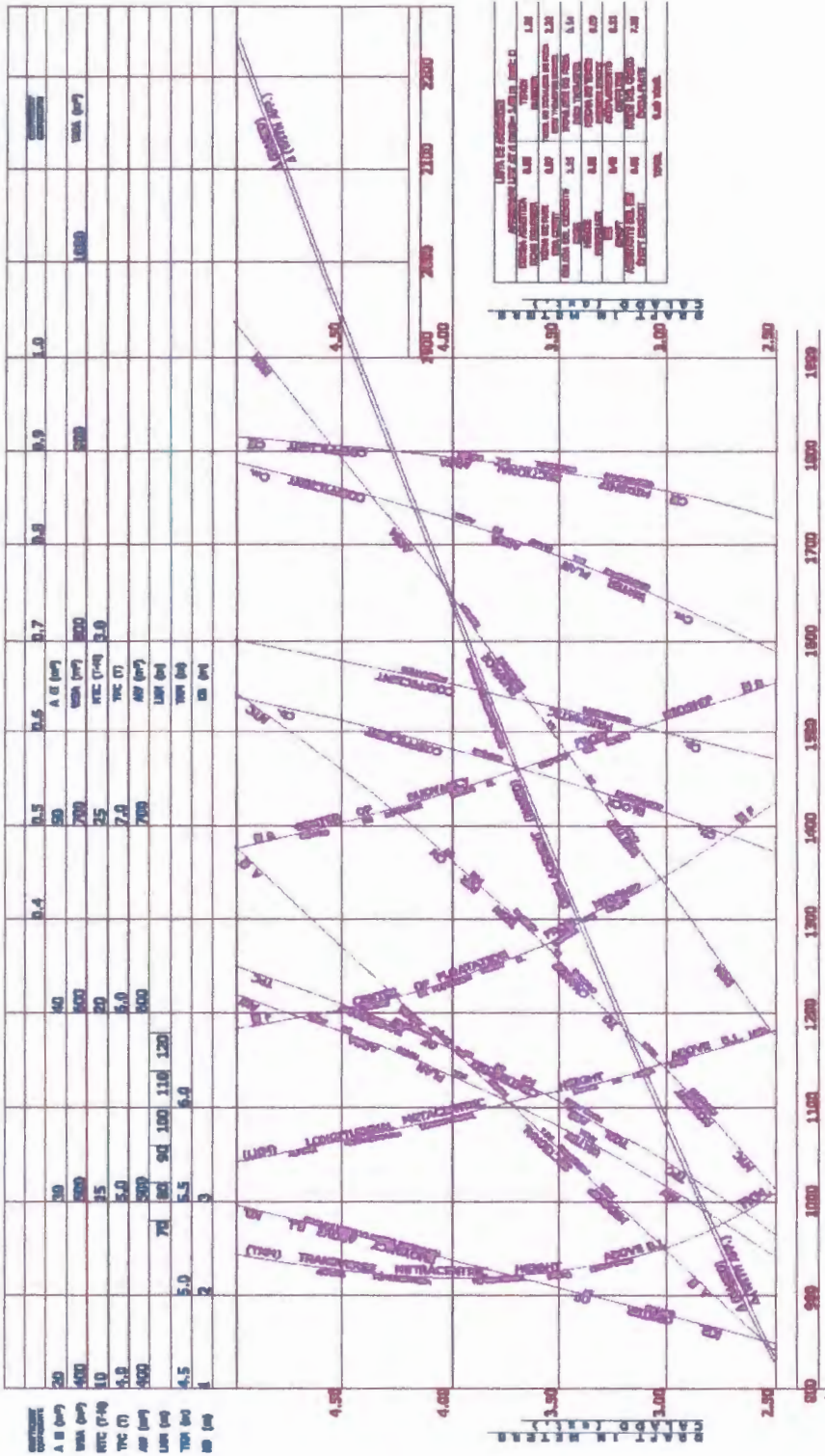


Figura 2.- Curvas Hidrostáticas originales

**Tipos de trabajos que realizaba:** Uno de los primeros objetivos que realizaba el Orión era el de actualizar las cartas náuticas de la costa ecuatoriana, y, el mantenimiento de las boyas de mar. Los satélites meteorológicos y los de recursos naturales únicamente censan información de la superficie del océano en lo referente a temperatura superficial del mar, y, derrames de combustible. Es por esto que al buque se dotó de instrumentos para la investigación submarina como redes de arrastre subsuperficial, encontrándose 880 especies marinas durante los cruceros realizado (foto 1); así mismo se le incorporó una roseta para tomar muestras de agua a diferentes profundidades hasta 2000m (foto 2). Con los resultados obtenidos se realizan estudios para la prevención de los procesos anormales océano atmosféricos que pueden afectar a la costa ecuatoriana. También el trabajo oceanográfico constituye la plataforma que actualiza la batimetría oceánica del mar territorial y permite que todo el tráfico marítimo navegue sin inconvenientes, utilizando las líneas de comunicaciones marítimas disponibles.



Foto 1.- Red de arrastre



Foto 2.- Roseta de muestreo

**Planos de distribución:** La embarcación cuenta con 5 cubiertas: cubierta del magistral, Superior, Principal, cubierta 200, y, cubierta 300. Tiene dos moto propulsores, impulsando a través de dos líneas de ejes a sendas hélices; además tiene tres generadores principales ubicados en la sala de máquinas y uno de emergencia situado en la cubierta principal (véase las Figuras 3 y 4).



Figura 3.- Vista en Perfil y Planta del Buque Orión



En la cubierta 200 se distribuye las cámaras, camarotes de oficiales, cocina, planta de acondicionamiento de aire, laboratorios, pescantes tipo A, winches y grúa. En la cubierta 300 está instalada una planta de tratamiento de aguas negras, dos frigoríficos con tres cámaras frigoríficas para carnes, y, vegetales. En la sala de máquinas se instaló una planta de Osmosis inversa, planta de tratamiento de aguas de sentinas. Bajo la cubierta 300 se encuentran los tanques de combustibles y agua dulce, véase la figura 4.

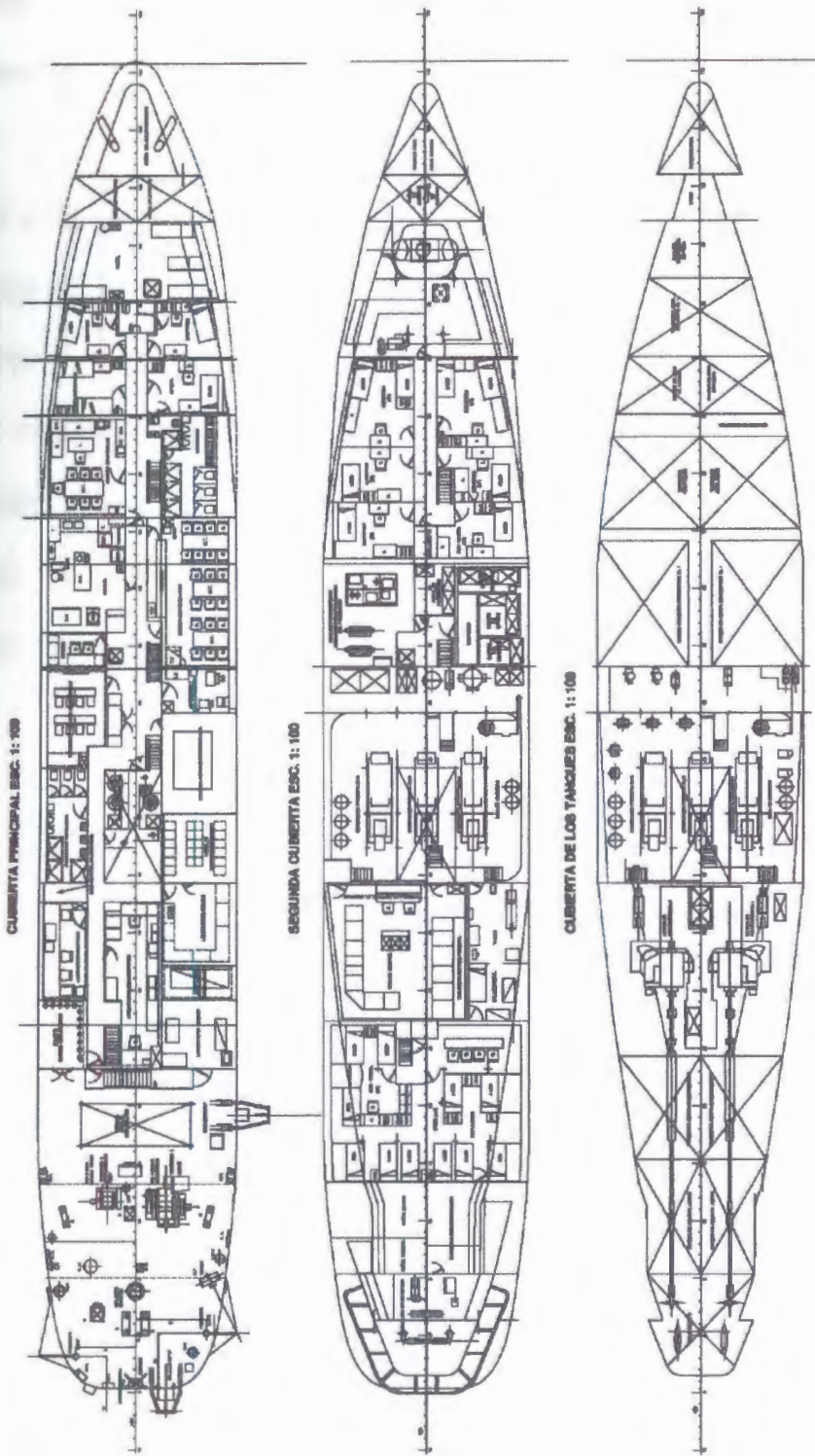


Figura 4.- Vista en Planta del Buque Orión

## 1.2 Medición de Espesores en el Casco, Cubiertas, Mamparos y Estructurales.

**Equipo utilizado en la medición:** Utilizando el método no destructivo de *audiogage* se realizó la toma de espesores en las diferentes áreas, con el equipo de medición de espesores ultrasónico (*ultrasonic thickness gauge*), marca CYGNUS INSTRUMENTS serie No. 3529, (Foto 3). Se implementó entonces un programa de mediciones de espesores del planchaje: en el casco (350 tomas), mamparos y cubiertas (400 tomas), y estructurales (300 tomas), los resultados obtenidos se presentan en la figura 5.



Foto 3.- Equipo de medición de espesores

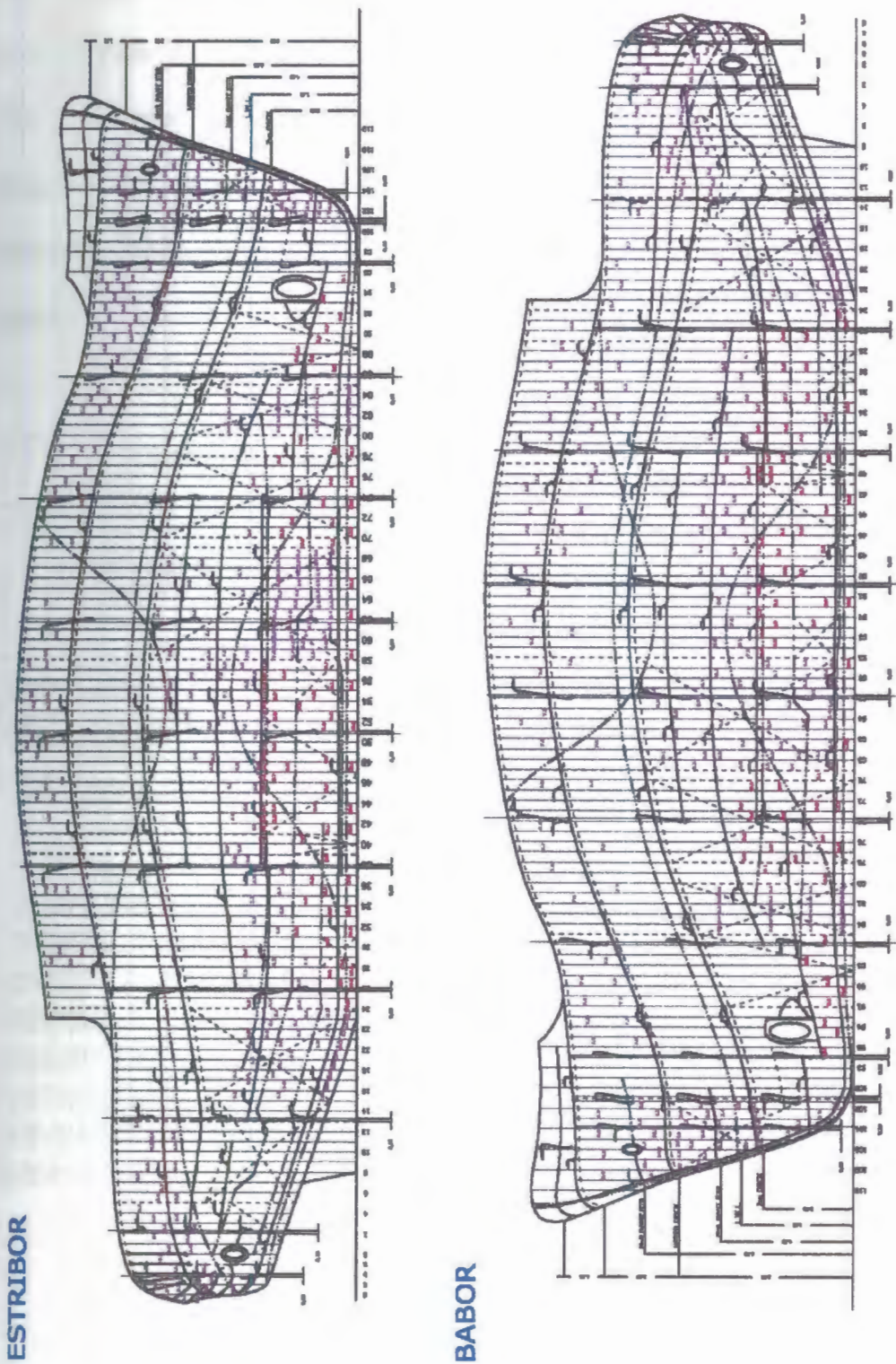


Figura 5.- Resumen de las mediciones de espesor realizadas

**Recomendaciones del American Bureau of Shipping:** En la tabla 2 se presentan las recomendaciones traducidas, dadas por la convención de 1987, realizada por el American Bureau of Shipping ref. (4), sobre desgaste del planchaje y estructurales de una embarcación, para diferentes áreas del casco. A partir de estas recomendaciones se planificaron los cambios de planchaje que se realizaron en el buque.

<b>(Conventional Vessels 61m and Over Built to ABS Class)</b> <b>Convención para buques de 61m</b>			
<b>(Ordinary and High Strength Steel)</b> <b>Esfuerzo del acero mínimo y máximo</b>	<b>(Single Bottom)</b> <b>Fondo simple</b>	<b>(Bulkers, Double Bottom)</b> <b>Doble fondo</b>	<b>(Longitudinally Framed and transversely framed)</b> <b>Refuerzos longitudinales y Transversales</b>
(TOP AREA) Áreas de Tapas	15%	15%	20%
(BOTTOM AREA) Area del fondo	15%	20%	20%
(STRENGTH DECK PLATING) Planchaje de cubiertas resistentes	20%	20%	25%
(DECK PLATES WITHIN LINE OF HATCHES & AT ENDS) Planchaje de Cubierta interior de escotillas y exteriores	30%	30%	30%
(FORECASTLE POOP AND BRIDGE DECK PLATES) Planchaje de la Cubierta de popa y del Puente	30%	30%	30%
(TWEEN DECK PLATES) Planchaje de cubiertas	30%	30%	30%
(SHEER STRAKE PLATES) Planchaje del Pantoque	20%	20%	25%
(SIDESHELL PLATE) Planchaje del costado del casco	25%	25%	25%
(BILGE STRAKE PLATES) Planchaje de sentinas	20%	25%	25%
(BOTTOM PLATES) Planchaje del Fondo	20%	25%	25%
(KEEL STRAKE PLATES) Planchaje de Quillas	15%+1.5mm	25%+1.5mm	25%+1.5mm
(HATCH COVERS) Tapas Escotillas	30%	30%	30%

Tabla 2.- Recomendaciones del ABS sobre desgastes aceptables.

### 1.3 Desarrollo del plan de cambio del planchaje.

**Plan de cambio del planchaje:** Debido a las dimensiones de la embarcación fue necesario subirla en dique, en donde el tiempo de estadía es muy restringido por el elevado costo. Por esto se planificó efectuar la reparación en dique solamente en las áreas bajo la línea de flotación, planchaje del casco de la obra muerta; los trabajos en las otras áreas se los llevó a cabo en el muelle. En las fotos No. 4, 5 y 6, se muestran trabajos ejecutados en dique.



Foto 4.- Estado inicial del costado del buque



Foto 5.- Proceso del cambio del planchaje



Foto 6.- Remate final de soldadura en el planchaje

**Áreas de trabajos:** Los cambios de planchaje del casco, mamparos y cubiertas se muestran en las figuras 6, 7, 8 y 9.

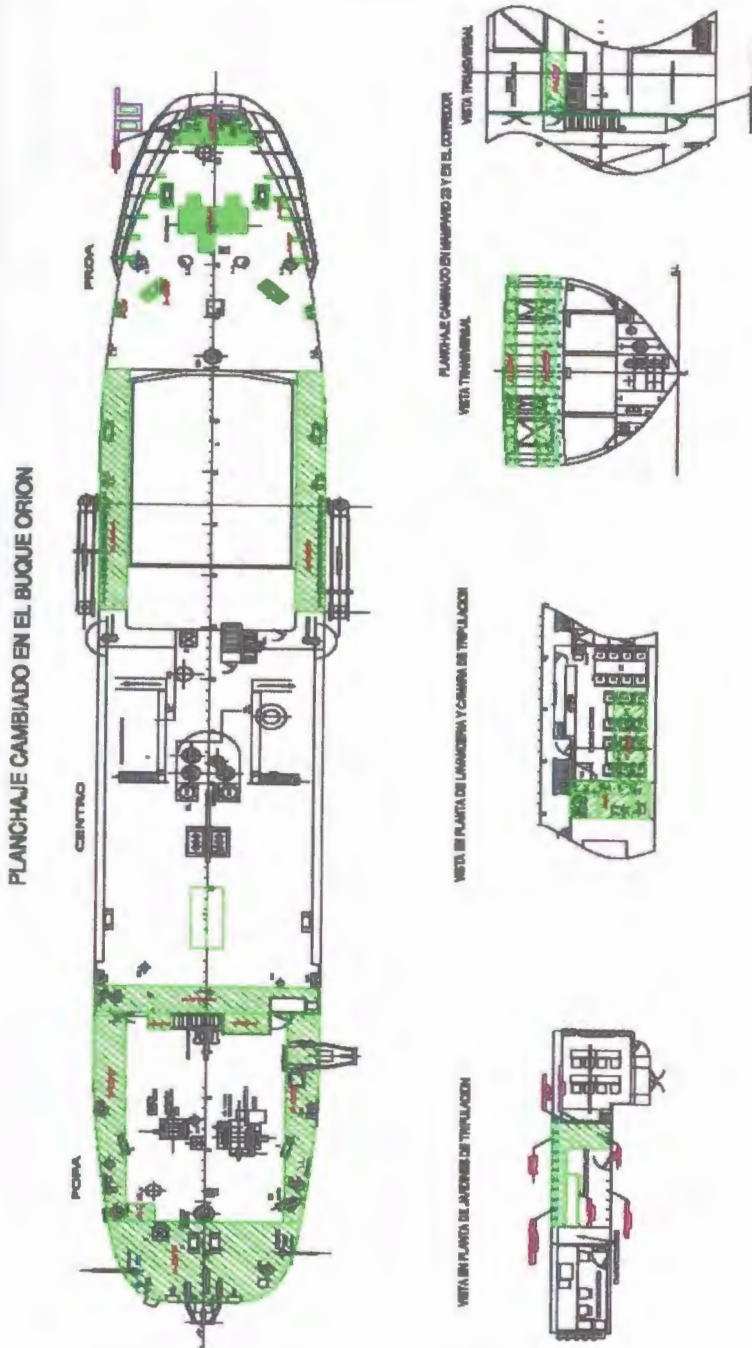


Figura 6.- Cambios de planchaje en cubiertas Principal y 200, y, mamparos.



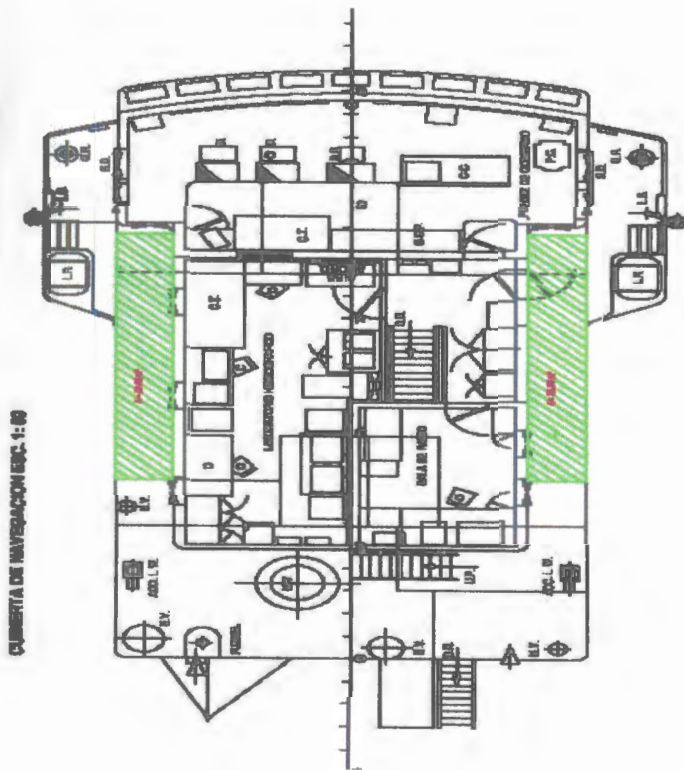


Figura 7.- Cambios de planchaje en cubierta Superior

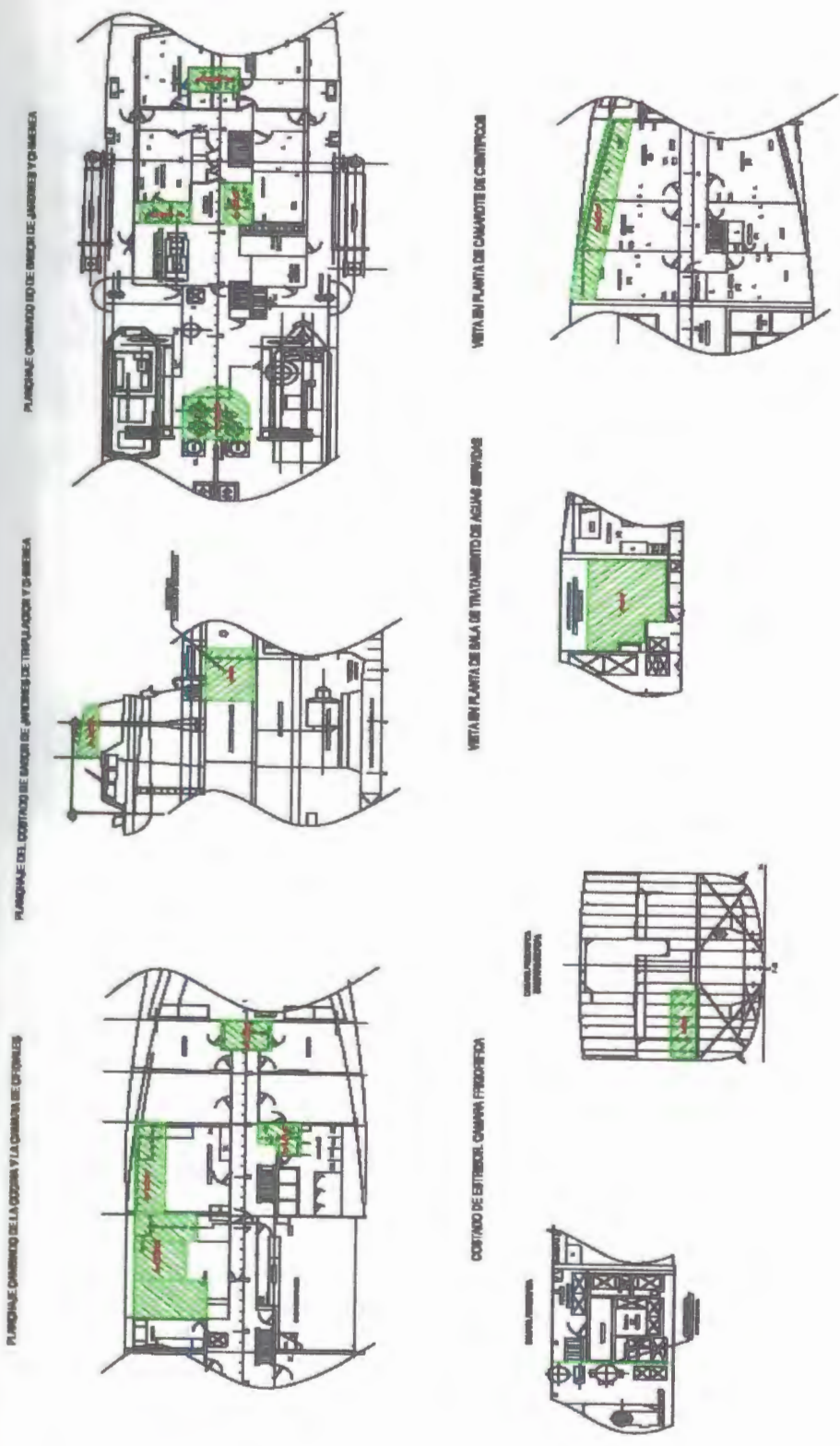


Figura 8.- Cambio de planchaje en diferentes áreas



Figura 9.- Zonas del planchaje del Casco cambiadas

Cuando en el cambio del planchaje se presentaban áreas con curvatura se elaboraba una plantilla y se rolaba la plancha; el tamaño máximo para poder manipular la plancha fue de 3x1.5 m, y, se aplicaba el mismo procedimiento que para una zona plana. La calidad de la soldadura depende de la calidad de los soldadores, y, para mantenerla se realizó una selección de los que realizaron el acabado en la suelda, sometiéndolos a pruebas de soldadura en las diferentes posiciones, esto es: vertical, horizontal y sobre cabeza. Además tenían que obtener el certificado del Bureau Veritas para que puedan intervenir en el proceso de la soldadura definitiva.

Por experiencia de trabajos realizados, cuando hay que cambiar una traca de más de 7 m de largo, en la que los refuerzos también se encontraban deteriorados, se realizó de la siguiente manera: i) se retira el material corroído del planchaje incluyendo los refuerzos en forma intercalada, para evitar que la zona se distorsione, ii) se reemplaza la plancha y refuerzos, y iii,) finalmente se corta e instalan los refuerzos restantes, véase la foto 5. La aplicación de la soldadura se la realiza como sigue: i) primero se recorre la parte interior aplicando los pasos exigidos por las normas de construcción ABS ref. (5), de acuerdo con el espesor del material, ii) luego se bisela por la parte exterior, y, iii) se aplican los pasos de soldadura según el espesor del material. En la tabla 3 se presentan detalles de los cambios del planchaje del casco.

<b>CAMBIO DE PLANCHAJE DEL ORION- ESTRIBOR</b>				
ESTACION	TRACA	ESPESOR	AREA	PESO (kg)
108-109	RODA	9	0.55	39.60
109-108	F	9	6.08	437.76
96-104	E	9	13.84	996.12
97-104	A2	9	5.70	410.40
26-58	E	9	29.05	2091.6
27-39	E	9	7.10	511.2
16-37	F1	12	10.10	969.6
46-58	B	9	5.80	417.6
48-58	B	9	5.48	394.56
23-27	K	9	1.50	108.00
40-43	A	9	2.30	165.6
<b>TOTAL</b>			<b>87.5</b>	<b>6542.04</b>
<b>CAMBIO DE PLANCHAJE DEL ORION- BABOR</b>				
ESTACION	TRACA	ESPESOR	AREA	PESO (kg)
108-108	RODA	9	0.55	39.6
97-104	A2	9	5.70	410.4
70-51	E	9	17.95	1292.04
58-48	C	9	8.34	600.48
58-48	B	9	6.53	470.16
58-46	B	9	7.91	569.16
41-38	A	9	2.51	180.72
40-25	E	9	13.31	956.32
25-12	F1	12	12.28	1178.4
25-2	E1	9	13.82	995.04
27-22	K	9	1.83	132.00
<b>TOTAL</b>			<b>90.73</b>	<b>6826.32</b>

Tabla 3.- Pesos de planchaje cambiado del casco.

También se realizó el mantenimiento de las cajas de mar, válvulas de fondo y descargas al mar, el desmontaje de los ejes, bocines y prensa estopa, los cuales fueron trasladados a los talleres del astillero para su reparación (medición de diámetros y enderezada). La segunda entrada a dique fue para el montaje de los ejes, bocines y sellos mecánicos, la aplicación del plan de pintura final y la colocación de los cines electrolíticos. En la segunda entrada a dique se realizó también el experimento de inclinación, para la verificación de los criterios de Estabilidad ref. (6).

## CAPITULO 2

### INSTALACIÓN DE GENERADORES Y MOTO PROPULSORES

#### 2.1 Construcción de bases para generadores y moto propulsores.

**Características de generadores:** La embarcación antes de su reparación contaba con tres grupos electrógeno principales con motores marca DETROIT DIESEL 16V92T y correspondiente generador NISHISHIBA de 600 KW, y, un grupo electrógeno de emergencia con motor marca DETROIT DIESEL 8V71, y, generador NISHISHIBA de 200 KW. Estos grupos electrógenos no producían suficiente energía porque ya habían cumplido el tiempo de vida útil.

Con el objeto de mantener el diseño eléctrico original se decidió la adquisición de tres nuevos grupos electrógenos con la misma potencia que los originales, de manera que la capacidad de dos generadores principales permita la operación de los equipos eléctricos principales y

auxiliares como funcionaban originalmente en la navegación, sin necesidad de recurrir al tercer generador. La tercera unidad de generación se mantiene como respaldo y permite alternar la utilización de los generadores con el fin de ampliar las horas de mantenimiento de estos equipos.

En caso de presentarse fallas en los generadores principales o en sus tableros, se dispone del generador de emergencia que fue reparado en su totalidad y está ubicado en la cubierta principal. Este generador posee un tablero independiente para alimentar a las cargas esenciales de la unidad (servomotor, bomba contra incendio, equipo de navegación e iluminación normal y de emergencia). Las características de los nuevos grupos electrógenos se presentan en la tabla 4, ref. (12).

<b>MOTOR</b>	
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	3412
POTENCIA APARENTE	737Kva
<b>GENERADOR</b>	
MODELO	SR4B
POTENCIA MAXIMA	590KW
FRECUENCIA	60Hz
POLOS	06
GENERACION	440Vca
AMPERAJE MAXIMO	967Amp
EXCITACION	28Vdc/5.9Amp
VELOCIDAD DE ROTACION	1800 RPM
SERIE DEL GENERADOR 1	GEJ01669
SERIE DEL GENERADOR 2	GEJ01699
SERIE DEL GENERADOR 3	GEJ01668

Tabla 4.- Características de los grupos electrógenos



El sistema de enfriamiento del motor tiene un intercambiador de calor instalado a un costado de cada motor el cual utiliza agua de mar. El sistema de escape original fue renovado en su totalidad debido a que las dimensiones y requerimientos del diámetro de la tubería y silenciador eran diferentes (diámetro original: 12", diámetro actual: 8"). En cada línea de descarga se instalaron cuatro compensadores de vibración, contruidos en material de acero inoxidable. La tubería también se construyó en plancha de 4 mm de acero inoxidable. El forro del aislamiento térmico fue construido con lana de asbesto, malla metálica, lona de asbesto y el forro de acabado con láminas de aluminio, y, en todas las uniones de bridas se colocó empaques grafitados resistentes a la temperatura. En la foto 7, se presenta el sistema de gases de escape, y en la foto 8, se aprecian los grupos electrógenos.



Foto 7.- Sistema de gases de escape



Foto 8.- Grupo electrógeno

**Planos de las bases de los grupos electrógenos:** La empresa IIASA – Caterpillar proveedora de los equipos envió los planos que fueron utilizados para diseñar las bases que se presentan en la figura 10a y 10b, ref. (7). Las nuevas se instalaron sobre las bases de los grupos electrógenos originales las que fueron modificadas estructuralmente, adaptándolas a las nuevas dimensiones de los equipos. Las bases se construyeron con planchas de 19 mm, y, escuadras de 12 mm. En la foto 9, se presentan los equipos instalados.

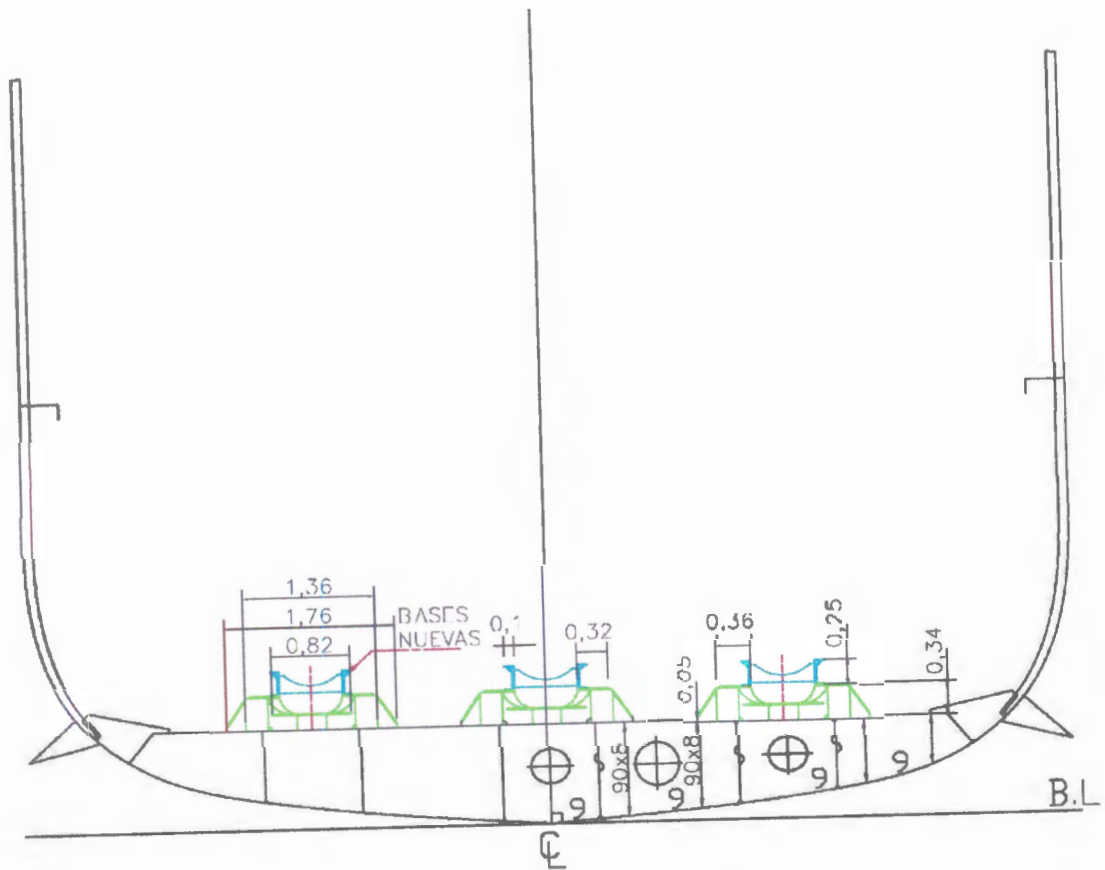


Figura 10 a.- Bases de grupo electrógeno cuaderna 45, medidas en metros.

## VISTA EN PLANTA DE SALA DE MAQUINAS

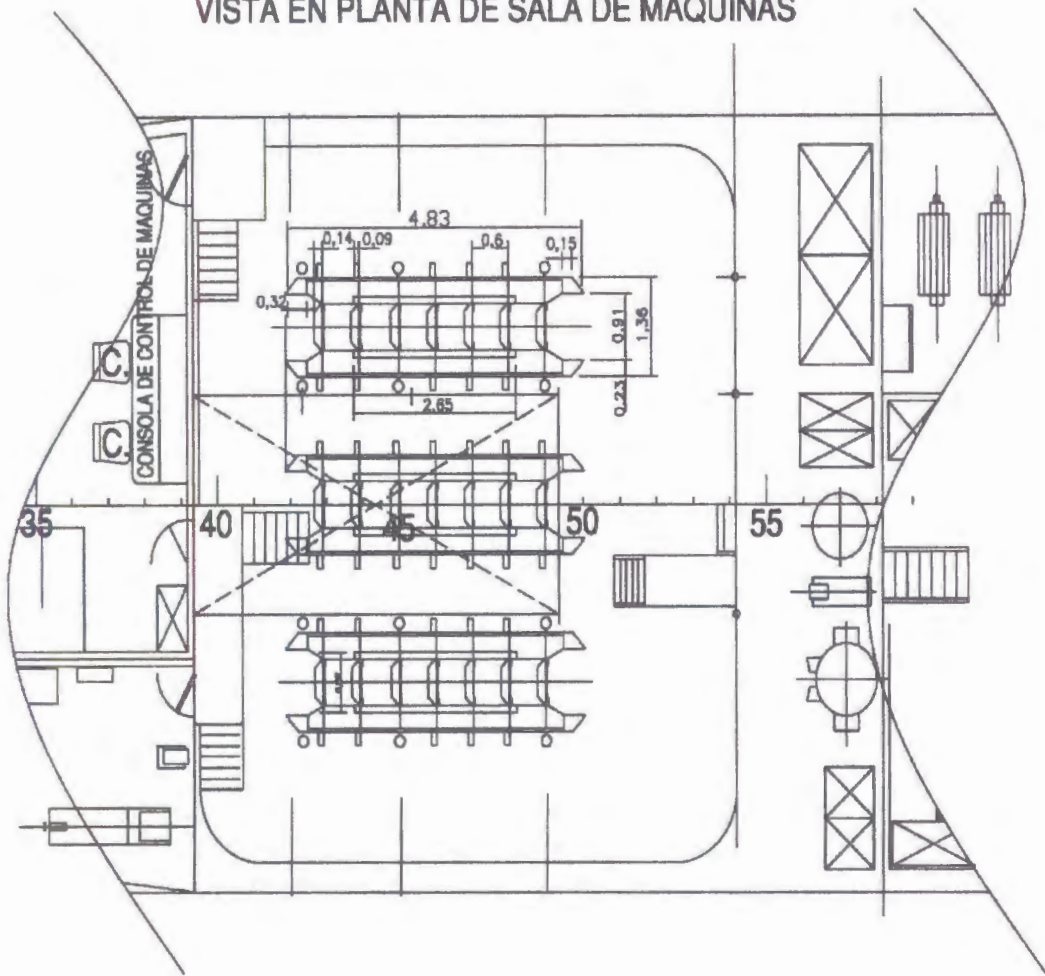


Figura 10b.- Vista en planta de bases de grupos electrógenos, medidas en m.



Foto 9.- Equipos y circuitos de grupos electrógenos instalados

**Características de los moto-propulsores:** El sistema de propulsión principal original estaba conformado por dos motos propulsores eléctricos cuyas características constan en la tabla 5, ref. (12).

MOTOR	Marine Direct Current Motor
MARCA	NISHISHIBA ELECTRIC CO
TIPO	NFD2145
SERIE	561884 G4A
POTENCIA	350KW
VOLTAJE	440VDC
POLOS	4 POLOS
TRABAJO	CONTINUA
EXCITACION	SEPARADA (220V)

Tabla 5.- Características de moto propulsores originales

En la tabla 6 se presentan las características de los nuevos motos propulsores.

MARCA	SIEMENS
TIPO	EN60034-1
SERIE	1GH7453-5ND40-7NV1-Z
POTENCIA	12.1-448KW
VOLTAJE	64-600V
POLOS	4 POLOS
TRABAJO	CONTINUA
EXCITACION	SEPARADA 310-200V
DIAMETRO HELICE	1700.mm
PASO HELICE	1520.mm
NUMERO DE PALAS	4
RAZON DE AREA	0.443

Tabla 6.- Características de los moto - propulsores actuales y hélices

En las pruebas de mar, la embarcación desarrolló una velocidad de 12 nudos en aguas tranquilas a 350 RPM. Cabe indicar que la velocidad de rotación de los moto - propulsores va desde 10-420 RPM.

**Diagramas de los nuevos moto propulsores:** El equipo de propulsión consta de dos partes, el motor y el equipo de enfriamiento. Con los diagramas que se presentan en la figura 11, entregadas por la compañía SIEMENS, ref. (12), se realizaron las modificaciones de las bases originales, tanto de los motores como del equipo de enfriamiento. Los polines y rieles de la estructura longitudinal de las bases se mantuvieron y sobre estos se confeccionaron las nuevas bases. El material que se utilizó fue plancha de 19 y 12 mm, y ángulos de 100x9 mm, en acero naval.

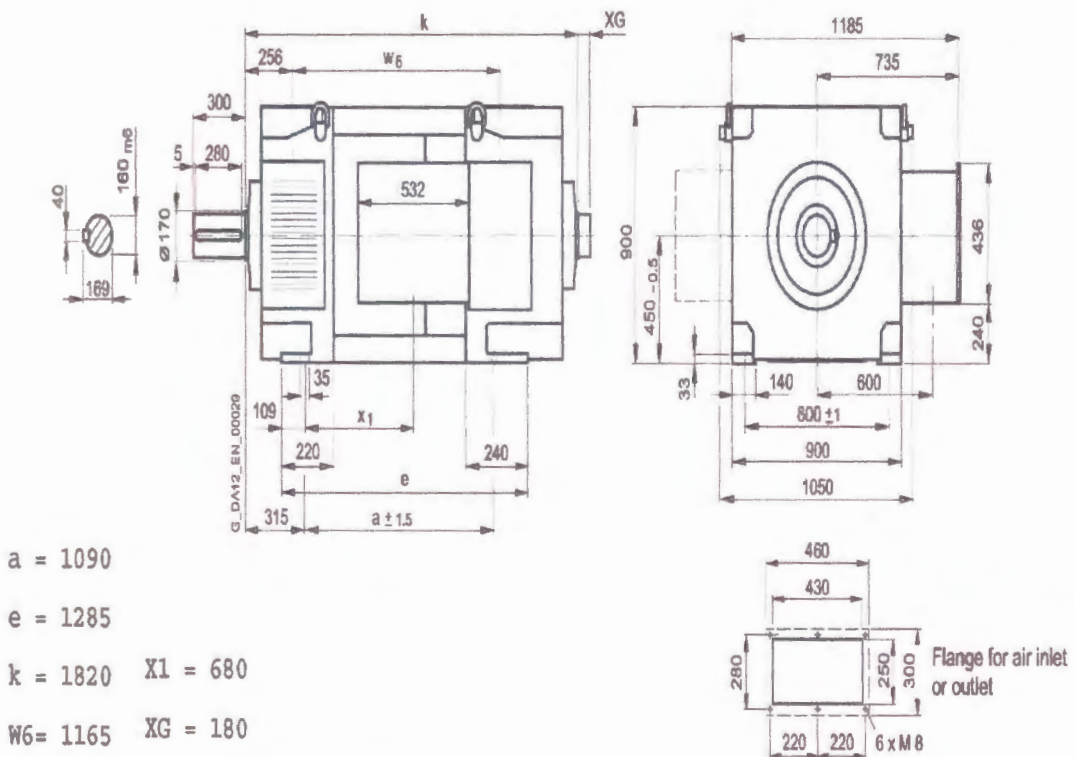


Figura 11.- Diagrama de los moto propulsores

**Proceso del montaje de los moto propulsores:** Los nuevos moto propulsores y el equipo de enfriamiento de acuerdo con la información entregada por los proveedores, son de menores dimensiones que los originales. Se contrató una grúa, y se introdujeron los equipos por el cubichete hasta la sala de máquinas y con tecles se los ubicó en sitio (peso del motor 4.500 Kg., peso del equipo de enfriamiento 530 Kg.).

Para el alineamiento del sistema propulsor se realizaron los siguientes pasos: i) primero se confeccionaron 12 gatos ("perros con pernos") para realizar los diferentes movimientos,

ii) se movieron verticalmente los motores hasta alinearlos con la brida del eje,

iii) después se alineó el motor transversalmente, y,

iv) una vez alineados se confeccionaron las placas tipo lainas y se taladraron los orificios para la sujeción con los pernos (diámetros de 30 mm hilo fino con doble tuerca).

Todos los pasos se realizaron de acuerdo con los formatos entregados por los proveedores de los equipos. En la foto 10, se aprecia la instalación de los motores.





Foto 10.- Instalación de moto propulsores

El equipo de enfriamiento, tiene por objeto enfriar al moto-propulsor con aire que recircula en la cámara del motor; el aire caliente a la vez se enfría con agua salada, que se abastece con dos bombas desde una caja de mar. En la foto 11, se presenta la instalación del equipo.



Foto 11.- Instalación del equipo de enfriamiento

En las pruebas de mar, se elaboró la tabla de velocidades que se presentan en la tabla 7.

Condición avante	RPM	Velocidad (nudos)	HORA
2	61	4.7	10:35
3	85	5.2	10:45
4	120	6.9	11:00
5	152	7.5	11:25
6	180	8.2	11:35
7	210	9.4	11:50
9.5	260	11.8	12:15

Tabla 7.- Velocidades de la embarcación con desplazamiento de 1475 tons.

## **2.2.- Reparación de las líneas de Propulsión.**

**Plano y descripción:** En la figura 12 se presenta el sistema de propulsión original, en el cual se puede apreciar que no existía ningún elemento que absorbiera las vibraciones entre la línea de eje con los moto propulsores. El sistema constaba de: dos hélices, dos guardacabos, cuatro arbotantes, dos codastes, dos túneles, dos ejes de cola, dos ejes intermedios, dos contra ejes, dos prensas estopas, dos cojinetes de empuje, y, 8 bocines de bronce-caucho.

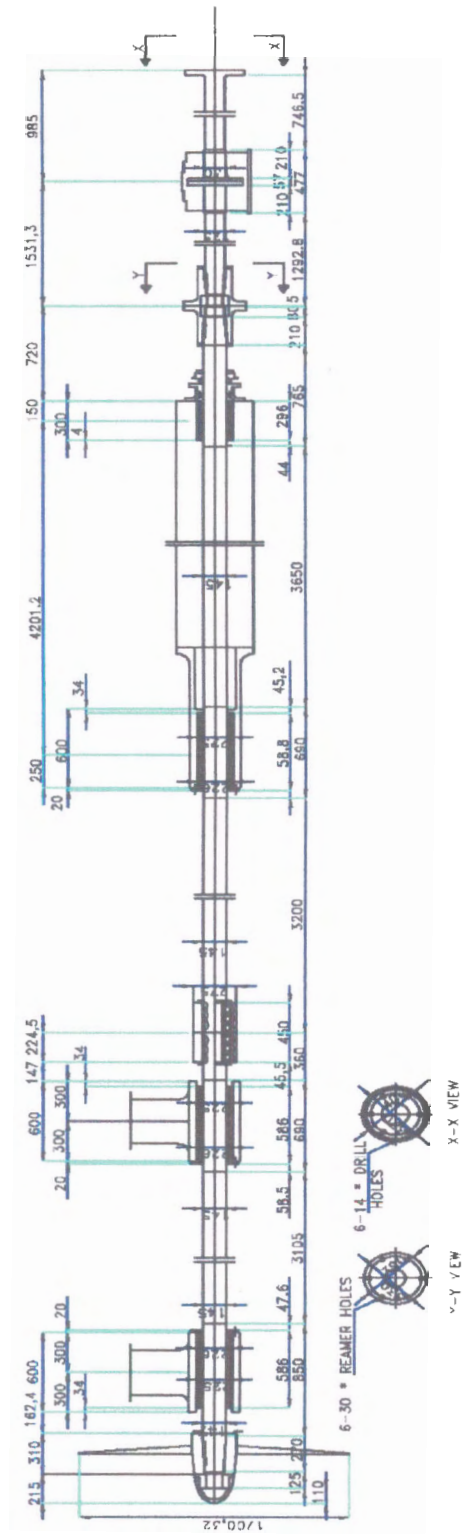


Figura 12.- Línea de propulsión original

Antes de desmontar los ejes se tomaron los claros, los que se presentan en las tablas 8<sup>a</sup> y 8<sup>b</sup>.

Ubicación	Superior mm	Inferior mm	Babor mm	Estribor mm
Arbotante popa	0.635	0.000	0.381	0.254
Arbotante proa	0.762	0.000	0.508	0.381
Codaste	0.889	0.000	0.508	0.381
Prensa estopa	1.448	0.000	0.254	0.305

TABLA 8<sup>a</sup>.- Claros de línea de Bb.

Ubicación	Superior mm	Inferior mm	Babor mm	Estribor mm
Arbotante popa	0.559	0.000	0.000	0.457
Arbotante proa	0.635	0.000	1.016	1.448
Codaste	2.540	0.000	1.143	0.762
Prensa estopa	0.127	0.000	0.254	0.254

TABLA 8b.- Claros de línea de Eb.

**Resumen del trabajo de reparación de ejes y bocines:** En la primera entrada a dique, se desmontaron los siguientes elementos: hélices, ejes intermedio y de cola, bocines, prensa estopas, y, guardacabos. Se confeccionaron bridas ciegas para ser instaladas en los túneles del codaste, porque la embarcación tenía que bajar del dique. Todos estos elementos se los trasladó al taller del astillero para su reparación y mantenimiento. En la foto 12, se muestran las condiciones en que se encontraban las líneas de ejes, hélices y palas. Las hélices fueron rellenadas, pulidas y balanceadas.



Foto 12.- Estado inicial de hélices y timones.

Los ejes se montaron en tornos y se les corrigió las deflexiones, se pulieron los conos y con azul de Prusia se comprobó su continuidad en conjunto con la hélice. A los bocines se les separó el caucho del bronce y se lo reemplazó con material de Tordon el cual fue torneado con los claros recomendados por el fabricante. La instalación del Tordon se la realizó con hidrógeno líquido para que el material se adhiera al bronce. En los arbotantes fuera del codaste se instalaron bocines de Micarta. El montaje del sistema se lo llevó a cabo en la segunda entrada a dique; los claros finales de instalación se presentan en las tablas 9a y 9b.

Ubicación	Superior mm	Inferior mm	Babor mm	Estribor mm
Arbotante popa	0.780	0.000	0.450	0.450
Arbotante proa	0.880	0.000	0.430	0.630
Codaste	0.380	0.000	0.200	0.450
Prensa estopa	1.390	0.000	0.960	0.630

TABLA 9a.- Claros finales de línea de Bb.

Ubicación	Superior mm	Inferior mm	Babor mm	Estribor mm
Arbotante popa	0.630	0.000	0.350	0.300
Arbotante proa	0.630	0.000	0.630	0.450
Codaste	1.060	0.000	0.500	0.810
Prensa estopa	1.320	0.000	0.780	0.660

TABLA 9b.- Claros de línea de Eb.

### 2.3.- Acoples Flexibles.

**Características del acople flexible:** Fue necesario instalar acoples flexibles porque una de las causas de daños que sufrieron los moto propulsores justamente era que no había un elemento que absorbiera las vibraciones entre los motores y la línea de ejes. La empresa que fabricó los moto propulsores recomendó el acople modelo ELPX-S tipo ESDR560NN, ref. (12), que se presenta en la figura 13 y sus características en la tabla 10. Este elemento es altamente elástico porque está constituido por discos de goma. El disco de goma está vulcanizado en el radio interior para el alojamiento de un cubo taladrado. En el diámetro exterior, el elemento de disco de goma posee un dentado de leva que encaja en una brida exterior. La conexión es de unión positiva y prácticamente sin juego. El disco de goma consiste en una mezcla de caucho natural/sintético. Por su diseño, es posible el montaje y desmontaje del elemento de disco de goma sin desplazar las máquinas acopladas.



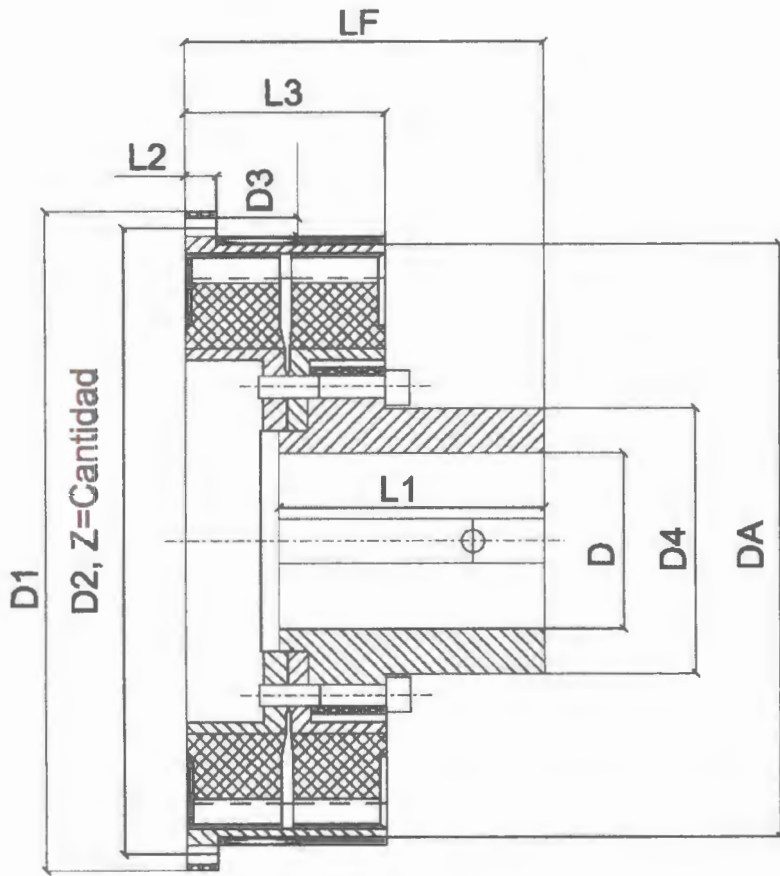


Figura 13.- Acople flexible modelo 560.

D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	Z	D <sub>A</sub>	D <sub>min</sub>	D <sub>max</sub>	D <sub>4</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L	Peso Kg.
mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
673.1	641.4	17	12	560	75	160	248	240	35	205	338	140

Tabla 10.- Dimensiones del acople flexible

**Sistema de propulsión actual:** En la figura 14 se presenta el sistema de propulsión actual, en el que se incluye el acople flexible.

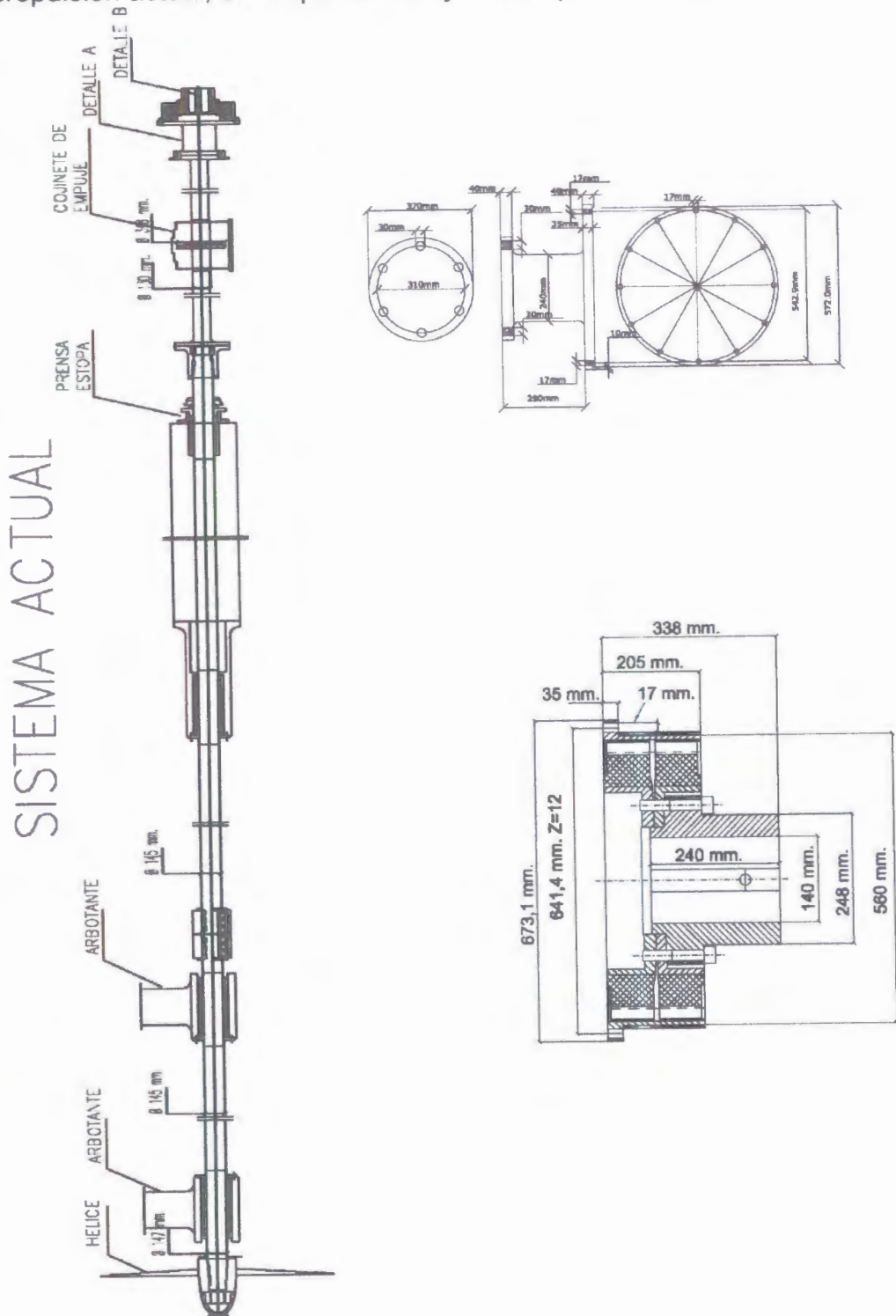


Figura 14.- Sistema de propulsión actual del BAE Orión

**Instalación y alineamiento del acople flexible:** Para el alineamiento del sistema de propulsión se tomaron en cuenta tres comprobaciones: axial, radial y angular; las máximas tolerancias que permite el acople fueron proporcionadas por el fabricante como se aprecia en la tabla 11. En la foto 13, se presenta el montaje de los acoples.

DESALINEACION AXIAL mm	4
DESALINEACION RADIAL mm	1.4
DESALINEACION ANGULAR GRADOS	0.4

Tabla 11.- Tolerancias de alineamiento para el acople modelo 560

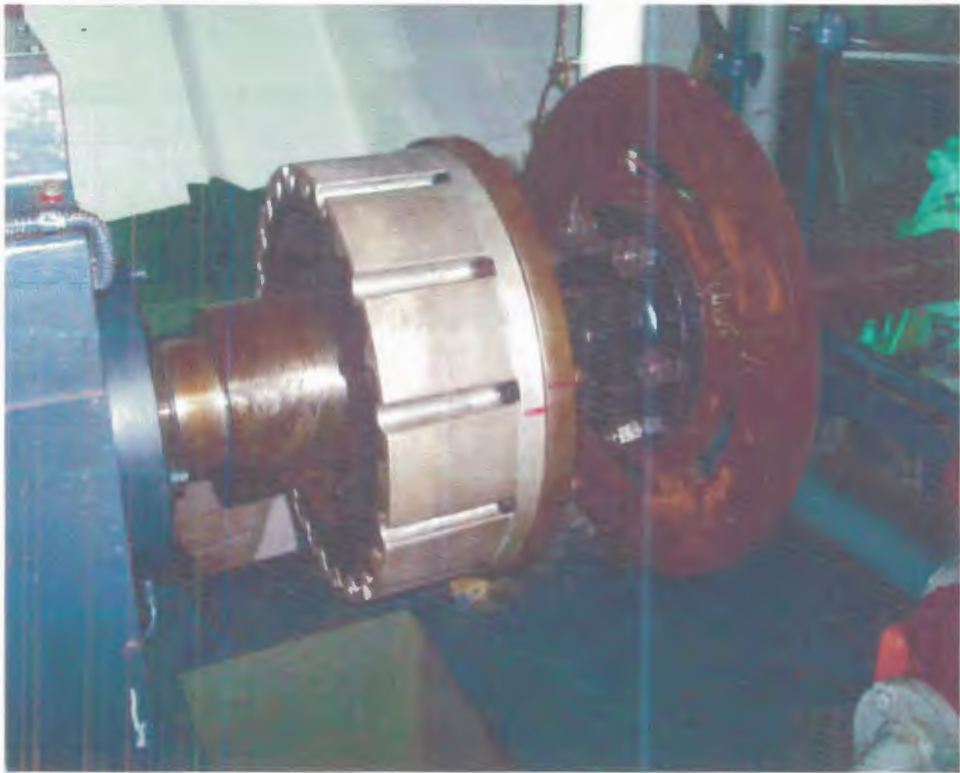


Foto 13.- Instalación del acople flexible.

### CAPITULO 3

## INSTALACION DE EQUIPOS DE INVESTIGACION Y OPERACIONES

### 3.1.-Descripción de los equipos instalados.

**Descripción de los equipos de investigación:** Los equipos de investigación que se instalaron se describen a continuación, ref. (1):

#### BAROMETRO DIGITAL DE PRECISION LAMBRECHT 4853

El barómetro LAMBRECHT 4853 por sus características técnicas se adquirió como un equipo de investigación para el área de meteorología marina del INOCAR.

#### CIRCUITO CERRADO DE VIDEO

Se realizó la instalación de 7 cámaras DAY/NIGHT MOD. 420 TVL 0,03 LUX con soporte HOUSING , un grabador digital CDRW DVR 8 CH D/D 500 GB, un monitor LCD 17" COLOR, un adaptador DC, las

instalaciones se las realizó con cable RG59 con un UPS 500 VA,110VAC para monitoreo y vigilancia del Buque, las mismas que están ubicadas en :

- 1 en cubierta de Vuelo.
- 2 en Sala de maquinas.
- 2 en Sala de propulsores.
- 1 en popa en el área del servo.
- 1 en el pasillo de la cubierta principal.

#### RED LAN / WAN.

Se instaló la RED LAN, la misma que consta de una infraestructura de rateo con 22 puntos. Los cables se instalaron sobre canaletas metálicas. Para la conexión de los 22 puntos de red se utilizó 900 metros de cables STP Blindado cat6 Siemon con 22 patch cord blindado cat6 1.5 metros Panduit además 22 jacks cat6 blindado, Panduit. Finalmente se realizó la certificación de los puntos de datos y entrega de documentación técnica .

#### CDIS

El equipo ECDIS FURUNO (desplegador de cartas electrónicas) modelo FEA-2807 serial numero 4349-0546 se encuentra a bordo del la unidad ubicado en el puente de gobierno, posee también un display color LCD 23,1", una unidad de procesador EC-1000C.

## TELEFONOS AUTOEXITADOS

En lo que se refiere a comunicaciones internas se realizó la instalación de la red de teléfonos autoexitados en los distintos puntos de la unidad para cumplir con la modernización del Buque.

## EQUIPO VHF-AM AÉREO

Se realizó la instalación completa de un equipo VHF-AM aéreo con sus respectivas antenas, líneas de RF y líneas de control, además un remoto ubicado en la cubierta de vuelo, equipos que se utilizan para realizar maniobras con el helicóptero.

## EQUIPO VHF-FM

Se realizó la instalación de un equipo VHF-FM con su respectiva antena y línea de RF ubicado en el puente de gobierno.

## VHF-AM 22B COLLINS

En la división de Comunicaciones Internas se realizó la nueva instalación del Equipo de Comunicaciones VHF-AM 22B COLLINS instalado en la sala de radio y cubierta de vuelo,

## AIS JHS-182

Se instaló un equipo AIS marca JRC modelo JHS-182, ubicado en el puente con su respectiva antena, línea de RF y control.

### JRCNRD-545

Se instalaron dos receptores JRC modelo NRD-545 con sus respectivas antenas y líneas de RF ubicadas en la proa, en reemplazo del anterior receptor NRD-7

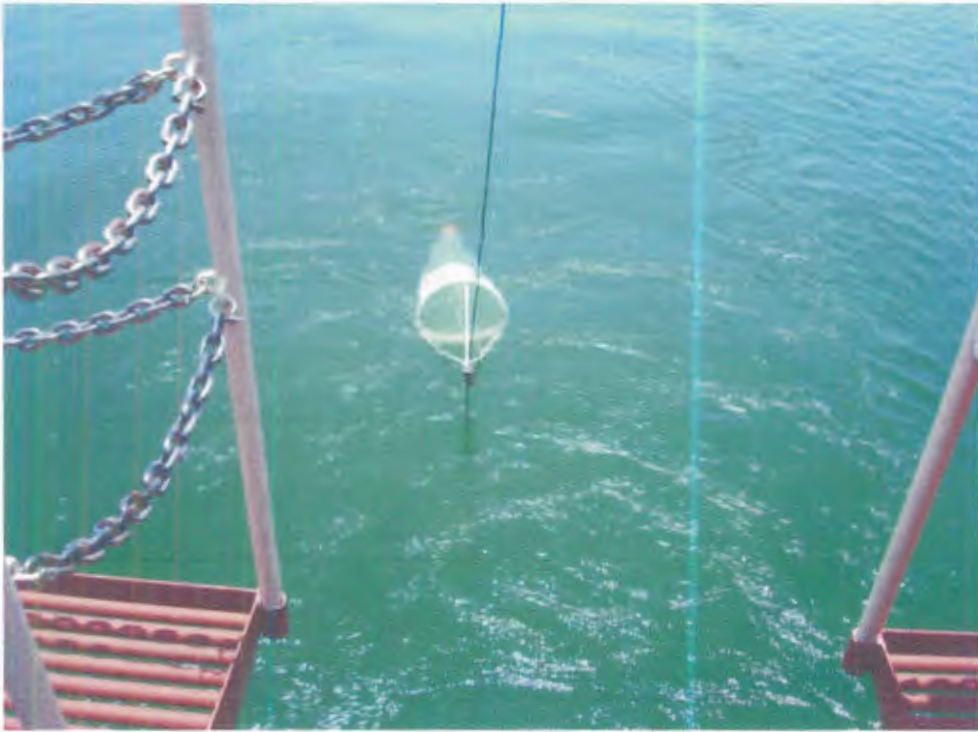


FOTO 14.- Prueba de red arrastre después de la reparación del buque.

**Descripción de los equipos de navegación:** A continuación se describen los equipos de navegación con los que contaba el buque, los que fueron reparados y además los nuevos que se instalaron en la embarcación.

Piloto automático marca Furuno NAV500

El piloto automático original marca Tokio Keiki fue reemplazado por el Furuno NAV500, debido a la modernización de los equipos de navegación en el Puente de Gobierno del buque.

El piloto Automático Furuno fue instalado sobre el Pedestal del Gobierno con alimentación de 24 VDC, dejando la parte original intacta, sin que afecte su operatividad.

Se instaló en el Servo del buque, el sensor RRU el mismo que sensa la desviación del gobierno del buque para el sistema Furuno instalado. Además, se instaló en el tumbado del Puente de Gobierno un sensor de Heading (Flux gate) únicamente para la operación del Piloto Automático. Este dispositivo es completamente independiente del sistema de gobierno del buque.

Sistema GMDSS.

Se instaló un sistema GMDSS con sus respectivos módulos y antenas (ubicadas en el magistral y el palo mayor).

Charplotter (GPS- Video Sonda-Ploteador) marca Furuno NAV-NET TYPE RDP.



El GPS original marca Trimble modelo NT 200D fue reemplazado por el charplotter marca Furuno modelo NAV-NET, instalado en el puente de gobierno junto con la caja de distribución que recibe señales de los transducer ubicados en la quilla, los que son alimentados por un tablero eléctrico, ubicado en el pasillo del puente.

Charplotter (GPS-Ploteador) marca Furuno modelo GP 1850WF

El GPS original marca MAGELLAN modelo NAV 6500 se lo reemplazó por el charplotter marca Furuno modelo GP 1850wf siendo instalado en el puente de gobierno cuya alimentación de poder también es extraído de la caja de distribución, y, a su vez se alimenta de las señales NMEA de todos los equipos de comunicaciones.

RADAR BANDA "S"

El radar banda "S" modelo FAR-2837S serial número 4318-7338 se encuentra ubicado en el puente de gobierno, este equipo de navegación posee una antena INMARSAL instalada en la cubierta del magistral.

Video Sonda marca Furuno modelo FCV 568

La video sonda marca Furuno original fue desmontado y se realizó el mantenimiento de todas sus tarjetas y controles, luego se lo reinstaló en el puente de gobierno.

### Giro Compas SPERRY MARINE NAVIGAT-X

El giro compás SPERRY imk37 original del buque fue reemplazado por el giro compás SPERRY marine navigat-x porque el anterior presentaba muchos problemas técnicos por sus años de servicio. El equipo nuevo se alimenta con 115 VAC y también 24 VDC. Se instaló en el mismo lugar que el original (sala de giro), este equipo está compuesto de las siguientes unidades: COMPAS MAESTRO, dos repetidores ubicados en las bandas de babor y estribor del puente de gobierno en la parte exterior, cada uno con su pedestal, dos repetidores en el puente interior, uno en la cubierta de vuelo, y, uno en el servo motor.

### Anemómetro Digital YOUNG y ANEMOMETRO ANALOGICO

El anemómetro digital YOUNG fue instalado en el puente de gobierno alimentado por un adaptador de 115 VAC a 24 VDC. También se reinstaló el anemómetro analógico original después de haberle hecho el mantenimiento de todas sus partes. Las veletas se encuentran ubicadas en la cruceta del palo mayor mientras que los indicadores analógicos de viento están ubicados en la cubierta de vuelo

### Corredera DOPPLER Digital Furuno DS-80

La corredera Furuno DS-70 se la reemplazó por la Digital Furuno DS-80 para la integración con los demás equipos de ayuda a la navegación, este equipo trabaja con 115V/60Hz y está instalado en el puente de gobierno, con un repetidor digital para la sala hidrográfica. La corredera anterior no tenía salidas digitales para la integración con los equipos

modernos. En las fotos 15 y 16, se presentan algunos de los equipos instalados.



FOTOS 15 y 16.- Equipos instalados en el BAE Orión.

### 3.2.- Montaje de antenas.

**Descripción de las antenas instaladas.-** En la TABLA 12 se describen las antenas de todos los equipos que se instalaron en el BAE Orión.

ITEM	CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	CANT.	UBICACIÓN
1	VHF-AM AEREO	1	Magistral
2	VHF-FM	1	Magistral
3	VHF-AM 22B COLLINS	1	Magistral
4	AIS JHS-182	1	Magistral
5	INMARSAL (PESO 420 Kg.)	1	Magistral
6	JRCNRD-545	1	Proa
7	RADAR BANDA- S	1	Mástil
8	ANEMOMETRO YOUNG	1	Mástil
9	ANEMOMETRO ANALOGICO	1	Mástil

TABLA 12.- Antenas instaladas en el BAE Orión.

Las bases de las antenas que se instalaron se construyeron en material de tubo de acero inoxidable que fluctúa desde los diámetros de 25 hasta los 75 mm, las bases donde se aseguraron los tubos se las construyó con plancha de acero naval de 4 y 6 mm, y se las aseguró con soldadura en unos casos o con pernos de diámetro de 10 mm, de acero inoxidable en otros. En el caso de la antena del INMARSAL del RADAR S, se roló

una plancha de 8 mm, para un diámetro de 25 mm, la base de la antena se la construyó con plancha de acero naval de 9 mm, asegurándola con 12 pernos de diámetro de 20 mm, en acero inoxidable. En las fotos 17, 18 y 19, se presentan el montaje de algunas de ellas.



FOTO 17.- Distribución de las diferentes antenas.



FOTO 18.- Antena INMARSAL ubicada en la cubierta del magistral (tubo rolado de 25 mm de diámetro en plancha de 8 mm).

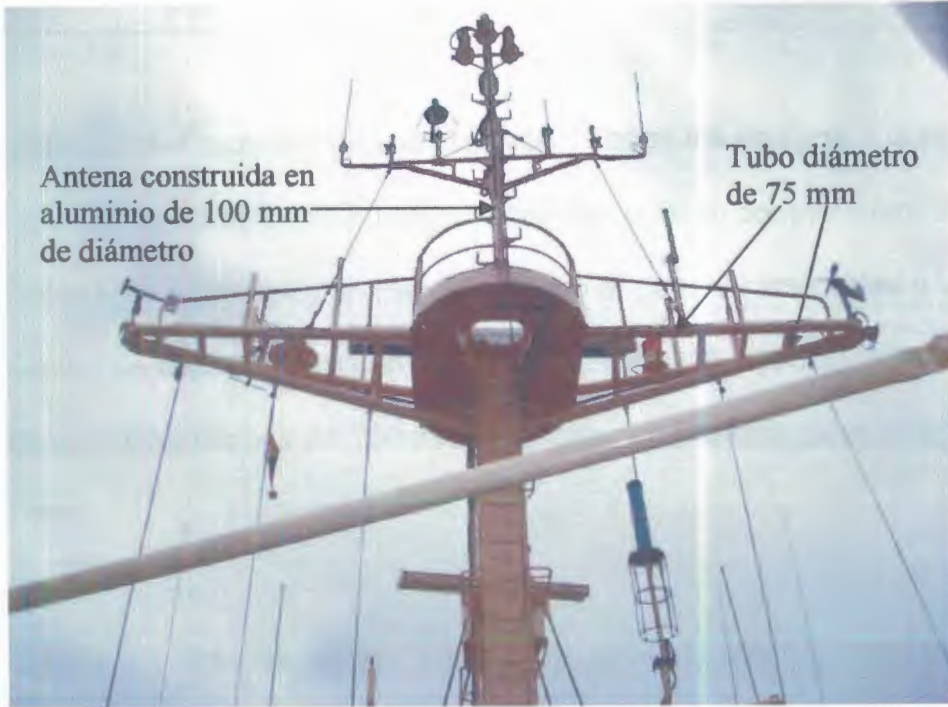


FOTO 19.- Antenas montadas en el mástil principal

### **3.3.- Construcciones de las bases de los equipos electrónicos.**

**Descripción del montaje de los equipos.-** Todos los equipos que se montaron en la embarcación, involucraban trabajos en conjunto con las áreas de la habitabilidad y soldadura, debido al paso de los cables y la instalación de las canaletas con perforaciones para la sujeción de los cables con dimensiones de 100 mm de ancho, en plancha galvanizada de 2 mm.

Las bases construidas se las realizó de acuerdo con la información entregada por los proveedores de los equipos y en material de plancha naval de 4 y 6 mm, y, ángulos de 50x50x6 mm. El equipo mas pesado es el sistema GMDSS con 500 Kg. de peso, cuyas bases se las construyó en plancha de acero naval de 9 mm y ángulo de 75x75x9 mm, que fueron soldadas a la cubierta. La sujeción se hizo con pernos de 12 mm de acero inoxidable, en la foto 20, se presenta este equipo.



FOTO 20.- Sistema GMDSS con 500 Kg. de peso, instalado en el puente de gobierno



## **CAPITULO 4**

### **INSTALACION Y ADAPTACION DE SISTEMAS AUXILIARES, EQUIPOS DE CUBIERTA Y HABITABILIDAD.**

#### **4.1.- Montaje de bombas, equipos y tuberías de circuito contra incendio, achique, agua dulce y aguas negras.**

**Circuito contra incendio y achique.-** El sistema contra incendio se encuentra compuesto por:

- Una bomba contra incendio principal, centrífuga, de eje vertical, AZCUE, 220/440V, 25 hp, 1750 rpm, ubicada en la sala de máquinas principales (cuadernas 48 – 55); se la montó utilizando plancha de acero naval de 9 mm y ángulo de 75x75x12 mm.
- Una bomba C.I. de emergencia centrífuga de eje horizontal BHFR-80, 26 hp, 3470 rpm, ubicada en el compartimiento del servo motor (cuadernas 15 – 25), se la instaló utilizando plancha de acero naval de 9 mm y ángulos de 75x75x9 mm.

Las bombas C.I. principal y de emergencia están diseñadas para alimentar todo el circuito de la embarcación, sea esta para lavado de cadenas, anclas y contra incendio; también puede entrar como bomba de servicio general para refrigeración de los diferentes sistemas, como la planta de acondicionamiento de aire, frigoríficos, enfriamiento de los moto propulsores y achique.

El circuito contra incendio está compuesto de 11 estaciones, de las cuales 4 son exteriores de 2 ½", y, 7" interiores de 1 ½". En la tabla 13 se presentan las estaciones.

No	Toma	Ubicación
1	2 ½"	Popa, exterior
2	2 ½"	Cubierta botes, exterior chimenea
3	2 ½"	Cubierta 02, exterior
4	2 ½"	Proa, exterior babor
5	1 ½"	Servomotor
6	1 ½"	Pasillo, jardines popa
7	1 ½"	Sala maquinas, moto propulsores
8	1 ½"	Sala maquinas, bajada escala
9	1 ½"	Pasillo, jardines proa
10	1 ½"	Pañol de repuestos
11	1 ½"	Área de oficiales

TABLA 13.- Ubicación de estaciones contra incendio.

El trabajo de recuperación del circuito se inició con un recorrido y el reconocimiento de las líneas de tuberías, siguiendo las trayectorias

conforme a los planos originales, verificándose los elementos constitutivos del sistema. Luego del recorrido se realizó un nuevo diseño del circuito verificándose diámetros conforme a las reglamentaciones de las normas ABS, ref. (5).

En el circuito se efectuaron los siguientes trabajos:

- Desmontaje de la tubería de todo el circuito contra incendio que comprende los diámetros de 80 mm, 65 mm y 50 mm en sala de maquinas contabilizándose en total una cantidad aproximada de 150 m.
- Las válvulas de las tomas contra incendio fueron desmontadas para recibir mantenimiento.

Todas las válvulas se las desmontaron, con una exhaustiva evaluación de su estado. Unas fueron reparadas y otras fueron reemplazadas. Las que fueron reparadas en el banco de pruebas se les realizó las pruebas de presión (150 psi), para comprobar su estanqueidad. La distribución de las tomas contra Incendio se las instaló acorde con las regulaciones de SOLAS, ref. (8). En la figura 15, se presenta el circuito.

- Las bombas adquiridas fueron montada en sala de máquinas. Para ello se confeccionaron nuevas bases; se reemplazaron los pasos de mamparo; se construyeron nuevos pasos de cubierta y por último se confeccionaron los soportes de la tubería del circuito con ángulos de 31x31x6 mm y platinas de 20x6 mm. Cabe indicar

que la bomba mantiene constante el servicio contra incendio en el buque.

- Se confeccionó el sistema de tubería para sala de máquinas y las líneas de distribución de proa y popa de acuerdo con los planos de instalación del sistema. Se instalaron bridas en tramos de 4 a 5 m de tubería, con el objeto de facilitar el montaje y mantenimiento futuro del sistema. El circuito confeccionado fue instalado en tubería de Acero al carbón cedula 80 con accesorios soldables y uniones dispuestas con bridas. Las Tes y Codos se unieron a los tramos de tubería por soldadura a excepción de los lugares en los cuales se requirió acoplamiento roscado para su desmontaje.
- Se confeccionó una nueva línea principal de distribución, para lo cual se requirió la instalación de aproximadamente 85 m de tubería de 3" de diámetro de acero al carbón cédula 80. Se instalaron alrededor de 60 m en tubería de 1½" cedula 80 para las derivaciones que entregan agua salada a los pitones contra incendio y tomas para el lavado de las cadenas y anclas.
- Se instalaron sensores de presión, y, manómetros para cada una de las bombas. Se confeccionaron líneas de tubería para prestar servicio a frigoríficos, planta de acondicionamiento de aire, achique y enfriamiento de los moto propulsores en caso de emergencia.

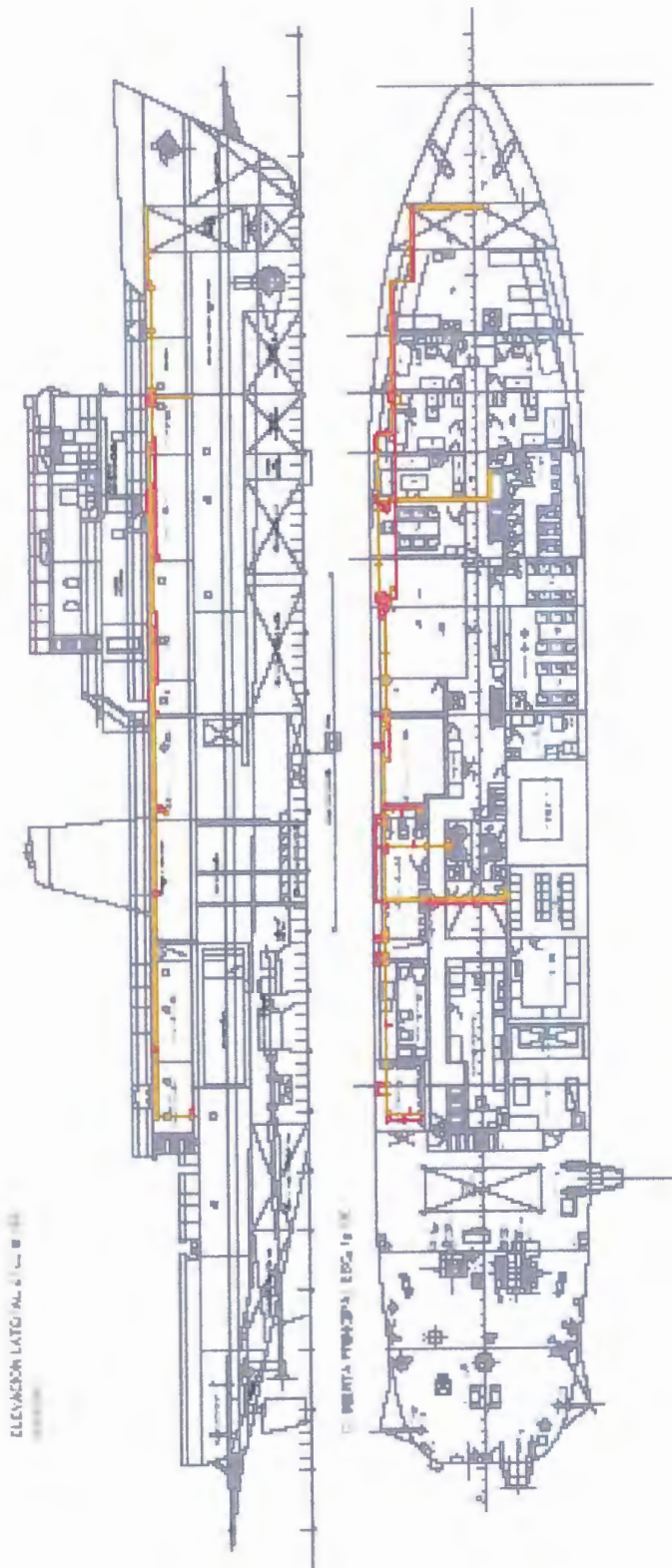


FIGURA 15.- Circuito de contra incendio

Terminados los trabajos en el circuito y durante las pruebas de muelle y mar se probaron las bombas, se verificó la estanqueidad del circuito, con aire comprimido y agua jabonosa. Se tomaron las presiones de trabajo de las bombas, quedando el sistema operativo con una presión de trabajo de 90 psi.

El sistema de achique original de la embarcación no contaba con un manifold de distribución sino que para achicar un área se tenía que ir al sitio y abrir la válvula respectiva. En la actualidad este sistema consta de tres estaciones de achique las que están distribuidas de la siguiente manera:

- Sala de máquinas principal y auxiliar.
- Sala del servo motor.
- Pañol sobre el peak de proa.

Cada una de las estaciones está compuesta de un eductor y un juego de válvulas que permite la maniobra centralizada del achique de dichas áreas.

Se procedió al desmontaje de todo el circuito de achique que comprendía tuberías y accesorios con un diámetro de 80 mm y 65 mm, en la figura 16 se presenta el circuito.

Se renovó completamente el circuito de achique en sala de maquinas, considerando la utilización de un manifold permitiendo que la maniobra de achique sea centralizada. Se instalaron dos eductores de bronce de

los cuales el primero se instaló en sala de maquinas y el segundo en popa.

Luego de finalizados los trabajos se efectuó la comprobación de estanqueidad y operatividad del circuito. En la prueba de operatividad se efectuaron maniobras de achique de todos los compartimentos, las presiones de trabajo de las bombas se las graduaron en 80 psi. En la foto 21, se muestra el montaje de las bombas y el manifold.



FOTO 21.- Montaje de bombas en sala de máquinas.

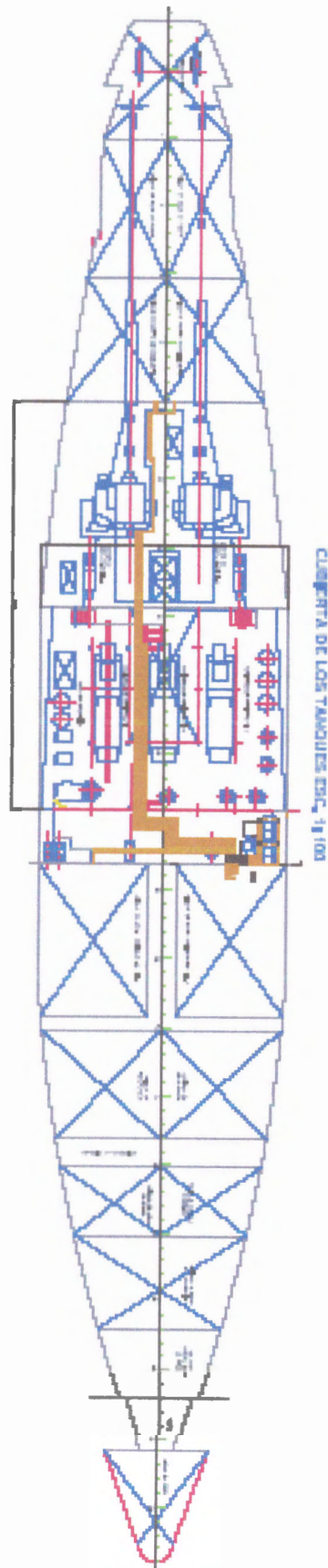


FIGURA 16.- Circuito de achique del buque.



**Circuito de agua dulce.**-Este sistema tiene la finalidad de producir, almacenar y suministrar el agua para el aseo, cocina y bebida de la tripulación en la embarcación. El sistema se compone de:

- Una bomba de 2.2 Kw, centrífuga, para agua dulce con su tanque de presión de 0.5 m<sup>3</sup>, para las duchas y lavamanos.
- Una bomba de 2.2 Kw, centrífuga, para agua de bebida con su tanque de presión de 0.5 m<sup>3</sup> para la cocina y bebederos.
- Bomba de trasvasije de agua de 7.5 hp, de los diferentes tanques de almacenamiento.
- Una bomba para agua caliente, centrífuga de eje horizontal, con motor de 0.4 Kw, la que se utiliza para hacer recircular el agua, hacia las duchas y lavamanos, de un tanque que tiene instaladas dos resistencias eléctricas con capacidad de 400 litros, 1400 l/h (15°C a 70°C).
- Un circuito de agua dulce
- Un circuito de agua de bebida
- Un circuito de agua caliente
- Una planta desalinizadora por osmosis inversa con una capacitada de 2800 GAL/día (5 Ton/día).

La capacidad total de almacenaje de los tanques de agua dulce es 70000 galones contando con todos los tanque de lastre que el buque tenía originalmente, los que actualmente se emplean como tanques de agua dulce adicional.

El circuito de agua dulce se alimenta de los tanques de almacenamiento, y la envía al tanque de presión, mediante una bomba que mantiene el servicio continuo de agua distribuyéndola hacia los lavabos y duchas.

El circuito de agua de bebida igualmente se alimenta de los tanques de almacenamiento, con una bomba y un tanque de presión que brinda servicio a este circuito. Antes de ingresar al tanque de presión se conecta con un esterilizador de agua. Este circuito llega a dos bebederos y al filtro de agua de la cocina.

El sistema cuenta con una planta productora de agua dulce por osmosis inversa que tiene una capacidad de producir 2800 GPD; el agua producida es enviada a los tanques de almacenamiento mediante tubería. La planta cuenta con un filtro para la limpieza del agua salada, además cuenta con un sistema de recirculación y un Kit de químicos para las maniobras de limpieza y embancada.

El circuito de agua caliente posee una bomba, y un tanque al que se le instalaron dos resistencias eléctricas, una vez calentada el agua es enviada a las duchas y lavamanos mediante el correspondiente circuito de agua caliente de ½", el mismo que cuenta con una bomba de recirculación. Todo el sistema alimenta a 10 duchas, 13 lavamanos y más de 14 puntos de servicio entre los que se cuentan: la lavandería, cocina, entre otros equipos que requieren agua para su funcionamiento

como los que se realizan con las pruebas utilizadas por los científicos. En la figura 17 se presenta el circuito.

Se confeccionaron nuevos circuitos para agua de bebida y de aseo en tubería de acero inoxidable AISI 304 comprendiendo diámetros de 1 ½", 1", ¾" y ½" en una extensión total aproximada de 200 m lineales. Las acometidas del circuito de trasvasije se confeccionaron en tubería de acero inoxidable AISI 304. Ø 2" y una extensión total aproximada de 150 m. En las fotos 22, 23 y 24, se muestran los tanques de presión, manifold y tanque para agua caliente.

Durante las pruebas de mar se realizaron las siguientes mediciones:

- i).- Estanqueidad en las tuberías y accesorios.
- ii).- Presiones de descargas (60 psi), con todas las llaves abiertas, se registró el tiempo en que se reactiva la bomba (7 minutos aproximadamente).
- iii).-Pasos de mamparos y cubiertas (presión de prueba 10 psi y agua jabonosa).

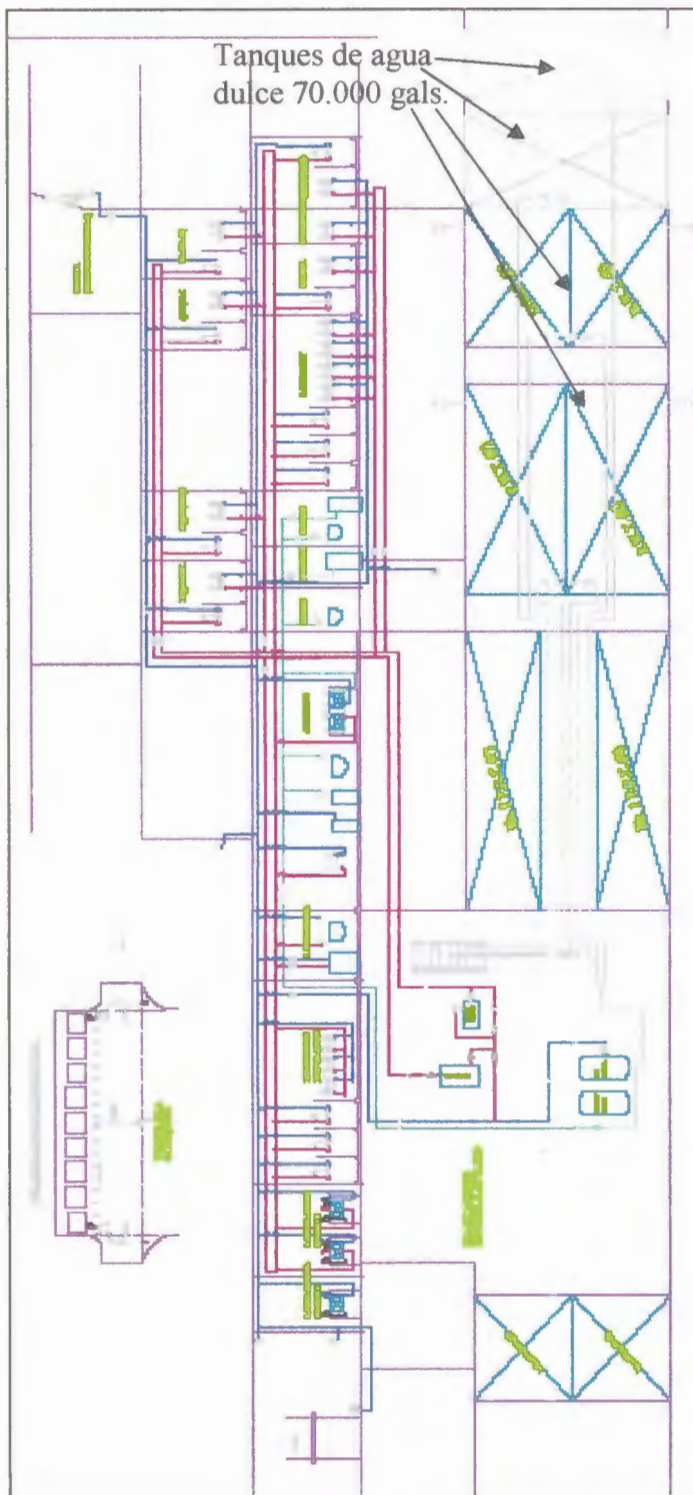


FIGURA 17.- Circuito de agua dulce del BAE Orión.



FOTOS 22 y 23.-Tanques de presión y manifold del sistema de agua dulce.



FOTO 24.- Tanque de presión para agua caliente

**Circuito de aguas negras.**-El sistema de aguas negras proporciona un medio para el manejo de los desechos generados en los inodoros y urinarios al interior del buque. Este sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- Doce inodoros distribuidos de la siguiente manera; 03 en jardines de popa, 03 en jardines de proa y 02 en camarotes del personal científico, 03 en camarotes de oficiales y 1 en enfermería.
- Cuatro urinarios; 02 en jardines de popa y 02 en jardines de proa.
- Una unidad de tratamiento de aguas residuales de capacidad 50 personas/día con un tanque recolector de las aguas negras con una capacidad de 600 Gal ubicado en el compartimiento de la planta frigorífica de la cubierta 200.
- Un tanque recolector de aguas negras, ubicado en la proa del pañol de repuestos de la cubierta 200; este tanque tiene una capacidad de 200 litros.
- El circuito recibe además las aguas grises de la enfermería.

Antes de iniciarse los trabajos en este sistema, se efectuó la revisión del circuito instalado encontrándose la tubería, válvulas y accesorios en mal estado, se inspeccionó la planta original, la misma que se encontraba fuera de servicio por muchos años no siendo posible su recuperación. Se procedió a seleccionar y adquirir una nueva planta de aguas negras marca HEAD HUNTER de tipo físico –química, bajo normas prescritas en IMO, MARPOL y COAST GUARD. La capacidad de procesamiento de la planta es de 5000 GPD, lo cual permite tratar las aguas residuales

negras y grises de 75 personas. Conjuntamente con la planta se adquirieron inodoros marinos adecuados para este tipo de planta. La planta opera conjuntamente con una trampa de grasa para la protección del equipo.

Se desmontaron las bombas, válvulas y accesorios de la planta de aguas negras original por su deterioro, luego de esto se montó el nuevo circuito con la nueva planta. Así mismo se desmontó la bomba y el tanque de recolección de proa. Se retiraron los inodoros de las baterías higiénicas, de esta manera se dejaron libres los espacios para trabajos de reparación de mamparos y pisos metálicos en los baños. Se procedió a una reparación total de la bomba de transferencia y desalojo del tanque recolector de proa, los mismos que contemplaron el cambio de rodamientos, reconstrucción de las tomas de ingreso y descarga, cambio de empaquetadura y sellos, recuperación del aislamiento eléctrico y reparación de borneras.

Partiendo desde la planta de tratamiento principal se confeccionó el circuito de recolección de las aguas negras en tubería de acero al carbón SCH80 de 2", 3" y 4" de diámetro, los accesorios (yees, tees y codos) se montaron del tipo soldable; en los puntos de intersección de tubería se confeccionaron yees (ver foto 23) en lugar de tees de tal modo que favorezca la circulación de los desechos. Las juntas del circuito se confeccionaron con bridas para facilitar la reparación.

Luego del arribo de la planta, ésta fue ingresada a bordo y montada sobre su base, la misma que se confeccionó en acero estructural de ángulo de 3". Se confeccionaron las acometidas entre el circuito y las bombas de desalojo, se conectó la planta con la tubería de recolección desde los baños y se instaló la tubería de desalojo al exterior por cubierta. Adicionalmente se fabricaron acometidas de tubería de venteo externo y de ingreso de aguas grises al tanque de desinfección.

Se confeccionó una línea de lavado de agua dulce para la planta y para la descarga al exterior se fabricaron bridas estándar para conexión universal a puerto según lo indicado por MARPOL. Al sistema también se le dotó de instrumentos de medida de presión en las líneas de desalojo para permitir un mejor control del comportamiento del sistema.

Se renovó el tanque de recolección de aguas negras de proa manteniéndose la capacidad original, se confeccionó un nuevo tanque de aguas negras para recibir los desechos de los baños de todo el buque, se instalaron las bombas de transferencia tanto para el tanque de proa, el tanque de recolección principal y el tanque de aguas grises que también son tratadas por la planta. Se instaló el nuevo circuito de aguas negras en tubería de acero al carbón cedula 80 en diámetros de 4", 3", 2½" y 2", con accesorios soldables. La longitud total de tubería instalada es de 90 m aproximadamente.



Luego de la culminación de los trabajos se probó el circuito a presión para determinar la presencia de fugas, con agua jabonosa, la presión de prueba fue de 4 psi. Se probó la operación de los inodoros y urinarios. La planta de tratamiento se probó en conjunto con el circuito de desalajo, evaluando la estanqueidad de las líneas de descarga. En las fotos 25 y 26, se presenta el montaje del tanque y conexión tipo Y.

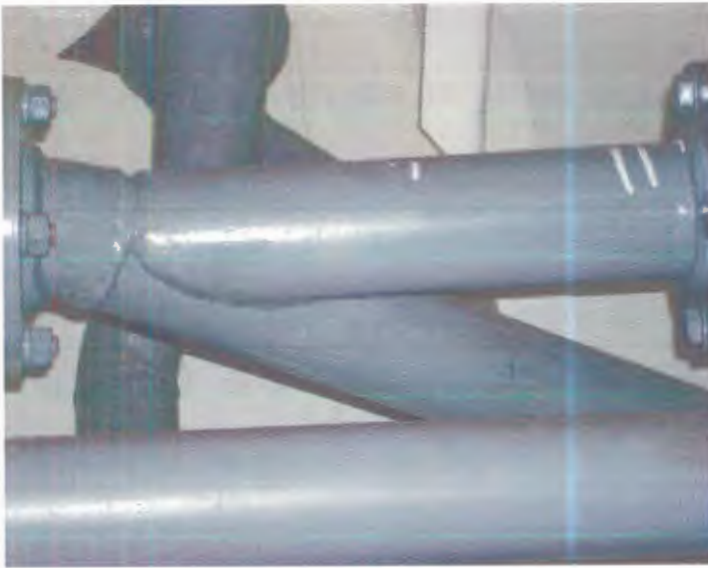


FOTO 25.- Conexión tipo Y en circuito de aguas negras.



FOTO 26.- Tanque de presión para abastecer de agua salada a los inodoros.

#### **4.2.- Reparación de pescantes y sistema hidráulico.**

**Reparación de pescantes.-** Los pescantes que estaban ubicados a popa de la sección media, para el izado de los botes salvavidas, fueron desmontados y en su lugar se construyó una cubierta de vuelo, los pescantes ubicados a proa de la sección media se les realizó el mantenimiento y reparación tanto de la estructura como de la parte eléctrica; también se renovaron todos los cables para la maniobra de izado de los botes.

A los pescantes para el izado de los alimentos con que cuenta la embarcación (capacidad de 270 Kg) se les sometió a mantenimiento rutinario de rasqueteo, reparación del tintero, arreglo del sombrero de protección del tintero, cambio del ruliman donde descansa el pescante, se renovó el cableado de maniobra, además de la limpieza, pintura y engrasado de todos los elementos, en la figura 18 se presenta el mecanismo de giro de los pescantes.

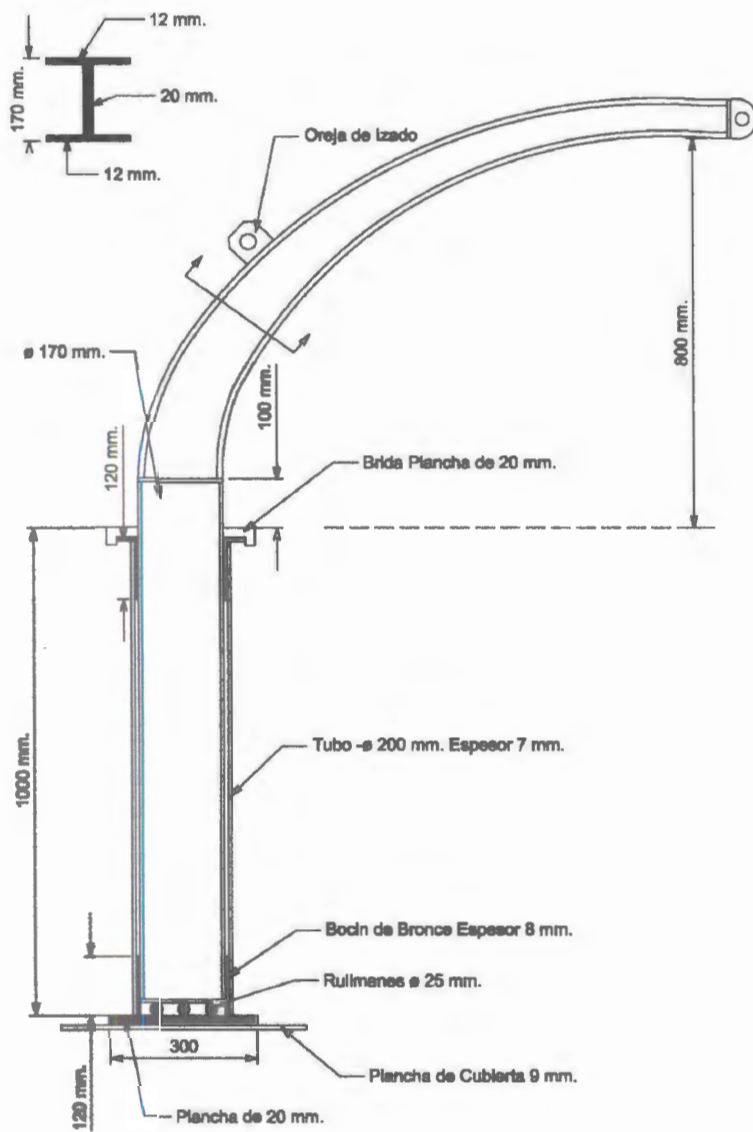


FIGURA 18.- Mecanismo de giro del pescante en el tintero cap. max. de 1200 Kg.

El winche que maniobra el marco en A lateral que estaba sobre la cubierta de botes se lo trasladó sobre la cubierta de popa, a un costado del marco, la capacidad de carga de este winche es de 800 kilogramos. Los otros dos winches con que cuenta la embarcación también fueron desmontados y dado mantenimiento, las bases sobre las cuales trabajan se cambiaron, debido al deterioro de la estructura de soporte, en la foto 27, se muestra el montaje de los marcos.



FOTO 27.- Marco en A lateral, se utiliza para maniobra con la roseta.

La central hidráulica fue desmontada y dada mantenimiento, renovándose toda la tubería que conecta con los tres winches que se maniobran con los marcos en A.

En la foto 28, se muestra el montaje de los winches.

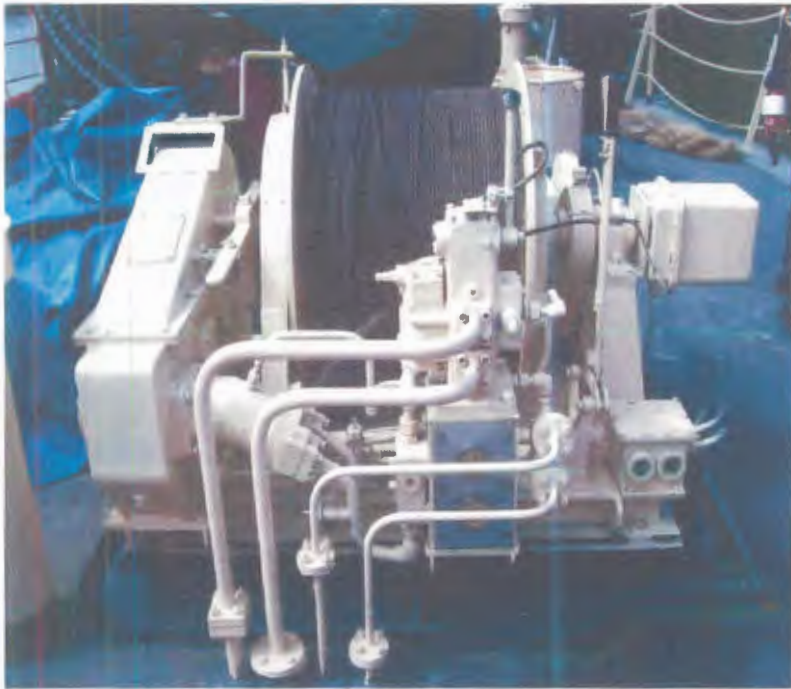


FOTO 28.- Winche utilizado para maniobra con el marco en A de popa.

El sistema hidráulico cumple la función de proveer poder hidráulico para los winches de cubierta y pescantes en A, el poder hidráulico de los winches consta de:

- 02 Bombas hidráulicas de 37 Kw y 190 bar.
- 01 Válvula de selección de circuito,
- 02 Enfriadores de aceite.
- 01 Tanque reservorio de 158,5 gal (600 Lit.)
- Manómetros, válvulas y accesorios
- Tubería y mangueras de 1 ½" y 1", en hierro negro sch 40.

### 4.3.- Instalación de grúa.-

La embarcación contaba con una pluma con un alcance de 9 m que levantaba 3.000,00 Kg de peso, pero por el tiempo de uso, y el deterioro de las partes constitutivas, y el sistema hidráulico de las tantas reparaciones, el levantamiento de carga solo llegaba a 700,00 Kg, el peso de las plumas y la arboladura, es de 6453.40 Kg, por lo que se procedió a realizar el cambio por una grúa que ocupe menos espacio y tenga mas alcance y mayor peso de levantamiento, la labor que desarrolla la grúa es para elevar las boyas de mar y darles mantenimiento con un peso que varía entre 2 a 3.2 toneladas, a continuación en la tabla 14, se describen las características de la nueva grúa que se instaló en la unidad, en la foto 29, se muestra la grúa.

DESCRIPCION	VALORES
Momento de elevación	470 KNm
Momento máximo Dinámico	60.000 daN
Alcance máximo de la grúa	10 m
Tiempo de giro con carga	60 seg.
Presión de trabajo	290 bares
Caudal de la bomba	70 l/minuto.
Potencia máxima de la bomba	43 KW
Tiro máximo del cabrestante	2000 daN
Prolongaciones mecánicas	3
Peso de la grúa	5310 Kg.

TABLA 14.- Características técnicas de la grúa



FOTO 29.- Montaje de grúa en la popa de la embarcación

El montaje de la grúa se la realizó en el mismo lugar de la original, debido a que el área estructural era suficiente para el montaje de la nueva grúa, ya que el peso y la carga de trabajo en relación a la original son similares. El estructural longitudinal y transversal son conformadas por vigas en forma de tees de 200x100x12 mm, con separación de 600 mm; la plancha de la cubierta es de 9 mm. La base de la grúa se construyó en plancha de 20 mm, montada en una plancha sobrepuesta de 12 mm, con escuadras. Para asegurar la grúa a la base se utilizaron pernos de acero de transmisión de hilo fino, de diámetro de 25 mm y 100

mm de largo con tuercas de seguridad; en la foto 30, se muestra el montaje de la base.

La grúa cuenta con su propia central hidráulica la que se instaló en el compartimiento del servo, porque las dimensiones de la central no daban para ser instaladas en otro sector. En la figura 19 se presenta la grúa.

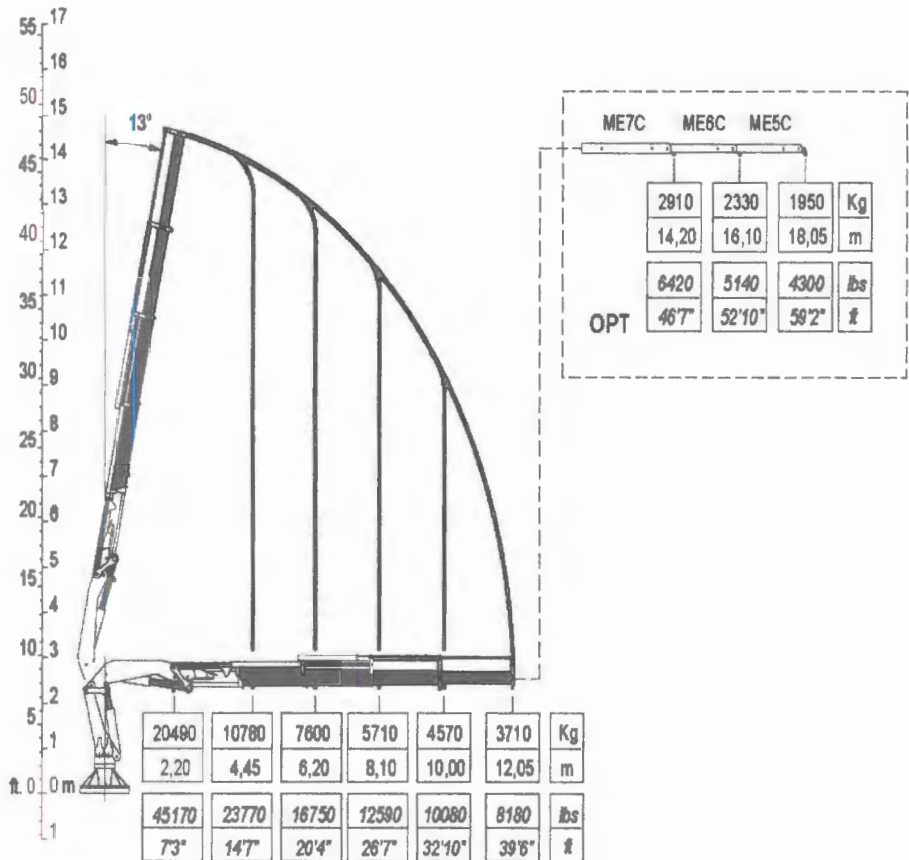


FIGURA 19.- Plano de la grúa instalada en el Orión





FOTO 30.- Base de la grúa montada en cubierta de popa

Al instalarse la nueva grúa también se montó su respectiva central hidráulica, para lo cual se fabricó una base robusta de perfil de acero en la sala del servo motor a la banda de estribor, con ángulos de 2" y 3", de espesor de ¼". Se confeccionó un nuevo circuito independiente de 25 m de longitud, que comprende tres líneas de tubería de 1" y ½". Por último se confeccionó e instaló el tablero eléctrico de arranque, el equipo instalado es el siguiente:

- 01 Bomba hidráulica de 40 Kw y 230 bar.
- 01 Tanque reservorio de 75 gal.
- Manómetros, válvulas y accesorios.
- Tubería y mangueras de 1", ½" y 3/8".

En la figura 20 se presenta la central hidráulica instalada.

- 1.- Deposito
- 2.- Tapón de relleno
- 3.- Filtro de retorno
- 4.- Bomba
- 5.- Campana
- 6.- Motor eléctrico
- 7.- Filtro de aspiración
- 8.- Nivel

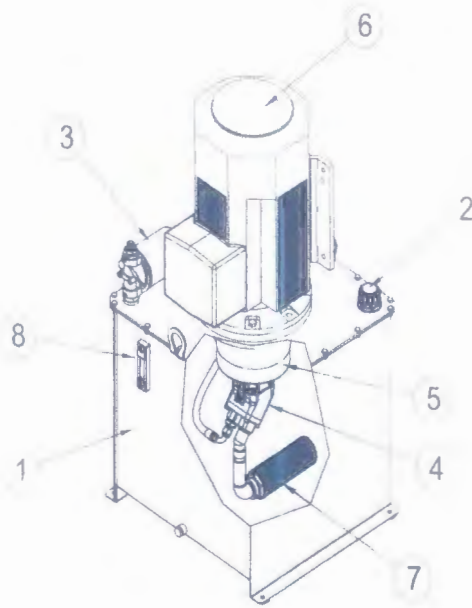


FIGURA 20.- Central hidráulica instalada en el servo.

#### **4.4.- Montaje de planta de acondicionamiento de aire y frigoríficos.**

**Planta de acondicionamiento de aire.-** La planta de acondicionamiento de aire se la instaló en el mismo lugar que la original, previo a esto se le dio mantenimiento al planchaje de la cubierta, rasqueteando y aplicando el plan de pintura normal. El sistema tiene la finalidad de proveer de aire frío para la climatización de los ambientes habitables de la unidad. La planta consta de los siguientes componentes:

- 02 compresores Copelland de 30 toneladas de capacidad.
- 02 intercambiadores de Calor.
- 01 evaporador con ventilador.
- 01 panel de control.
- Un sistema de ductos rectangulares distribuidos a lo largo de las áreas habitables del buque.

Inicialmente se efectuó un recorrido de inspección en la planta de aire acondicionado estableciéndose que el deterioro de la misma no garantizaba una recuperación satisfactoria. En base a esto se procedió al desmontaje de los compresores, intercambiador original, ventilador y evaporador. Los ductos de distribución fueron desmontados y proceder al mantenimiento y reparación.

Se desmontaron y les dio mantenimiento a los climatizadores de la sala hidrográfica y de la sala de control de maquinas, el trabajo que se les realizó fue:

- a. Cambio de rodamientos
- b. Se limpió el intercambiador de calor.
- c. Se reemplazó la tubería de cobre.
- d. Se reparó el sistema eléctrico.
- e. Limpieza del moví lento.

Se efectuó el mantenimiento de 120 m de ductos de diferentes dimensiones. Se repararon las compuertas de cierre de sección, se recuperaron las bridas y acoplamiento, por último se repararon 35 difusores. Se confeccionaron las bases de la planta, en ángulos de 3”.

Previa a la instalación de la planta, se efectuó el montaje de los ductos reparados, a continuación se confeccionó el aislamiento térmico de los mismos utilizando planchas de lana de vidrio y lona térmica.

Se cubrió a los mamparos con una capa de 2” de aislamiento térmico con plancha de lana de vidrio con foild de aluminio, para el control de la temperatura de aire de ingreso a la planta.

Terminada la instalación de los ductos se procedió a montar e instalar la planta de acondicionamiento de aire lo que implicó practicar un corte en la cubierta superior ya que las dimensiones de la planta no permitían el ingreso de la misma a la unidad través de las puertas. Se instaló inicialmente la manejadora de aire y luego de confeccionar una base adecuada se montaron los compresores, intercambiadores de calor, válvulas reguladoras y tubería de interconexión.

Se confeccionaron las líneas de alimentación de agua salada en tubería de acero de 2 ½" al carbón cedula 80 en una extensión de 8 m. Además se instaló una línea de drenaje de condensado y por último se montó el tablero de control de la planta; en la foto 31, se muestra la instalación de la planta.

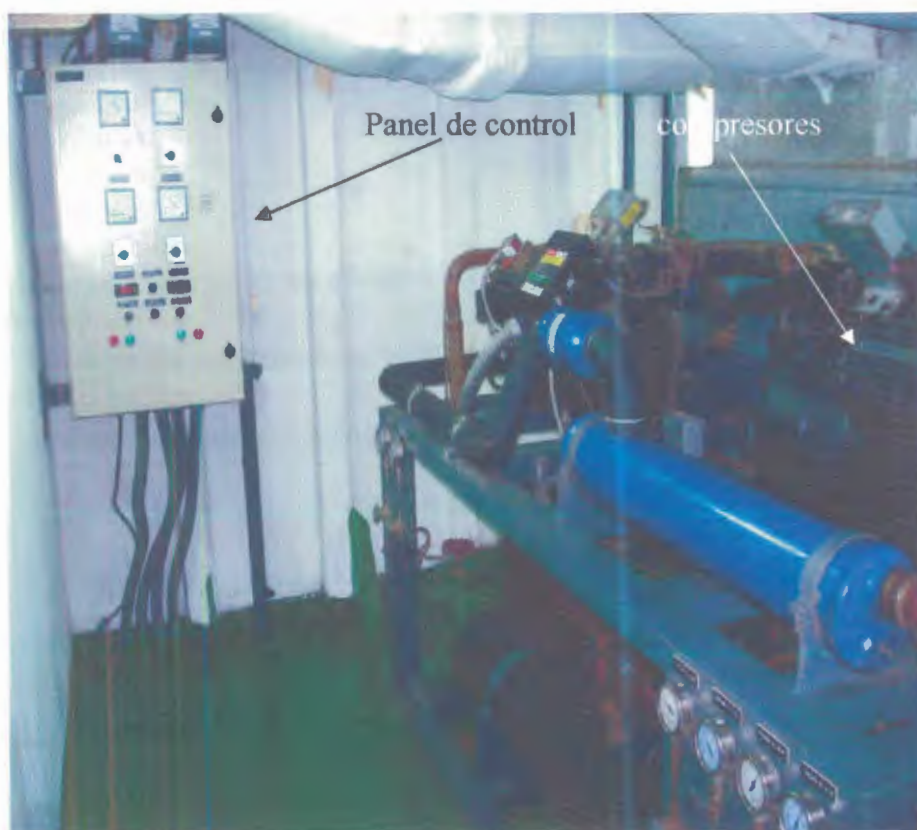


FOTO 31.- Planta de acondicionamiento de aire instalada en el buque.

**Planta frigorífica.**-Este sistema tiene la finalidad de almacenar y conservar los alimentos para ser usados durante los días de navegación.

La planta consta de los siguientes componentes:

- 02 compresores Copelland 460V, 60 hz, trifásico.
- 02 intercambiadores de Calor.
- 05 evaporadores con ventilador.
- 01 panel de control.
- Cañerías de cobre para conducir el freón a las diferentes cámaras.

Las cámaras frigoríficas se dividen en:

- cámara de vegetales: – 8 grados centígrados.
- cámara de carnes: -20 grados centígrados.
- cámara de muestras: -12 grados centígrados.
- cámara de mariscos: -20 grados centígrados.

Inicialmente se efectuó un recorrido de inspección en la planta frigorífica estableciéndose que el deterioro de la misma no garantizaba una recuperación satisfactoria. En base a esto se procedió al desmontaje, y a la selección de la nueva planta. Luego de inspeccionar los compartimentos de las cámaras frigoríficas se pudo observar que el aislamiento se encontraba deteriorado, debido a lo cual se decidió desmantelar completamente la madera de la estructura, el aislamiento de espuma, y el revestimiento de fibra de vidrio.

Luego del desmontaje de las cámaras frigoríficas se procedió a reparar las planchas de los mamparos y los estructurales, por presentar perforaciones por desgaste debido a la corrosión, luego de esto se aplicó dos capas de pintura anticorrosiva.

En cuanto a los elementos en las cámaras frigoríficas solamente las bisagras y los seguros de las puertas recibieron mantenimiento debido a que la madera de las puertas estaba deteriorada, por lo que fueron renovadas.

Debido a las dimensiones de las plantas frigoríficas se las separó en partes para poder ingresarlas por las puertas del buque. Una vez en el interior, se confeccionó la base en acero estructural con ángulos de 2", luego de lo cual se montaron los compresores, los intercambiadores de calor, la cañería de cobre de 1/4", las válvulas, accesorios y dispositivos eléctricos de control.

Se confeccionaron las líneas de alimentación de agua salada en tubería de acero al carbón de diámetro de 1" y cedula 80, en una extensión de 40 m. Se confeccionaron además las líneas de cobre que llevan el Freón a las cámaras frigoríficas, se instalaron los evaporadores, se confeccionaron nuevos pasos de mamparo y sus respectivos soportes con platinas de 1".

En las cámaras frigoríficas se confeccionó una nueva estructura de madera, nuevos paneles de madera, nuevo aislamiento de espuma y

nuevo revestimiento de fibra de vidrio. Todas las puertas de los frigoríficos fueron renovadas e instaladas. En las pruebas de mar se comprobaron las temperaturas de las cámaras, quedando la de carnes y mariscos 20 grados centígrados bajo cero y la de vegetales en 8 grados centígrados bajo cero, en la foto 32 y 33, se muestran las instalaciones de las plantas frigoríficas y las cámaras.



FOTO 32.- Plantas frigoríficas instaladas en la embarcación.



FOTO 33.- Cámaras frigoríficas.



## CONCLUSIONES

Luego de describir la experiencia de la Supervisión de trabajos para la Recuperación y Modernización de un buque, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

Para implementar un Plan de Cambio de Planchaje en un buque, se debe establecer primero un programa de mediciones de espesor, y luego comparándolos con los valores originales, determinar la cantidad de material requerido. Luego cuando se trata de cambiar paneles largos, de más de 7 metros, se debe implementar un proceso adecuado para evitar distorsiones de la estructura. Así mismo, los procesos de soldadura deben seguir las recomendaciones de alguna de las sociedades de clasificación, para evitar deformaciones residuales en la estructura.

De la experiencia desarrollada, se puede establecer que bajo una adecuada planificación se puede ahorrar dinero si se ejecutan ciertos trabajos en seco y otros con el buque flotando. Esto debido a que los costos de uso de un dique son muy elevados, comparados con los de usar un muelle.

Cuando se instala un motor propulsor, es necesario construir las bases de tal manera que queden alrededor de 2 cm. por debajo de la línea de

eje (orden de potencia del motor de 450 kw). De esta forma el motor se lo podrá luego levantar hasta la posición de alineado, empleando "gatos" (hidráulicos ó mecánicos). Finalmente se introducen láminas de espesor adecuado con orificios para los pernos, para lograr el asentamiento definitivo.

La construcción de las bases debe considerar las recomendaciones de los fabricantes de los diferentes equipos. En el caso de antenas, se debe considerar el hecho de que el movimiento de la embarcación induce cargas inerciales que se suman a las del propio peso. Esto lleva a que se debe utilizar plancha y estructurales de elevado espesor (8 mm o más) para la construcción de las bases. Así mismo, los pernos de sujeción es preferible que sean de Acero Inoxidable para que puedan resistir de mejor forma la corrosión marina.

Para mejorar la operación de los circuitos abordo, se pueden emplear ciertos elementos como las Yes en lugar de Tes para que el flujo de un ramal no signifique restricción para el otro. Así mismo, en el país se dispone de industria de fundición que puede construir Eductores, ref. (9), elementos que pueden evitar que los residuos sólidos de sentina pasen por el impulsor de las bombas. Finalmente, la inclusión de múltiples ("manifolds") en los circuitos ramificados, ayuda a desarrollar una maniobra centralizada, esto es, desde un punto se puede abrir ó cerrar válvulas para que el sistema succione ó descargue en un cierto punto.

## RECOMENDACIONES

Luego de haber completado el reporte de los trabajos para la Modernización del BAE Orión, se recomienda que antes de empezar el proyecto propiamente dicho, se debe planificar adecuadamente la importación de los diferentes equipos a ser instalados. Esto evita atrasos en la ejecución del proyecto.

## Anexo A

### Descripción de los pernos gatos para el alineamiento.

Para el alineamiento de los motores de propulsión principal, se confeccionaron unos dispositivos con tubo de diámetro de 2" y SCH 80, con el objeto de elevarlos o trasladarlos transversalmente (hacia Bb o Eb). En la foto 34, se presentan estos dispositivos denominados comúnmente "perros".



Foto 34.- Pernos gatos para alineamiento.

## ANEXO B

### Descripción del eductor.

El eductor es un dispositivo que se utiliza para desalojar, las aguas de las sentinas empleando un efecto de vacío. Además evita que el fluido de descarga pase por la bomba, sin que la suciedad dañe al "impeller". En la foto 35, se muestra el eductor instalado, de fabricación nacional, ref. (9).



Fotos 35.- Eductor del sistema de achique.

## Bibliografía

- (1) Dirección de Mantenimiento y Recuperación de Unidades Navales, Recorrido General del BAE ORION. DIMARE Armada del Ecuador, 2006
- (2) Karassik, Igor, Krutzsch, William, y, Fraser, Warren, Manual de Bombas. Mcgraw-Hill de México, S.A, México, 1983
- (3) Marks, Manual del Ingeniero Mecánico. Mcgraw-Hill de México, S.A, México, 2007
- (4) American Bureau of Shipping, Guía para Desgaste de Material, Convención de 1987
- (5) American Bureau of Shipping, Guía para Construcción de buques de hasta 61 m. año 1980
- (6) Astilleros Navales Ecuatorianos, Libreto de Estabilidad del BAE Orión. Guayaquil Ecuador, 2008.
- (7) CATERPILLAR, Guía de Instalación, Guayaquil Ecuador, 2000.
- (8) SOLAS, Reglas 4, 10, 11 y 12, Organización Marítima Internacional, Londres SE17SR, 1997.
- (9) IMF-IMSA, Eductores Telf. 03-2961174 Riobamba Ecuador 2008.

### Web Sites

- (10) Acoples flexibles [www.flendermexico.com](http://www.flendermexico.com), junio 2007
- (11) Planta de aguas negras [www.headhunter.com](http://www.headhunter.com), julio 2007
- (12) Grúa hidráulica [www.iguerra.com](http://www.iguerra.com), junio 2007
- (13) Motores eléctricos [www.siemens.com](http://www.siemens.com), noviembre 2006