



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Implementación de un manual de operación y  
mantenimiento del sistema de agua sanitaria del BAP  
Unión**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de  
Ingeniero Industrial con mención en Gestión Logística

**Alonso Jhair Barrionuevo Salazar**

**Revisor:  
Dr. Ing. Erick Miñán Ubillus**

**Piura, diciembre de 2020**



### **Dedicatoria**

A mi amada novia que supo encaminar mis esfuerzos y fue testigo del presente trabajo.

A la memoria de mi tía Laura que siempre fue mi ejemplo a seguir.

A la memoria de mis abuelos por su amor incondicional.

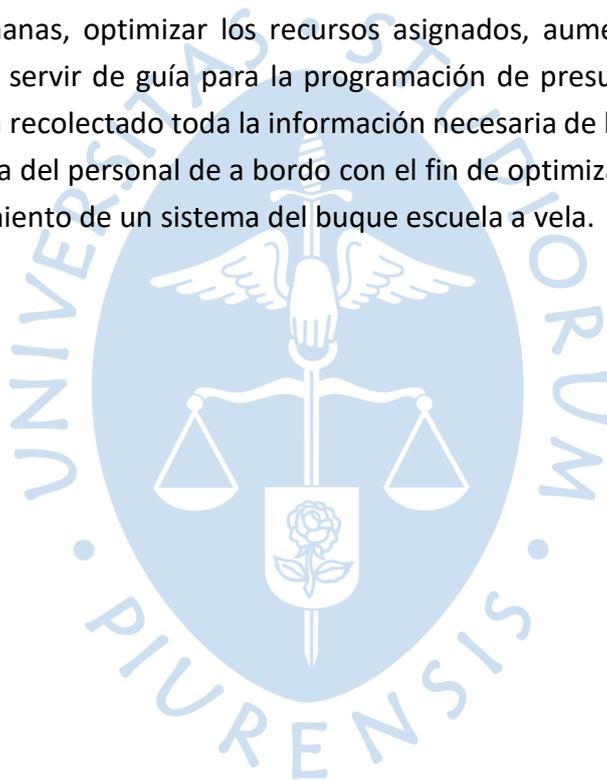
Finalmente, a mis padres y hermano por la formación y amor que siempre me brindaron.





## Resumen

El presente trabajo de suficiencia profesional propone y estandariza procesos de operación y mantenimiento preventivo del sistema de agua sanitaria del BAP Unión (Buque Escuela a Vela) a través de la implementación de un manual de operación y mantenimiento. El objetivo es reducir las fallas humanas, optimizar los recursos asignados, aumentar la vida útil de los equipos y finalmente, servir de guía para la programación de presupuesto y trabajos de la unidad. Para ello se ha recolectado toda la información necesaria de los manuales de equipos e información empírica del personal de a bordo con el fin de optimizar todos los procesos de operación y mantenimiento de un sistema del buque escuela a vela.





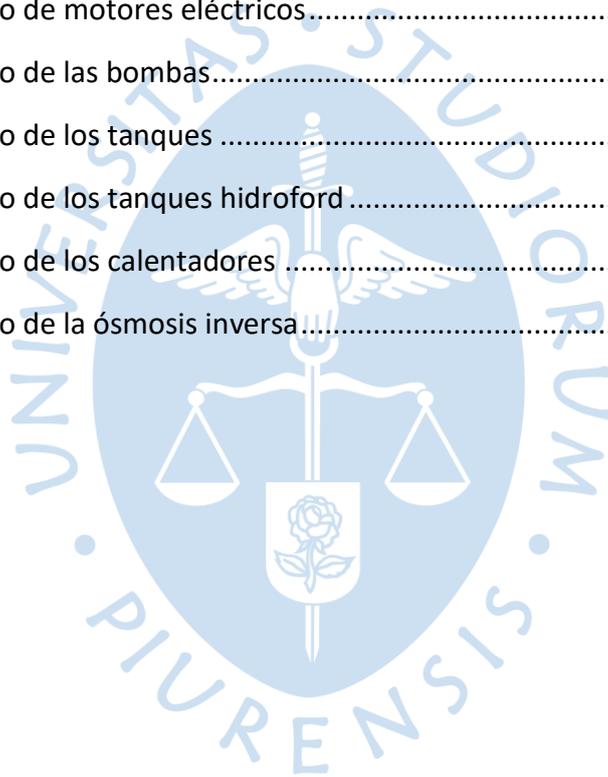
## Tabla de contenido

Introducción .....	13
Capítulo 1 .....	15
Antecedentes .....	15
1.1. Marina de Guerra del Perú y el BAP Unión .....	15
1.2. Departamento de Ingeniería del BAP Unión .....	19
1.3. Descripción general de la experiencia profesional.....	21
1.4. Descripción general del problema.....	23
Capítulo 2 .....	27
Fundamentación sobre el tema elegido .....	27
2.1. Equipos utilizados en el proceso de producción de agua sanitaria (ósmosis inversa)..	27
2.2. Elaboración de manuales de operación y mantenimiento de equipos.....	28
2.3. Cursos relacionados.....	29
Capítulo 3 .....	31
Aportes y desarrollo de la experiencia.....	31
3.1. Elaboración del manual .....	31
3.2. Descripción general del Sistema de Agua Sanitaria del BAP Unión .....	32
3.2.1. <i>Electrobombas sanitarias</i> .....	32
3.2.2. <i>Los tanques sanitarios</i> .....	35
3.2.3. <i>Tanques hidroford</i> .....	36
3.2.4. <i>Calentador</i> .....	37
3.2.5. <i>Ósmosis inversa</i> .....	39
3.2.6. <i>Alimentación eléctrica</i> .....	47
3.2.7. <i>Válvulas</i> .....	48

3.2.8. Interconexiones con otros sistemas .....	48
3.3. Predisposición del Sistema de Agua Sanitaria .....	51
3.3.1. Predisposición de las electrobombas de agua sanitaria para su operación: .....	51
3.3.2. Predisposición del subsistema de ósmosis inversa: .....	51
3.3.3. Predisposición de los tanques sanitarios para una faena de agua por medio de las tomas en la cubierta alcázar .....	58
3.3.4. Predisposición de los calentadores para el uso con el Sistema de Agua Sanitaria .	59
3.4. Operación del Sistema de Agua Sanitaria.....	59
3.4.1. Operación de las electrobombas sanitarias .....	59
3.4.2. Operación de las ósmosis inversas.....	61
3.4.3. Operación de los calentadores.....	63
3.5. Mantenimiento del Sistema de Agua Sanitaria .....	63
3.5.1. Mantenimiento del motor eléctrico .....	64
3.5.2. Mantenimiento de las bombas .....	64
3.5.3. Mantenimiento de tanques.....	65
3.5.4. Mantenimiento de los tanques hidrofond .....	65
3.5.5. Mantenimiento de los calentadores .....	65
3.5.6. Mantenimiento de la ósmosis inversa .....	65
Conclusiones.....	67
Lista de referencias .....	69
Apéndices .....	71
Planos .....	79

### Lista de tablas

Tabla 1 Tanques del sistema de agua sanitaria.....	36
Tabla 2 Tanques del sistema de agua sanitaria.....	47
Tabla 3 Mantenimiento de motores eléctricos.....	64
Tabla 4 Mantenimiento de las bombas.....	64
Tabla 5 Mantenimiento de los tanques .....	65
Tabla 6 Mantenimiento de los tanques hidroford .....	65
Tabla 7 Mantenimiento de los calentadores .....	65
Tabla 8 Mantenimiento de la ósmosis inversa.....	66





## Lista de figuras

Figura 1 Organigrama de la MGP .....	17
Figura 2 Organigrama del BAP Unión.....	18
Figura 3 Organigrama del Departamento de Ingeniería .....	19
Figura 4 Diagrama de Ishikawa .....	24
Figura 5 Componentes de un sistema de ósmosis inversa.....	27
Figura 6 Diagrama ósmosis y ósmosis inversa .....	28
Figura 7 Diagrama de bloques del sistema de agua sanitaria.....	33
Figura 8 Foto de las electrobombas sanitarias.....	35
Figura 9 Foto de perfil de las electrobombas sanitarias.....	35
Figura 10 Tanque Hidroford .....	37
Figura 11 Calentador .....	38
Figura 12 Fotos de electrobombas de recirculación de agua caliente.....	38
Figura 13 Partes del calentador .....	39
Figura 14 Partes del subsistema de la ósmosis inversa .....	40
Figura 15 Sub sistema de descarga de destilado .....	43
Figura 16 Filtro de discos.....	44
Figura 17 Tanque de limpieza química.....	46
Figura 18 Electrobomba de limpieza química .....	46
Figura 19 Filtro mineralizador .....	47
Figura 20 Diagrama del sistema de agua potable .....	50
Figura 21 Diagrama del sistema de agua sanitaria.....	50
Figura 22 Válvula mariposa de fondo de agua de mar .....	52
Figura 23 Válvula mariposa seccional de fondo de agua de mar.....	53

Figura 24 Válvula mariposa seccional de fondo de agua de mar vista frontal .....	53
Figura 25 Válvula mariposa seccional de las bombas de baja de las ósmosis inversas .....	53
Figura 26 Válvula globo de descarga de la bomba de baja de las ósmosis inversas.....	54
Figura 27 Válvula bola de succión de la bomba de baja de las ósmosis inversas .....	54
Figura 28 Válvulas del subsistema de la ósmosis inversa .....	54
Figura 29 Válvulas mariposas del subsistema de la ósmosis inversa.....	55
Figura 30 Válvula bola de ingreso al filtro cartucho de 50 micras .....	55
Figura 31 Válvulas bolas del sistema de filtración de la ósmosis inversa .....	55
Figura 32 Válvula aguja reguladora de alta presión.....	56
Figura 33 Válvula de descarga al mar.....	56
Figura 34 Válvulas bola de ingreso y salida del mineralizador.....	56
Figura 35 Válvula mariposa by-pass del mineralizador.....	57
Figura 36 Válvula globo seccional de llenado a los tanques .....	57
Figura 37 Válvula mariposa de llenado al tanque a utilizar .....	57
Figura 38 Válvulas mariposas del caudalímetro.....	58
Figura 39 Válvulas mariposa de llenado del tanque 8 de agua sanitaria.....	58
Figura 40 Llave térmica a55 .....	59
Figura 41 Cuadro eléctrico del Hidroford de agua sanitaria .....	60
Figura 42 Manómetro de presión .....	60
Figura 43 Cuadro de control de la ósmosis inversa N° 1.....	62
Figura 44 Caudalímetro de alimentación y producción .....	62
Figura 45 Válvula aguja reguladora de presión.....	62

## **Introducción**

Actualmente la tripulación del BAP Unión opera los diversos sistemas del buque, los cuales están compuestos por equipos de gran costo y requieren de un conocimiento profundo por parte de los operarios. De igual forma todos los sistemas y sus equipos requieren de un mantenimiento programado para su correcto funcionamiento.

El Buque Escuela a Vela, solo posee los manuales de los equipos que integran los sistemas, más no cuenta con los manuales de los sistemas en donde se debería observar la interoperabilidad de todos los equipos. Esto genera desconocimiento en la operación y mantenimiento, lo cual puede generar leves fallas o averías debido al error humano, incrementando el gasto general de la unidad por mantenimientos correctivos que se podrían evitar si es que se contara con manuales bien establecidos.

Para mejorar uno de los tantos sistemas que tiene el BAP Unión, el presente trabajo implementa un manual de operación y mantenimiento del sistema de agua sanitaria, en donde se detalla la descripción del sistema, la predisposición de los equipos que lo conforman, la operación y finalmente el mantenimiento preventivo, con el fin de mantener y elevar la confiabilidad de estos.

En el primer capítulo, se especifica el organigrama de la Marina de Guerra del Perú, las comandancias que lo conforman y unidades navales, en donde se menciona aspectos importantes del BAP Unión. De igual forma, se describe la trayectoria profesional del autor y se sustenta el problema general.

El segundo capítulo nos orienta acerca de los equipos que se emplean durante el proceso de osmosis inversa, la documentación teórica que emplea la MGP para la elaboración de sus manuales y los cursos que ha seguido el autor.

En el último capítulo, se fundamenta la elaboración del manual, se explica la predisposición de los equipos del sistema de agua sanitaria, se enumera los procedimientos para la operación y finalmente se puntualiza el mantenimiento preventivo necesario para mantener su operatividad.



## **Capítulo 1**

### **Antecedentes**

#### **1.1. Marina de Guerra del Perú y el BAP Unión**

De acuerdo con lo establecido en el Decreto Legislativo N°1138 de la Constitución Política del Perú, la Marina de Guerra del Perú (MGP) controla, vigila y defiende el dominio marítimo, el ámbito fluvial y lacustre, de conformidad con la ley y con los tratados ratificados por el Estado, con el propósito de contribuir a garantizar la independencia, soberanía e integridad territorial de la República. Tiene las siguientes funciones:

La MGP, en el marco de sus competencias y en atención al ordenamiento jurídico vigente, cumple las siguientes funciones:

- Garantizar la independencia, soberanía e integridad territorial de la República, en el ámbito de su competencia.
- Ejercer el control, la vigilancia y la defensa del dominio marítimo, el ámbito fluvial y lacustre del país.
- Participar en el control del orden interno, de acuerdo con lo establecido en la Constitución Política del Perú y la normativa legal vigente.
- Participar en la ejecución de las Políticas de Estado en materias de Seguridad y Defensa Nacional.
- Participar en la elaboración de las políticas relacionadas con el empleo de la Marina Mercante Nacional, como componente de la reserva naval.
- Desarrollar actividades de inteligencia orientadas a la Seguridad y Defensa Nacional en el ámbito de su competencia.
- Ejercer, a través de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, la autoridad marítima, fluvial y lacustre a nivel nacional, en el ámbito que le confiere la ley.
- Participar en la ejecución de las políticas de Estado en materia de desarrollo económico y social del país, defensa civil, ciencia y tecnología, objetos arqueológicos e históricos, asuntos antárticos, asuntos amazónicos, y de protección del medio ambiente, de acuerdo con la normativa legal vigente.

- Conducir las acciones de preparación, formación, capacitación, especialización, perfeccionamiento, entrenamiento, mantenimiento y equipamiento del Componente Naval de las Fuerzas Armadas, en función de los objetivos y de las Políticas de Seguridad y Defensa Nacional.

La misión de la MGP es "Ejercer la vigilancia y protección de los intereses nacionales en el ámbito marítimo, fluvial y lacustre, y apoyar la política exterior del Estado a través del Poder Naval; asumir el control del orden interno, coadyuvar en el desarrollo económico y social del país y participar en la Defensa Civil de acuerdo a ley; con el fin de contribuir a garantizar la independencia, soberanía e integridad territorial de la República y el bienestar general de la población" (Marina de Guerra del Perú, s.f.).

La visión de la MGP es "Poder Naval capaz de actuar con éxito donde lo requieran los intereses nacionales" (Marina de Guerra del Perú, s.f.).

La Organización de la MGP se puede visualizar en la Figura 1.

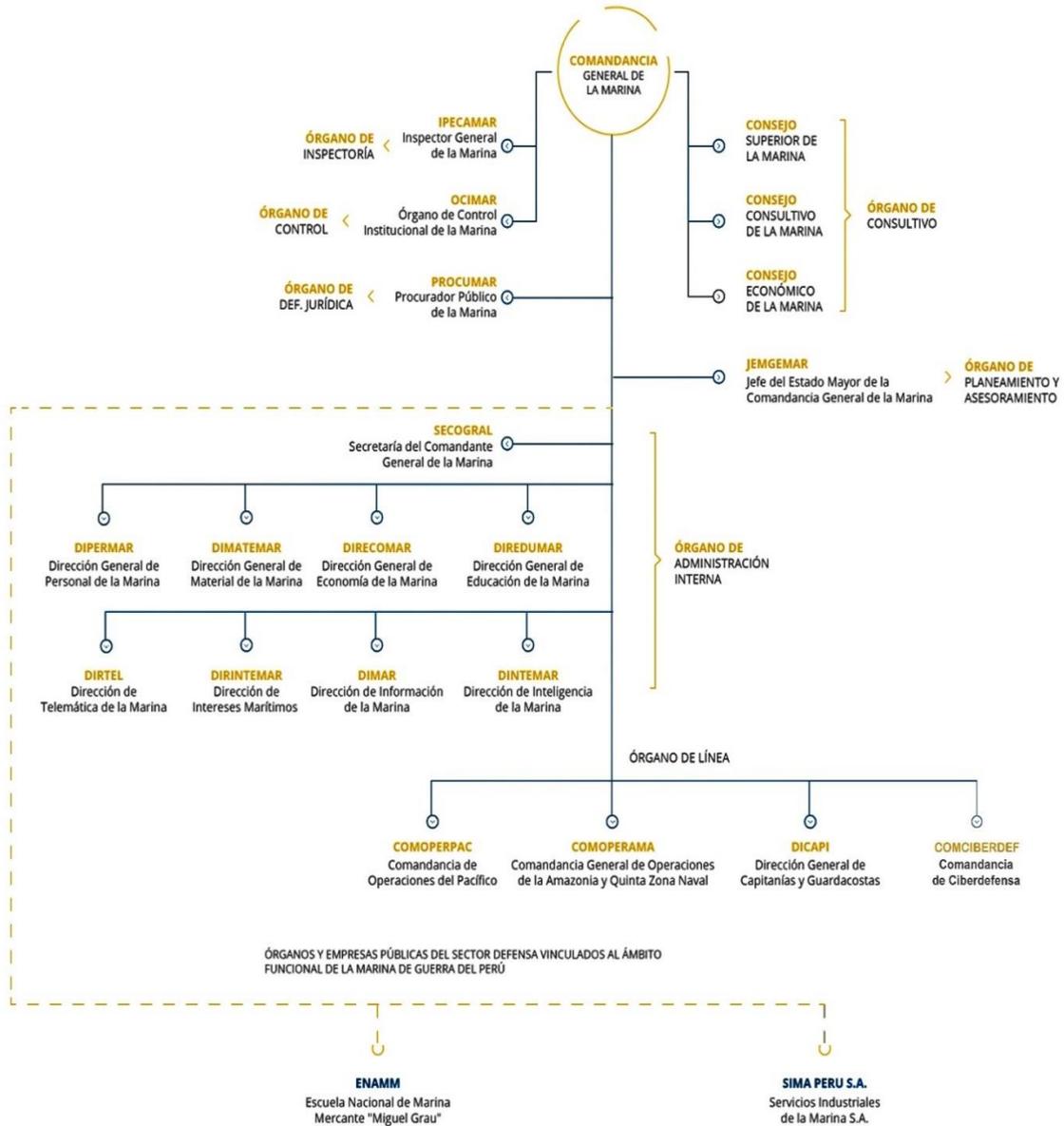
Dentro de la estructura de la MGP la Comandancia de Operaciones del Pacífico (COMOPERPAC) es uno de los órganos de línea su misión es "Efectuar el planeamiento estratégico operativo, preparar, conducir y evaluar las operaciones y actividades logísticas de los Comandos Operativos y Zonas Navales asignados, formulando sus doctrinas con el fin de contribuir al cumplimiento de los Objetivos Institucionales".

Cuenta con varias comandancias dentro de las cuales se encuentra COMFAS.

La Comandancia de la Fuerza de Superficie (COMFAS) es uno de los comandos operativos de COMOPERPAC, su misión es "Organizar, preparar, entrenar y conducir operaciones de las Unidades de la Comandancia de la Fuerza de Superficie, con el fin de mantenerlas en óptimo estado de alistamiento, para contribuir al logro de los objetivos de la Comandancia General de Operaciones del Pacífico".

El BAP Unión (BEV-161) es un buque escuela a vela en donde los futuros oficiales de marina llevan sus prácticas pre-profesionales. De acuerdo con el Libro organizacional del Buque escuela a Vela (LOBEV-14901) la misión es "Realizar viajes de instrucción al litoral y el extranjero, con el fin de complementar el proceso de formación profesional del personal de la Marina de Guerra del Perú, fomentar la conciencia marítima y contribuir con la política exterior del Estado Peruano en los países a visitar" (Libro Organizacional del Buque Escuela a Vela - 14901, pág. 1).

**Figura 1**  
*Organigrama de la MGP*

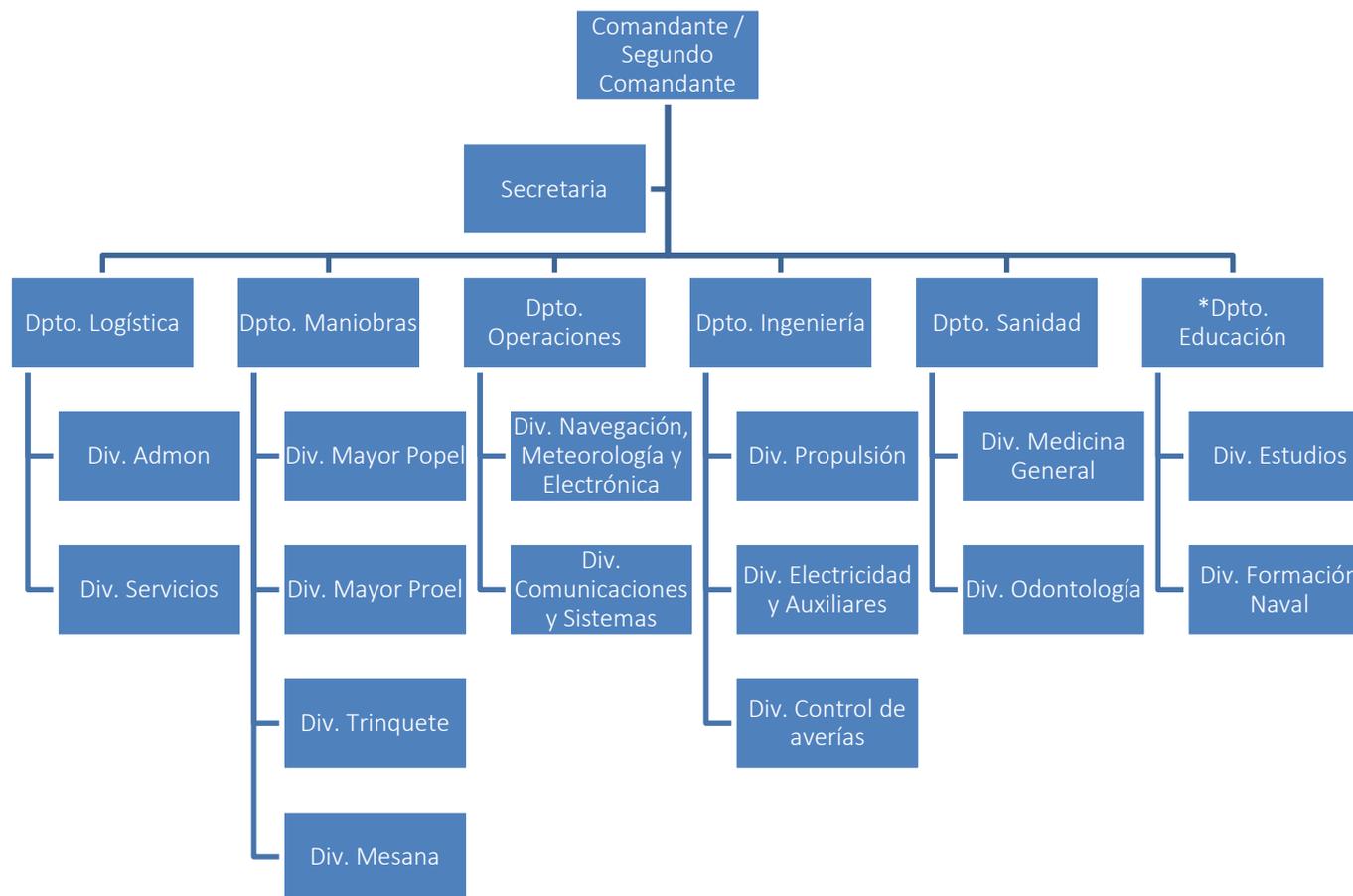


Fuente Tomado y adaptado de “Marina de Guerra del Perú”<sup>1</sup>

En la Figura 2 podemos observar el organigrama del Buque Escuela a Vela.

<sup>1</sup> Recuperado de: <https://www.marina.mil.pe/es/>

**Figura 2**  
Organigrama del BAP Unión



*Nota* \*Departamento se activará con personal destacado por direddumar cuando se embarque el personal de cadetes  
*Fuente* Tomado y adapto de “Libro Organizacional del Buque Escuela a Vela (LOBEV – 14901)”

## 1.2. Departamento de Ingeniería del BAP Unión

De acuerdo con el LOBEV (pág. 1), el departamento de ingeniería del BAP Unión tiene las siguientes funciones:

a. Administrar los Recursos Humanos y de Material asignado al Departamento a fin de lograr el alistamiento adecuado para ser empleado en la instrucción, esto incluye la conducción de los entrenamientos específicos en el aspecto operacional, técnico y administrativo, así como la conducción del mantenimiento preventivo y correctivo del material y espacios asignados;

b. Conducir el sistema de control de averías que comprenden los procedimientos y reglas en uso para el material a bordo, a fin de lograr la seguridad adecuada previniendo siniestros y su control en caso se produzcan;

c. Operar y mantener en óptimas condiciones lo siguiente:

- Sistemas y equipos de propulsión.
- Sistemas y equipos de generación, distribución eléctrica y automatismo.
- Sistemas y equipos de auxiliares de cubierta e ingeniería.
- Sistemas y equipos de control de averías.
- Sistema integrado de control de plataforma.

En la Figura 3 observamos las divisiones que componen el departamento de ingeniería:

**Figura 3**

*Organigrama del Departamento de Ingeniería*



*Fuente* Tomado y adaptado de "Libro Organizacional del Buque Escuela a Vela (LOBEV – 14901)"

El autor del presente trabajo se desempeñó como jefe de la segunda división del departamento de Ingeniería, el cual tiene las siguientes funciones de acuerdo con el libro organizacional del Buque Escuela a Vela:

a. Generación fuerza 440 VAC: Operar y mantener los siguientes sistemas, equipos y componentes:

- Tablero Principal en Cámara de Control de Máquinas
- Cuadros de distribución eléctrica

- Parte eléctrica de los Diésel Generadores N° 1, 2 y 3
- Parte eléctrica del Diésel Generador de Emergencia N° 1
- Cuadros de control de máquinas y auxiliares, control de averías y cubierta
- Parte eléctrica de los equipos de ventilación, extracción y aire acondicionado
- Parte eléctrica de los equipos de cabrestante y servomotor
- Sistema de alarma contra incendio
- Parte eléctrica de los equipos auxiliares de la planta de propulsión
- Cuadro de tomas de tierra
- Parte eléctrica sistema de tratamiento de aguas de sentina
- Parte eléctrica sistema de tratamiento de residuos

b. Comunicaciones interiores y auxiliares: Operar y mantener los siguientes sistemas, equipos y componentes:

- Equipos eléctricos de cubierta
- Equipos de auxiliares de cubierta e ingeniería
- Sistema telefónico, teléfonos autoexcitados, e intercomunicadores
- Baterías para uso general
- Sistema eléctrico de lancha
- Cargador de baterías con excepción de la estación de radio

c. Alumbrado electrodoméstico 220 VAC: Operar y mantener los siguientes sistemas, equipos y componentes:

- Parte eléctrica de los equipos de cocina, panadería y despensa.
- Parte eléctrica de los equipos de lavandería.
- Equipos médicos.
- Taller de electricidad.
- Operar y mantener todas las instalaciones eléctricas.

d. Alimentación Eléctrica de 24 VAC;

- Equipos eléctricos de comunicación y navegación

e. Automatización y equipos electrónicos: Operar y mantener los siguientes sistemas, equipos y componentes:

- Parte eléctrica y electrónica de la central de propulsión

- Consola control de máquinas
- Cuadros de control de estabilizadores
- Consola de propulsión del puente
- Sistema telégrafo de máquinas
- Sistema integrado de control de plataforma

f. Equipos Auxiliares:

- Sistemas de gobierno: Operar y mantener el equipo y componentes:
- Aire Acondicionado y refrigeración: Operar y mantener los siguientes sistemas, equipos y componentes:
- Sistema sanitario (agua dulce): Operar y mantener el siguiente sistema, equipos y componentes: hidrofond 1 y 2, línea sanitaria y tanques aguas sanitarias (08).
- Sistema aguas negras: Operar y mantener el siguiente sistema, equipos y componentes.
- Sistema de agua potable: Operar y mantener el siguiente sistema, equipos y componentes: osmosis inversa 1, 2 y 3<sup>2</sup>; sistema Hidrofond 1 y 2; línea de agua potable y tanques de agua potable (02).
- Taller de mecánica: Dentro del departamento de ingeniería, el sistema de agua sanitaria se encarga de producir, almacenar y distribuir el agua potable a todo el buque. El presente trabajo de suficiencia profesional trata de la elaboración de un manual de operación y mantenimiento para dicho sistema con el que no se contaba durante la entrega del buque a la Marina de Guerra del Perú.

### 1.3. Descripción general de la experiencia profesional

Durante mi tiempo en la MGP me he desempeñado en los siguientes cargos:

- En el año 2013 estuve embarcado en el BAP Mariátegui (FM-54) en donde me desempeñé como jefe de la División de Administración, teniendo como función principal llevar a cabo el control y supervisión del presupuesto de la unidad, de igual forma supervisar el inventario de todos los paños y administrar el abastecimiento general del buque. Durante ese año pude ordenar y actualizar los paños asignados a mi división, efectuando un levantamiento de inventario, así mismo mejoré el proceso de abastecimiento de víveres.
- Durante el año 2014 estuve destacado a la Escuela Superior de Guerra Naval, en donde me especialicé como Ingeniero Naval, esta calificación le permite al oficial llevar la operación, mantenimiento y administración de todas las plantas de ingeniería de las unidades de la MGP.

---

<sup>2</sup> Este equipo actualmente pertenece al sistema de agua sanitaria, el LOBEV – 14901 requiere una actualización

Del mismo modo pueden asumir cargos en los astilleros de los Servicios Industriales de la Marina (SIMA), y en diversas dependencias técnicas de la MGP.

- El 2015 estuve embarcado en el BAP Quiñones (FM-58) asumiendo como jefe de las divisiones de Control de Averías y Electricidad y Automatismos, ambas pertenecientes al Departamento de Ingeniería de la unidad. La cuarta división (Control de Averías) tiene como función supervisar la operación y el mantenimiento del sistema contra incendio, del sistema contra inundación, también llevar el control de la estanqueidad y estabilidad de la unidad. La segunda división (Electricidad y Automatismos) tiene como función supervisar el sistema de Generación y Fuerza de 440 V, el sistema de comunicación interna y auxiliares, el sistema de alumbrado electrodoméstico de 115V y los sistemas de automatización y electrónica. Ese año mi unidad participó en el operativo internacional Unitas Atlántico que se llevó a cabo en Rio de Janeiro, Brasil. El buque se desplegó por dos meses, teniendo que llevar la operación de los sistemas antes mencionados 24 horas 7 días a la semana. Fue esencial efectuar diversos mantenimientos correctivos y preventivos a los sistemas de ambas divisiones, así como planificar la logística necesaria para todo el despliegue. Finalmente se preparó operacionalmente a mi personal debido a la gran exigencia que lleva estos operativos internacionales.
- El año 2016 trabajé en el BAP Bolognesi (FM-57) desempeñándome como jefe de la División de Auxiliares, teniendo que supervisar los sistemas hidráulicos, el sistema de aire acondicionado, el sistema frigorífico, los sistemas auxiliares de la unidad y el taller de mecánica. Ese año la unidad ingresó a Dique, en donde se efectuó el mantenimiento preventivo al casco, válvulas de fondo, cambio de zinques, y plan de pintado. Durante el diqueo de la unidad se gestionó el cambio de diversas tuberías de los sistemas a mi cargo, elevando la confiabilidad de estos. Se efectuó el mantenimiento correctivo del sistema de aire acondicionado, recuperando la capacidad de enfriamiento a sistemas de combate y operación de la unidad.
- El año 2017 Continúe en la misma unidad trabajando como Jefe de Electricidad y Automatismos, llevando la administración de todos los equipos eléctricos y electrónicos de la unidad.
- El año 2018 y 2019 estuve embarcado en el buque escuela a vela BAP Unión (BEV-161). En ambos años me desempeñé como jefe de la División de Electricidad, Auxiliares y Automatismos, llevando el control de la operación y mantenimiento de todos los equipos eléctricos, electrónicos, al igual que los servicios básicos y Hélice maniobra de Proa del buque. De igual forma estuve encargado de la ejecución presupuestal correspondiente a mi división. En estos dos años corroboré una falla sistemática que hay en el BAP Unión, la inexistencia de un manual de operación y mantenimiento, las cuales deberían haber sido entregadas por el astillero de la unidad. Sin embargo, solo se contaba con manuales independientes de cada

equipo, más no del sistema. El presente trabajo de suficiencia profesional trata de la elaboración del manual de operación y mantenimiento del sistema de agua sanitaria

- Durante el presente año me estoy desarrollando como comandante del BAP Gauden (ACP-119), el cuál es un buque petrolero que tiene la función de abastecer de combustible a todas las unidades navales cuando la superioridad naval lo requiera. En el libro organizacional de esta unidad auxiliar solo corresponde que haya un oficial, el cual tiene que supervisar y controlar todos los departamentos del buque, de igual forma debe tener la capacidad de maniobrar la unidad para abarloadse<sup>3</sup> a otros buques. Al ser un buque de la segunda guerra mundial, su sistema de control de combustible es bastante inexacto debido a su antigüedad, este año se gestionó la adquisición de un contómetro de combustible industrial, el cual permite llevar un control de mayor exactitud en las cantidades que se va a entregar.

#### **1.4. Descripción general del problema**

Actualmente todas las unidades navales poseen una diversidad de sistemas que son operados por personal naval y de igual forma requieren un mantenimiento preventivo con el fin de mantener en óptimo estado de alistamiento las unidades navales. Es importante detallar que estas unidades tienen un determinado tiempo de vida, razón principal por la cual se debe tener un mantenimiento minucioso. La MGP participa en diversos ejercicios nacionales e internacionales, en donde se despliegan nuestras unidades navales por un tiempo de 3 a 6 meses.

Para poder llevar estas misiones encomendadas, es importante que el personal tenga manuales de operaciones y mantenimiento de los sistemas de a bordo, no solo de los equipos que lo conforman, sino de cómo operan estos entre sí, para el funcionamiento en conjunto del sistema.

Lo más importante en nuestra institución es el recurso humano, el cual tiene un tiempo de permanencia por unidad de 3 a 5 años, en donde la operación de los sistemas se realiza en base de conocimientos empíricos que ha sido proporcionado del personal saliente, generando un tiempo de vulnerabilidad en los primeros meses, debido a esto, se requiere de la implementación de manuales de operación y mantenimiento que almacenen la información necesaria para el aprendizaje de la nueva tripulación.

El sistema de agua Sanitaria produce, almacena y distribuye el agua dulce de la unidad para los 220 tripulantes. La operación y mantenimiento del sistema es complejo, actualmente solo se cuenta con los manuales de los equipos. El personal de a bordo opera el sistema de manera empírica, lo cual puede generar fallas en los diversos equipos, vulnerando el abastecimiento de agua en plena navegación, este recurso es de vital importancia debido a que se utiliza para la preparación de la comida, para el aseo del personal, funcionamiento de

---

<sup>3</sup> Abarload: amarrar una embarcación al costado de un buque.

varios equipos del buque escuela a vela y finalmente para el mantenimiento preventivo de la cubierta del buque.

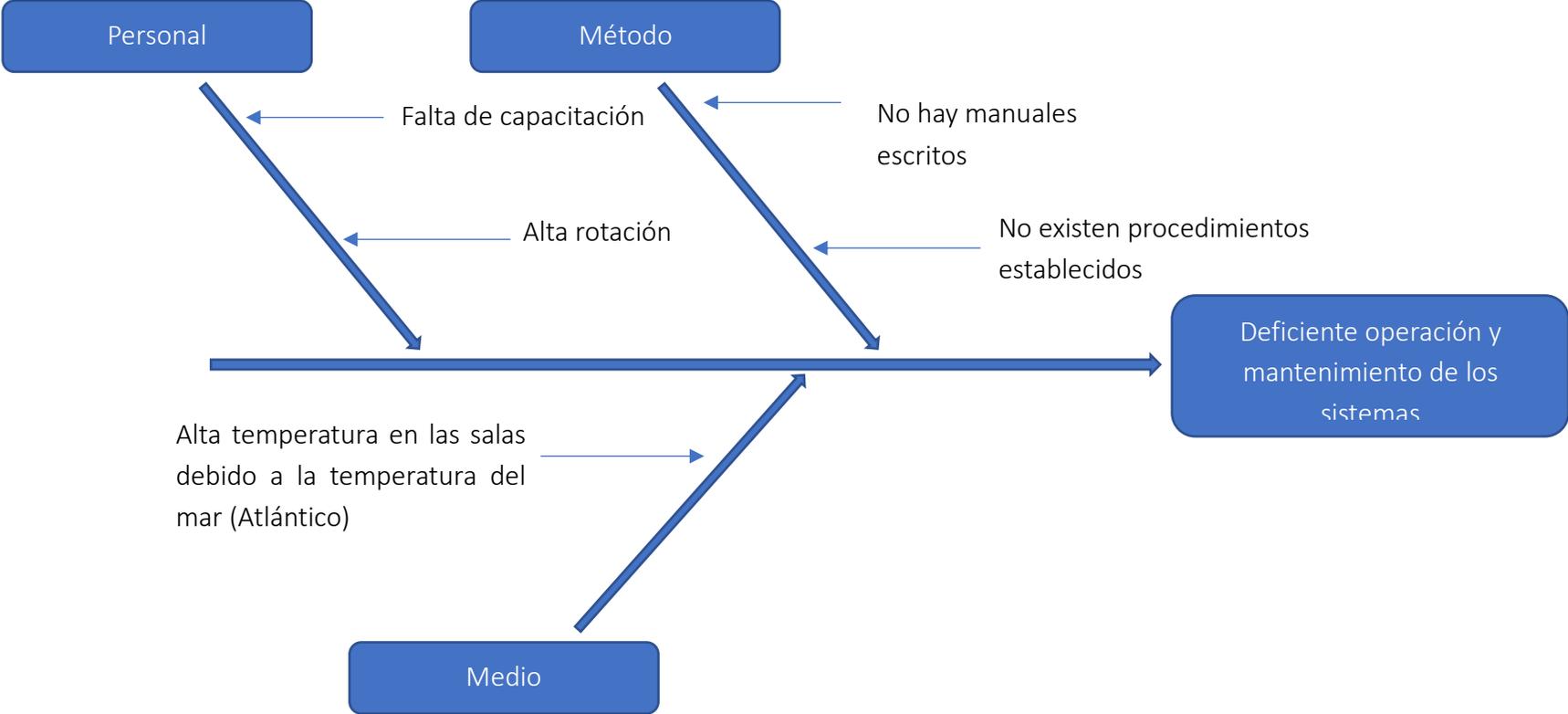
El Buque escuela a vela tiene despliegues de 4 a 6 meses, tiempo en el cual el sistema de agua sanitaria tiene que operar todos los días. Con el fin de reducir las fallas y averías es necesario tener un manual de mantenimiento y operación.

Este sistema además de generar agua dulce, almacenarla, calentarla y distribuirla a todo el buque, tiene la función de alimentar a diversos equipos y sistemas del BAP Unión. Para la operación y control de los parámetros es necesario que el operario esté debidamente capacitado sobre el manejo y funcionamiento del sistema, motivo por el cual se requiere un manual para el aprendizaje y consulta. Por ello en los siguientes capítulos del siguiente trabajo se presenta el desarrollo de dicho manual.

En la Figura 4 se demuestra un diagrama de Ishikawa en donde se detalla las causas que generan una deficiente operación y mantenimiento.



**Figura 4**  
*Diagrama de Ishikawa*



Fuente Elaboración propia



## Capítulo 2

### Fundamentación sobre el tema elegido

#### 2.1. Equipos utilizados en el proceso de producción de agua sanitaria (ósmosis inversa)

Los componentes de un sistema de producción de agua sanitaria a base de osmosis inversa son los siguientes:

##### Figura 5

*Componentes de un sistema de ósmosis inversa*



*Fuente* Elaboración propia

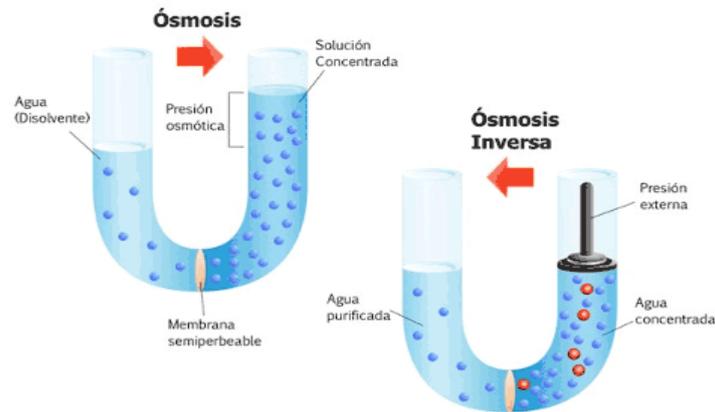
La Osmosis es un proceso natural de la naturaleza que se observa en los animales, consiste en el paso de un solvente por una membrana semipermeable de una solución de menor concentración a una de mayor hasta que se genere un equilibrio. De acuerdo con ciencia y biología (2019): “La ósmosis es el fenómeno que se produce cuando dos soluciones con diferente concentración son separadas por una membrana semipermeable y el solvente difunde a través de la membrana del líquido de menor concentración al de mayor hasta equilibrar las concentraciones. Este fenómeno se produce de forma espontánea sin gasto energético”.

De igual forma para entender cómo se produce el agua potable a raíz del agua de mar, es necesario definir el proceso de osmosis inversa. La osmosis inversa de acuerdo con la página web de carbotecnia (2020): “es un proceso en el cual se reduce el caudal a través de una membrana semipermeable y se ejerce una fuerza de empuje superior a la presión osmótica<sup>4</sup> en dirección opuesta al proceso de ósmosis. De esta forma se logra separar las sustancias que se encuentran en el agua en un lado de la membrana (concentrado) y del otro lado se obtiene una solución diluida baja en sólidos disueltos (permeado)”..

---

<sup>4</sup> Presión osmótica: presión hidrostática necesaria para detener el paso del flujo del disolvente separado por una membrana semipermeable.

**Figura 6**  
*Diagrama ósmosis y ósmosis inversa*



*Fuente* Tomado y adaptado de “MWH’s water treatment : principles and design. John C. Crittenden et al.”

Finalmente debemos definir el concepto de presión osmótica para comprender todo el proceso de ósmosis inversa, para lo cual Fiorella Francesca (2019), lo define como “la presión osmótica es aquella presión necesaria para detener el flujo de agua a través de la membrana. En el equilibrio la presión osmótica es igual a la presión osmótica aparente. La presión osmótica aparente es la medida de la diferencia de energía potencial entre ambas soluciones” (Textos científicos, 2007).

De igual forma en su mismo trabajo cita: “si lo que se busca con este tratamiento es obtener una corriente de agua lo más diluida posible debemos invertir el fenómeno. Para ello hay que vencer la presión osmótica natural mediante la aplicación en sentido contrario de una presión mayor. Cuando se logra invertir el fenómeno estamos en presencia de ósmosis inversa”.

## 2.2. Elaboración de manuales de operación y mantenimiento de equipos

Actualmente todas las empresas e instituciones tienen diversos manuales, no solo de operación y mantenimiento, los cuales son empleados para la instrucción del personal, verificación de procedimientos, consulta de fallas, entre otras. El objetivo de un manual no es otro más que transmitir el conocimiento de un procedimiento de una forma ordenada, clara y concisa.

En la MGP existe el Sistema de Mantenimiento Planificado (SMP) el cuál es empleado para supervisar los mantenimientos preventivos de los diversos equipos de ingeniería de nuestra institución. De acuerdo al SMP (1989): “Se denomina Sistema de Mantenimiento Planificado (SMP), a la combinación de todas las acciones administrativas y técnicas requeridas para mantener el material de ingeniería en condiciones de cumplir satisfactoriamente con la función para la cual ha sido diseñado, ello se viabiliza mediante el

establecimiento de un programa que señale claramente que, a que, cuando, con quien, con qué y cómo realizar las tareas de mantenimiento de las instalaciones de ingeniería.”

El objetivo fundamental del SMP, es reducir el mínimo la necesidad de realizar reparaciones. Esto comprende:

- a. Maximizar la disponibilidad de los sistemas y equipos de ingeniería, garantizando un óptimo grado de alistamiento de la Unidad o Dependencia.
- b. Reducir la frecuencia de avería de los sistemas y equipos de ingeniería.
- c. Disminuir los costos de mantenimiento del material de ingeniería.
- d. En el caso de Unidades, preservar el valor de la plataforma, minimizando el desgaste prematuro o deterioro de sus instalaciones.

Para la elaboración del presente manual del sistema de agua sanitaria se utilizó la siguiente estructura: Introducción, Descripción, Operación y Mantenimiento.

Adicionalmente al SMP, también existe en la institución las Instrucciones sobre Publicaciones Navales (ISP), el cual tiene como finalidad “Establecer las normas y procedimientos a ser observados en la Marina de Guerra del Perú para la organización, formulación, aprobación, impresión, clasificación, codificación, distribución, archivo, actualización y control de las publicaciones que conforman el Sistema de Publicaciones de la Marina de Guerra del Perú”.

Es de vital importancia el contar con un manual de operación y mantenimiento para el sistema de agua sanitaria, de esa forma los operarios van a saber los procedimientos de operación, los mantenimientos preventivos necesarios, y también va a servir como fuente de consulta en caso de alguna complicación que pueda existir en este sistema.

El manual que se está elaborando va a tener un impacto económico en el presupuesto del buque escuela a vela, permitiendo optimizar los recursos asignados por el estado, y de igual forma canalizando los esfuerzos del personal.

### **2.3. Cursos relacionados**

Los cursos que se llevaron en la carrera de ingeniería industrial que están relacionados directamente con el presente trabajo son:

Gestión del Mantenimiento donde se desarrollaron los temas de mantenimiento industrial, operación de equipos, indicadores de gestión de disponibilidad y utilización.

Gestión de Operaciones donde se desarrollaron los temas de elaboración de manuales de procesos y procedimientos.



## Capítulo 3

### Aportes y desarrollo de la experiencia

#### 3.1. Elaboración del manual

El presente manual se elaboró durante el viaje al extranjero del 2018 (VIEX-18), tomó aproximadamente 8 semanas de trabajo intenso en coordinación con el personal subalterno a mi cargo, a continuación, voy a describir cómo se efectuó la elaboración del presente manual.

El manual está constituido por tres partes, la descripción, operación y mantenimiento del sistema de agua sanitaria.

La descripción general del manual se realizó durante las tres primeras semanas, en este apartado se identifica todos los equipos que conforman el sistema, de igual forma se describe aspectos técnicos necesarios de los mismos, y por último se especifica su ubicación.

En el apartado del 3.2 (predisposición del sistema) se especifica los procedimientos para la predisposición del sistema, en donde se detalla cada paso a seguir. El presente apartado se compuso en dos semanas, se tuvo que efectuar diversas tomas fotográficas con el fin de tener un manual ilustrado para el rápido entendimiento del personal.

En el apartado 3.3 (operación del sistema) se desarrolla todos los procedimientos de operación, de esta forma se estandariza la puesta en servicio. Este apartado se realizó en una semana, en donde se plasmó todo el conocimiento empírico del personal que opera el sistema.

En el último apartado (mantenimiento) se detallan los cuidados que se deben tener para efectuar los mantenimientos preventivos necesarios. Este capítulo se logró efectuar en una semana; como se mencionó anteriormente, el buque cuenta con los manuales de los equipos, pero no del sistema como tal. Es importante señalar que los manuales de los equipos se deben utilizar en caso de requerir información técnica de cada uno de los equipos, en el presente trabajo, el autor va a detallar los manuales de los equipos con los que cuenta el B.A.P. Unión.

Finalmente, en la última semana se agrupó toda la información, imágenes, experiencias, detalles y ubicaciones adquiridas del personal de a bordo en conjunto con los

manuales de los equipos que conforman el sistema de agua sanitaria. Es importante señalar que, al contar con toda esta información, se pudo efectuar un análisis a detalle de todos los procedimientos de campo que debe tener el personal, no solo para la operación, sino también para los mantenimientos de rutina que se deben llevar.

### **3.2. Descripción general del Sistema de Agua Sanitaria del BAP Unión**

El agua sanitaria (*Fresh Water* en inglés), es llamada así porque alimenta a los lavaderos (baños, cocina, despensas), duchas, urinarios del buque e inodoros.

Es alimentado por medio de las osmosis inversas cuando el buque se encuentra navegando, de la misma forma si la unidad se encuentra amarrada a muelle, puede ser alimentada desde tomas de agua de muelle o por cisternas de agua por medio de las tomas ubicadas en ambas bandas en la cubierta alcázar.

Debido a la gran cantidad de tanques que tiene el sistema, afecta de manera directa al adrizamiento de la unidad.

En la Figura 7 se puede observar el diagrama de bloques de todo el sistema de agua sanitaria, en donde podemos apreciar su ingreso como descarga del sistema. Es importante comprender de manera general la descripción del sistema que se efectúa en el presente capítulo, con el fin de comprender más adelante la operación de esta.

Con el fin de conocer la disposición de los equipos del sistema de agua sanitaria, se adjunta al término del trabajo un plano con la distribución de los equipos.

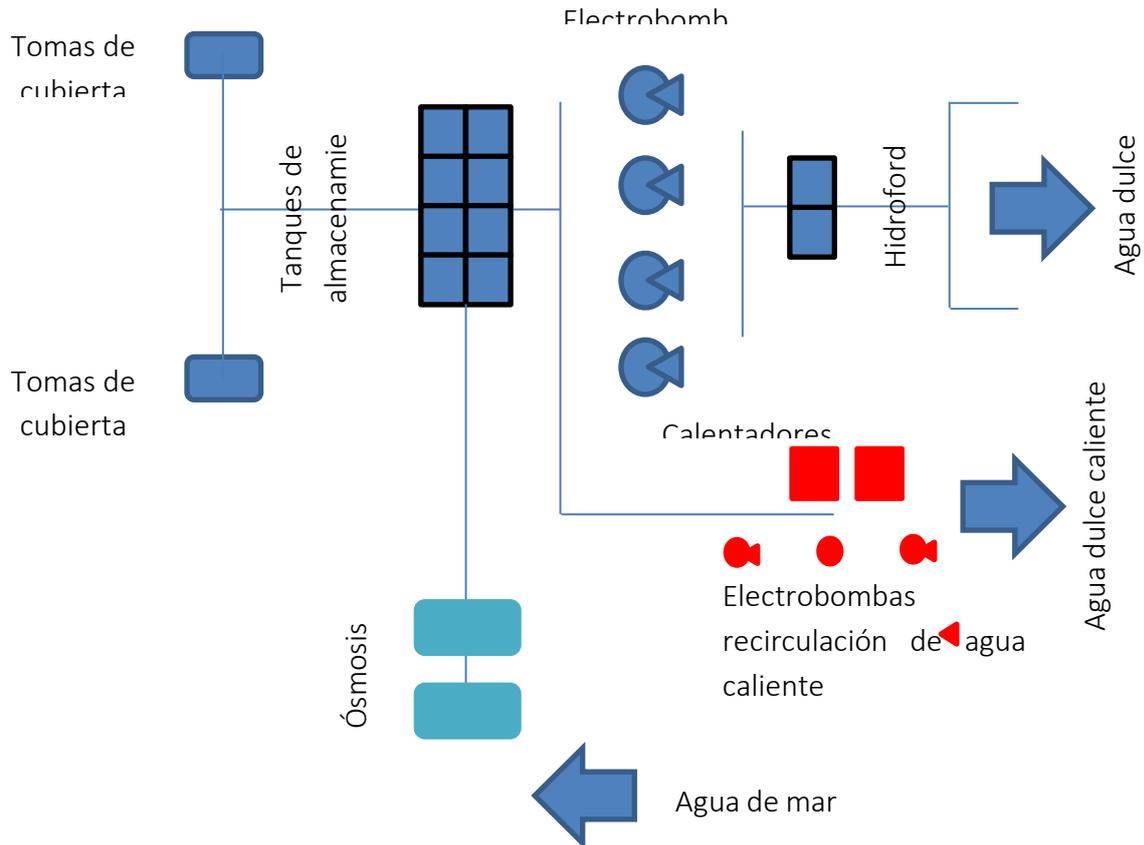
El Sistema Sanitario está conformado por los siguientes componentes:

#### **3.2.1. Electrobombas sanitarias**

El sistema cuenta con CUATRO (4) electrobombas principales que alimentan DOS (2) tanques hidroford.

Las cuatro electrobombas antes mencionadas son de las mismas características, poseen un mismo sistema de tuberías y válvulas convencionales, de la misma forma las electrobombas mencionadas tienen un mismo colector que viene de los tanques sanitarios.

Las electrobombas antes mencionadas están ubicadas en la Sala de Auxiliares y son de las siguientes características:

**Figura 7***Diagrama de bloques del sistema de agua sanitaria**Fuente* Elaboración propia

Marca: Azcue

Modelo: TIPO MO 19/20 TYPE

Bomba multicelular auto aspirante de canal lateral

BOMBA

Caudal: 3 m<sup>3</sup>/h

Altura Total: 40 m

RPM: 1750

MOTOR

Potencia:

Voltaje: 440 VAC Trifásico

Frecuencia: 60 Hz

Ais/Protección<sup>5</sup>: IP-55

RPM: 1750

Nominal IN<sup>6</sup>:

CONSTRUCCIÓN

Ejecución: Horizontal

Cierre: Mecánico

Aspiración/Descarga: -0.2/4

Cuerpo: Bronce

Impelente: Bronce Aluminio

Eje: Acero Inoxidable (AISI-431)

Peso:

ACCESORIOS

Válvula de succión.

Válvula antiretorno (check).

Filtro de succión.

Manómetro en la descarga.

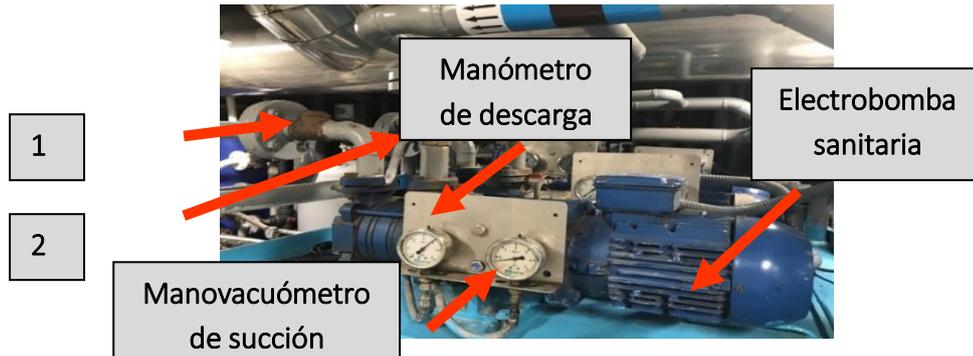
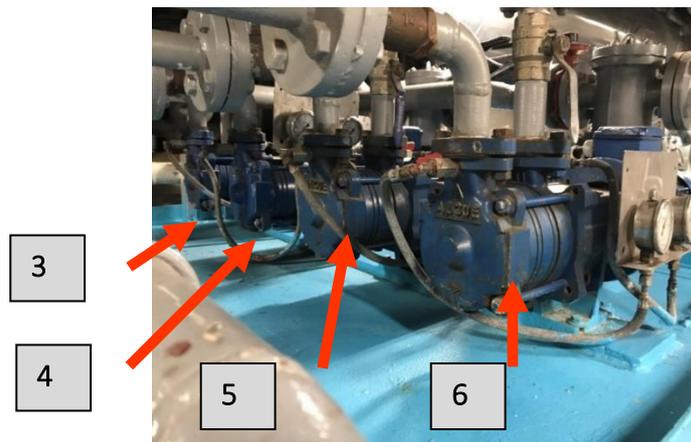
Manovacúmetro en la succión.

En la Figura 7 y Figura 8 se muestran los equipos que se encuentra en la sala de auxiliares, los cuales son:

- Válvula check antiretorno.
- Válvula de aspiración.
- Electrobomba sanitaria n°1 del hidford n°1.
- Electrobomba sanitaria n°2 del hidford n°1.
- Electrobomba sanitaria n°1 del hidford n°2.
- Electrobomba sanitaria n°2 del hidford n°2.

<sup>5</sup> El grado de protección IP hace referencia a la norma internacional CEI 60529 Degrees of Protection<sup>1</sup> utilizado con mucha frecuencia en los datos técnicos de equipamiento eléctrico o electrónico. Especifica un efectivo sistema para clasificar los diferentes grados de protección aportados a los mismos por los contenedores que resguardan los componentes que constituyen el equipo.

<sup>6</sup> Corriente nominal - Consumo de corriente previsto para el motor trabajando a plena carga.

**Figura 8***Foto de las electrobombas sanitarias**Fuente Elaboración propia***Figura 9***Foto de perfil de las electrobombas sanitarias**Fuente Elaboración propia***3.2.2. Los tanques sanitarios**

La unidad cuenta con OCHO (8) tanques de agua sanitaria, a saber:

**Tabla 1***Tanques del sistema de agua sanitaria*

TANQUE	CÓDIGO COMPARTIMENTO <sup>7</sup>	M <sup>3</sup>	CÓDIGO CYPS <sup>8</sup> A	CÓDIGO ARMADA <sup>9</sup>
Sanitaria Nro. 1	5-106-1	27.379	FW-1	SA-1
Sanitaria Nro. 2	5-106-2	27.379	FW-2	SA-2
Sanitaria Nro. 3	4-81-3	39.843	FW-3	SA-3
Sanitaria Nro. 4	4-81-4	39.843	FW-4	SA-4
Sanitaria Nro. 5	4-99-3	55.96	FW-5	SA-5
Sanitaria Nro. 6	4-99-6	55.96	FW-6	SA-6
Sanitaria Nro. 7	4-118-1	46.882	FW-7	SA-7
Sanitaria Nro. 8	4-118-2	46.882	FW-8	SA-8
<b>Capacidad total</b>		<b>340.128 m<sup>3</sup></b>		

*Fuente* Elaboración propia

Los tanques de a bordo son numerados de abajo hacia arriba y de popa a proa, razón por la cual se aprecia que los tanques sanitarios ubicados a proa en la cubierta 5 son los Nro. 1 y 2, seguidos por los tanques del centro de la cubierta 4, los numero 3, 4, 5 y 6; para finalizar con los tanques de proa, los números 7 y 8.

Es importante señalar que al llenar los tanques N°. 7 y 8, genera que la proa del buque se encabece<sup>10</sup>..

Finalmente, los OCHO (8) tanques sanitarios cuentan con alarmas de alto y bajo nivel, así como con teleniveles interconectados al Sistema Integrado de Control de Plataforma (SICP) con la finalidad de tener un control adecuado y oportuno sobre el Sistema Sanitario de la unidad.

### **3.2.3. Tanques hidroford**

El sistema sanitario tiene DOS (2) tanques Hidroford, uno por dos bombas, los cuales mantienen la presión en toda la línea sanitaria. La siguiente información se sacó del manual de las bombas Azcue.

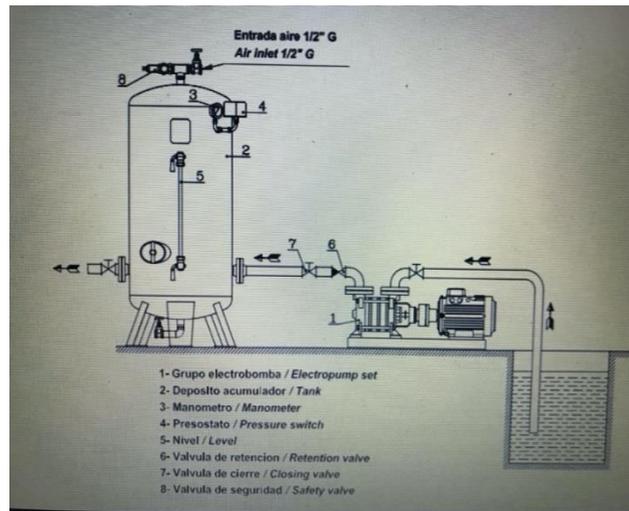
<sup>7</sup> Este código nos permite ubicarnos en los planos generales, el primer dígito indica la cubierta, el segundo la cuaderna y el tercero la posición.

<sup>8</sup> Este código fue asignado por la empresa española que diseñó los planos iniciales del BAP Unión.

<sup>9</sup> Este código es el que se emplea actualmente en los planos, fue asignado por el astillero del BAP Unión, El SIMA

<sup>10</sup> Se genera cuando la proa de un buque tiene mayor calado que la popa de este

**Figura 10**  
*Tanque Hidroford*



Fuente Elaboración propia

Marca	Azcue
Tipo	RVZ
Modelo	B61/BR
Capacidad	1000 Lts
Presión máxima	4 Bar

### 3.2.4. Calentador

El sistema cuenta con DOS (2) Calentadores tipo marino que generan un aumento de temperatura por medio de resistencias internas.

Marca	DIKO MARINE
Modelo	DSSY-XM-1000-40-440.3-P316
Capacidad	1000 litros
Potencia de calentamiento	40 KW
Voltaje	440 V
Frecuencia	60 Hz
Máxima presión de trabajo	10 Bar

De la misma forma, la línea de agua caliente cuenta con TRES (3) electrobombas de recirculación.

**Figura 11**  
*Calentador*



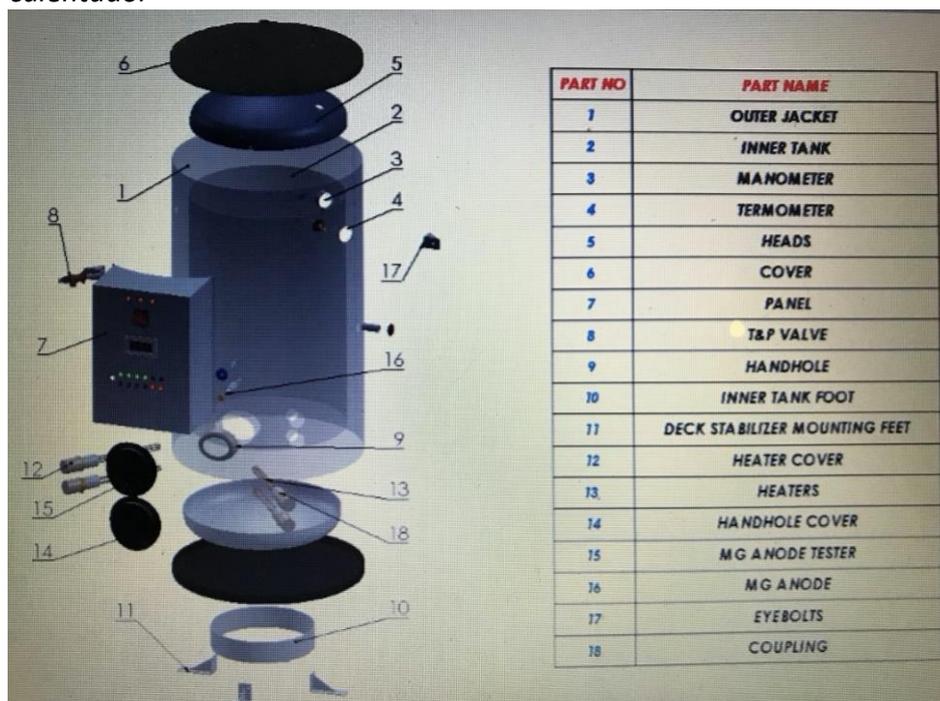
*Fuente* Elaboración propia

**Figura 12**  
*Fotos de electrobombas de recirculación de agua caliente*



*Fuente* Elaboración propia

**Figura 13**  
Partes del calentador



Fuente Elaboración propia

### 3.2.5. Ósmosis inversa

El sistema cuenta con TRES (3) equipos de osmosis inversa (desalinizadores Aquamar electric) que producen agua dulce para el consumo de la unidad, así mismo la osmosis inversa puede alimentar al sistema de agua potable por medio de alineación de válvulas. La siguiente información fue extraída del manual de GEFICO.

Marca:	GEFICO
Modelo:	AQE-15D
Producción de Agua:	12 m <sup>3</sup> /24 hrs
Salinidad Producción:	<500 ppm
Presión máx. descarga agua producida:	2 bar
Caudal agua alimentación	1.704 – 2.073 m <sup>3</sup> /hr
Presión circuito baja presión	1 – 4 bar
Salinidad máx. alimentación	35000 mg/l
Temperatura agua alimentación	25°C (producción nominal) 35°C (máximo) 1°C (mínimo)
Voltaje	440V Trifásico

Frecuencia	60 Hz
Potencia absorbida	5 KW
Control de señal	24 VAC

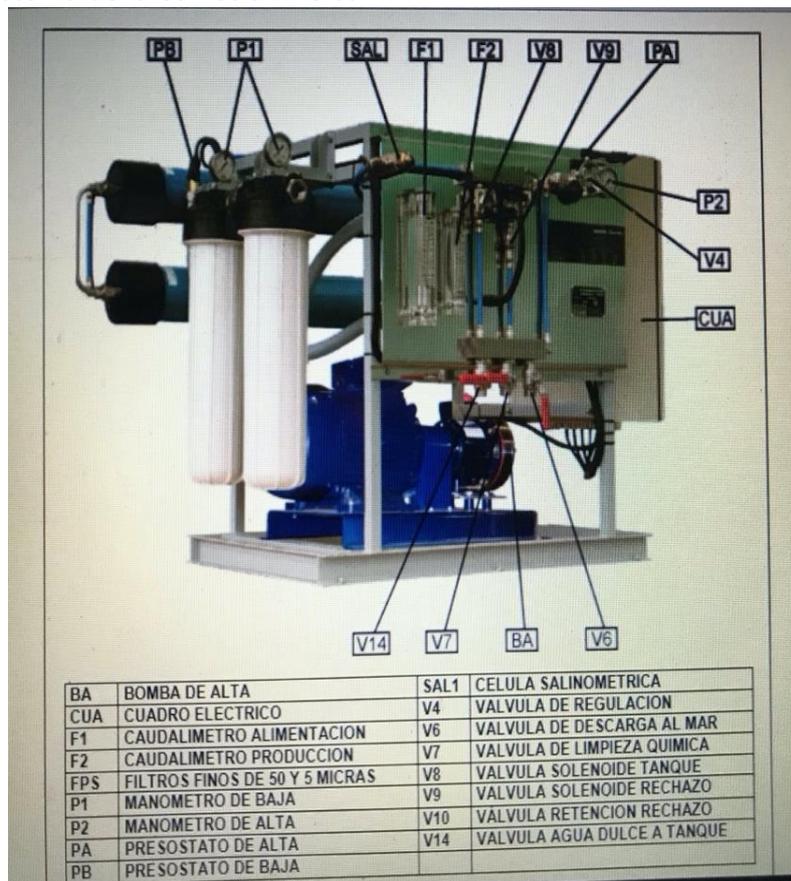
El subsistema de osmosis inversa está compuesto por los siguientes equipos. La información ha sido obtenida del manual de GEFICO:

a. Bomba de alta presión (BA)

El sistema cuenta con TRES (3) bombas de alta presión las cuales elevan la presión hacia el ingreso a las membranas osmóticas, la elevada presión permite la separación de las sales que se encuentran en el agua de mar con una mayor concentración, obteniendo agua potable.

**Figura 14**

*Partes del subsistema de la ósmosis inversa*



*Fuente Tomado y adaptado del "Manual de Gefico"*

Marca:	GEFICO
Modelo:	APP 1.8
Tipo:	Pistones axiales
Caudal nominal:	2073 m <sup>3</sup> /hr
Presión máx. descarga:	80 bar
RPM:	3430
Eje:	Acero inoxidable
Cuerpo:	Acero inoxidable

**MOTOR**

Voltaje:	440 V
Frecuencia:	60 Hz
Potencia:	5,5 Kw
RPM:	3430
Nominal:	
Acoplamiento:	Flexible / Campana

**b. Bomba de baja presión (BB)**

El sistema cuenta con TRES (3) bombas de baja presión las cuales aseguran el caudal y la presión mínima de alimentación a la bomba de alta.

Marca:	GEFICO
Tipo:	Centrífuga monoblock
Modelo:	GEF-AS-171-4-2
RPM:	3420
Materiales:	Componentes en bronce / Eje AISI 316

**MOTOR**

Voltaje:	440 V
Frecuencia:	60 Hz
Potencia:	1,7 Kw
RPM:	3430

**Nominal:**

Acoplamiento:	Directo
---------------	---------

### c. Recipiente de presión (OI)

Cada planta cuenta con TRES (3) recipientes, en donde contiene las membranas para el proceso de osmosis inversa.

Longitud de membrana estándar:	40"
Diámetro de membrana estándar:	4"
Presión de diseño:	70 bar
Presión de trabajo:	70 bar
Temperatura máxima de trabajo:	50°C
Mínima temperatura de trabajo:	-7°C

### d. Membranas Osmóticas

Las membranas osmóticas van al interior de los recipientes de presión, por cada planta van colocada TRES (3).

Longitud:	1016 mm
Diámetro:	101 mm
Temperaturas de trabajo:	3°C - 35°C
Intervalo de pH:	2 - 11
Tolerancia de cloro libre:	< 0.1 ppm

### e. Sistema de descarga de destilado

El sistema sanitario cuenta con TRES (3) sistemas de descarga de destilado, está compuesto por:

- Caudalímetro alimentación de agua salada: mide la cantidad de agua salada que alimenta el equipo.
- Caudalímetro de producción: mide la cantidad de agua dulce producida por el generador.
- Célula salinométrica: mide la conductividad del agua dulce producida por el generador.
- Válvula solenoide de descarga de agua dulce: válvula de dos vías que dependiendo de la señal recibida por el salinómetro (abre al recibir tensión), permite el paso del agua producida al tanque de agua dulce.
- Válvula solenoide de descarga agua de rechazo al mar: válvula de dos vías que dependiendo de la señal recibida por el salinómetro (abre sin tensión), envía el agua producida al mar (agua de mala calidad).
- Válvula retención descarga al mar: válvula de retención en la línea de descarga de agua de rechazo al mar.

- Válvula bola: válvula para la descarga de agua al mar o recirculación de la limpieza química.
- Válvula control presión alta: efectúa el control de la presión del circuito de alta, se puede regular la producción de la unidad.
- Manómetro de baja presión: señala las condiciones de operación de la unidad.
- Manómetro de alta presión: indica la presión de alta de la unidad, tanto a la entrada de los vasos como a la salida.

**Figura 15**

*Sub sistema de descarga de destilado*



*Fuente Tomado y adaptado del "Manual de Gefico"*

#### f. Sistema de filtración

Cada generador de osmosis inversa cuenta con CINCO (5) filtros, para la protección de la membrana y bomba de alta, de esta forma elimina toda partícula superior a 5 micras.

Filtro primario de arena:	Partículas > 100 micras
Modelo:	ECOFILTER 250
Capacidad Total:	268 litros
Diámetro de botella:	595 mm
Superficie de filtrado:	0.278 m <sup>2</sup>
Cantidad arena gruesa:	50 kg
Cantidad arena fina:	150 kg
Antracita:	50 kg
Flujo máximo:	4.3 m <sup>3</sup> /hr
Flujo de contra-lavado:	8,4 m <sup>3</sup> /hr
Caída presión en limpieza:	1 bar (g)

Presión de operación:	entre 2 y 6 bar (g)
Filtro primario disco láminas:	Hasta 100 micras
Sistema:	Helix
Modelo:	2NR
Caudal máximo:	30 m <sup>3</sup> /hr
Caudal de contra-lavado:	5.2 m <sup>3</sup> /hr
Caída de presión normal:	0,1 bar
Máxima presión operación:	10 kg/cm <sup>2</sup> (g)
Máxima temperatura operación:	60°C
pH mínimo:	4 (no usar ácidos de pH<4)

**Figura 16***Filtro de discos*

*Fuente Tomado y adaptado del "Manual de Gefico"*

Primer filtro cartucho desechable:	Hasta 60 micras
Tamaño:	20"
Cantidad:	1
Carcasa:	Polipropileno
Caudal máximo:	2.6 m <sup>3</sup> /hr
Caída presión inicial:	0,1 bar
Máxima presión operación:	8 bar (g)
Máxima presión diferencial:	3.5 bar
Máxima temperatura operación:	45°C

Rango filtración:	60 micras
Segundo Filtro desechable:	Hasta 5 micras
Tamaño:	20"
Cantidad:	1
Carcasa:	Polipropileno
Caudal máximo:	2.6 m <sup>3</sup> /hr
Caída presión inicial:	0.2 bar
Máxima presión operación:	8 bar (g)
Máxima presión diferencial:	3.5 bar
Máxima temperatura operación:	45°C
Rango filtración:	5 micras

#### g. Tanque de limpieza química

En la Figura 17 se aprecia la ubicación del tanque de limpieza química, las características son las siguientes:

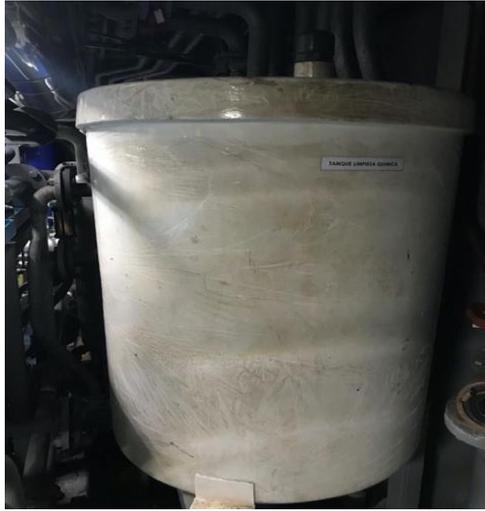
Cantidad:	1
Carcasa:	Polipropileno o fibra de vidrio
Capacidad:	300 litros

#### h. Electrobomba de limpieza química

En la Figura 17 y Figura 18 se aprecia la ubicación de la electrobomba de limpieza química, las características son las siguientes:

Cantidad:	1
Modelo:	SIM 1201
Material:	AISI 316
Caudal:	1.8 a 2.3 m <sup>3</sup> /hr
Caudal máximo:	8m <sup>3</sup> /hr
Presión descarga:	3 bar (g)
RPM:	3000
Potencia de motor:	2.2 Kw

**Figura 17**  
*Tanque de limpieza química*



*Fuente* Elaboración propia

**Figura 18**  
*Electrobomba de limpieza química*



*Fuente* Elaboración propia

i. Filtro Mineralizador

Modelo:	RHF 1500
Fabricante:	Gefico
Caudal:	36 m <sup>3</sup> /día
Diámetro:	450 mm
Altura:	1200 mm

Conexiones:	1" BSP
Presión de trabajo:	6 bar
Presión de prueba:	9 bar
Peso vacío:	60 kg
Peso operación:	200 kg

**Figura 19**  
*Filtro mineralizador*



*Fuente* Elaboración propia

### **3.2.6. Alimentación eléctrica**

Las electrobombas sanitarias se alimentan de los siguientes circuitos eléctricos:

**Tabla 2**  
*Tanques del sistema de agua sanitaria*

EQUIPO	TABLERO	BARRA	CIRCUITO
E/B Sanitaria N°1 Hidroford N°1	PRINCIPAL	1	A-55
E/B Sanitaria N°2 Hidroford N°1	PRINCIPAL	1	A-55
E/B Sanitaria N°1 Hidroford N°2	PRINCIPAL	2	A-20
E/B Sanitaria N°2 Hidroford N°2	PRINCIPAL	2	A-20
Osmosis Inversa N°1	PRINCIPAL	1	A-63
Osmosis Inversa N°2	PRINCIPAL	1	A-65
Osmosis Inversa N°3	PRINCIPAL	2	A-34
Calentador N°1	PRINCIPAL	1	A-87
Calentador N°2	PRINCIPAL	2	A-52

*Fuente* Elaboración propia

Los Diagramas de Alimentación Eléctrica de los equipos antes mencionados se encuentran en los siguientes planos, los cuales se encuentran en el archivo del BAP Unión, estos planos no se anexan al presente trabajo debido a que no se podrían apreciar:

E/B Sanitaria N°1 y N°2 del Hidroford N°1	341-401-06.06
E/B Sanitaria N°1 y N°2 del Hidroford N°2	341-401-06.07
Calentador N°1	
Calentador N°2	
Osmosis Inversa N°1	
Osmosis Inversa N°2	
Osmosis Inversa N°3	

### 3.2.7. Válvulas

Con la finalidad de tener un panorama general de las válvulas que conforman el Sistema Sanitario, el autor del presente trabajo, con ayuda del personal de a bordo identificó y codificó todas las válvulas indicando su tipo, designación y empleo. El listado de dichas válvulas se presenta en el apéndice A.

Válvulas de Mariposa	45
Válvulas de Antiretorno	8
Válvulas de Antiretorno de pie y fondo	8
Válvulas de Bola de 3 piezas de paso total	31
Válvulas de Bola	32
Válvulas de Bola 3 vías	11
Válvulas de Globo Cierre y Retención 1	
Válvulas de Globo	5
Válvulas de Aguja	3
<b>Total de Válvulas del Sistema</b>	<b>144</b>

### 3.2.8. Interconexiones con otros sistemas

- Interconexión con el sistema de agua potable: El Sistema de Agua Sanitaria puede alimentar los tanques de agua potable por medio de las osmosis inversas, así como por medio de las dos (02) tomas que se encuentran en la cubierta alcázar.
- Interconexión con el sistema de aguas negras: El Sistema de Agua Sanitaria alimenta a los inodoros y urinarios ubicados en los camarotes del personal en las diversas cubiertas.

- Interconexión con el sistema de aguas grises: El Sistema de Agua Sanitaria una vez que es utilizado por el personal, automáticamente pasa por unos imbornales que lo llevan a los tanques de aguas grises, en donde se almacena para su posterior tratamiento y descarga al mar.
- Interconexión con el sistema de combustible: Tiene una válvula bola (046) seccional que alimenta a los purificadores de petróleo, en donde los purificadores necesitan una película de agua con el fin de poder cebar el propio equipo.
- Interconexión con el separador de sentinas: Tiene una válvula bola (047) seccional que alimenta al separador de sentinas.
- Interconexión con la línea contra incendio: Tiene una válvula seccional que alimenta la línea contra incendio para presurizar por emergencia el grifo contra incendio N°2 ubicado en la cámara de máquinas.
- Interconexión con el Sistema Integrado de Control de Plataforma: La unidad posee un sistema de monitoreo y control, el SICP, el cual le permite mantener el control de todo el sistema de agua sanitaria, a continuación, se mostrará y explicará cada una de las funciones que tiene este programa con respecto a este sistema.

Como se puede observar en la imagen extraída del SICP, vemos del mímico de agua potable, las TRES (3) plantas de osmosis inversa, donde en caso haya alguna alarma de las plantas, envían una señal donde la letra F cambia a color rojo y emite un sonido para que el operario pueda verificar el equipo. Para mayor explicación del uso del SICP, verificar el manual de este.

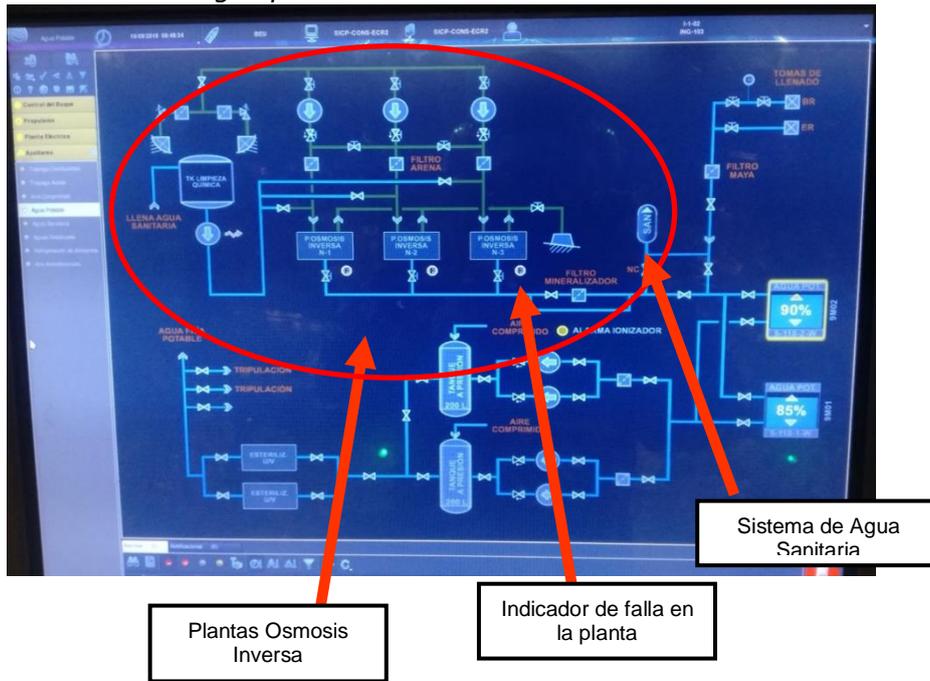
Es importante señalar que en las pestañas del SICP la osmosis inversa se encuentra dentro del mímico de agua potable, si bien forma parte del sistema de agua sanitaria, también puede alimentar a los tanques de agua potable, podemos observar en la imagen las iniciales SAN, dando doble clic a esas letras, te dirige al sistema descrito en este manual.

Podemos observar el mímico del Sistema de Agua Sanitaria, ubicado dentro de la pestaña de auxiliares, se puede verificar los niveles de agua que tienen los tanques en tiempo real, así mismo en caso haya alguna falla en los calentadores te envía una alarma para que el operador pueda tomar las acciones correspondientes.

Adicionalmente cada tanque tiene una alarma de alto y bajo nivel, que te indican cuando el tanque esta por quedarse sin fluido o demasiado lleno, estas alarmas evitan que ingrese aire a la línea de succión sanitaria o que rebalse el agua por los respiraderos ubicados en la cubierta principal respectivamente.

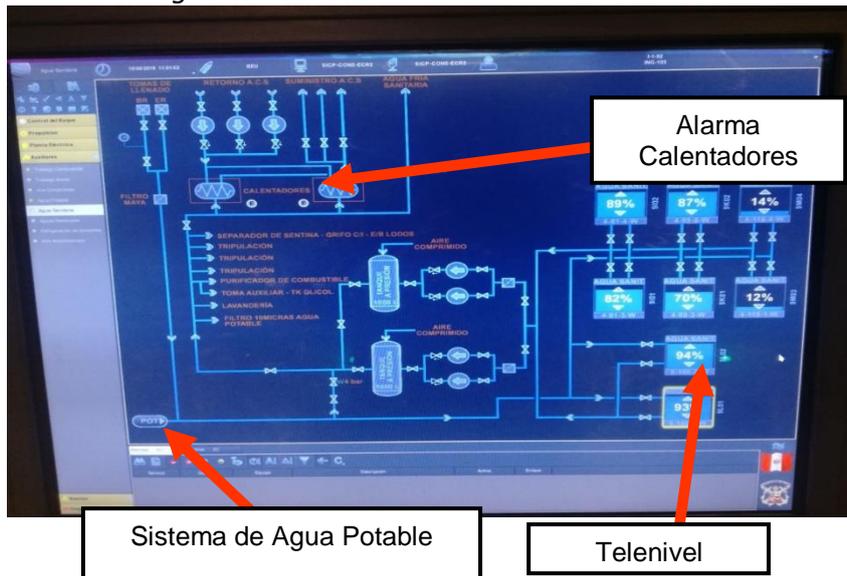
De la misma forma cada tanque tiene un telenivel que indica el porcentaje en tiempo real, así mismo la cantidad de agua que hay en metros cúbicos de forma rápida y concisa.

**Figura 20**  
*Diagrama del sistema de agua potable*



Fuente Elaboración propia

**Figura 21**  
*Diagrama del sistema de agua sanitaria*



Fuente Elaboración propia

### 3.3. Predisposición del Sistema de Agua Sanitaria

#### 3.3.1. Predisposición de las electrobombas de agua sanitaria para su operación:

Para predisponer el Sistema de Agua Sanitaria para su operación se deberá efectuar lo siguiente:

- a. Abrir la válvula mariposa de succión del tanque de agua sanitaria a consumir (001; 002; 003; 004; 005; 006; 007 y 008
- b. Abrir la válvula mariposa 025 y 026 de ingreso al filtro de malla de la línea de succión.
- c. Abrir la válvula bola de succión de la electrobomba sanitaria a utilizar (020; 021; 022 y 023).
- d. En cada descarga de las electrobombas sanitaria se cuenta con una válvula check anti-retorno, la cual impedirá el golpe de ariete (031, 032, 033 o 034).
- e. Abrir la válvula mariposa 035 y 036 de ingreso al Hidroford de 1000 litros.
- f. Cerrar la válvula de bola 039 y 040 de purga del Hidroford de 1000 litros.
- g. Abrir la válvula mariposa 037 y 038 de descarga del Hidroford de 1000 litros.
- h. Abrir la válvula mariposa 041 seccional de la línea sanitaria.
- i. Abrir las válvulas bolas seccional por cubiertas de toda la línea sanitaria del buque (042, 043, 044, 045 y 048).

Con estas acciones, el Sistema de Agua Sanitaria se encuentra predisposto para ser operado.

Cabe mencionar que las acciones antes descritas, son para predisponer únicamente el Sistema de Agua Sanitaria, más no las interconexiones con otros sistemas

#### 3.3.2. Predisposición del subsistema de ósmosis inversa:

Para predisponer las osmosis inversas para llenar los tanques de agua sanitaria se deberá efectuar lo siguiente:

- a. Abrir las válvulas mariposa 056 y 057 de fondo de agua de mar
- b. Abrir las válvulas mariposa seccionales 058 y 059 de fondo de agua de mar.
- c. Abrir la válvula mariposa seccional 060 de alimentación a las bombas de baja de las Osmosis Inversa.
- d. Abrir la válvula bola de succión de la bomba de baja a utilizar (061, 062 o 063).
- e. Abrir la válvula globo de descarga de la bomba de baja (064, 065 o 066).
- f. Abrir la válvula seccional mariposa de alimentación al filtro de arena (069, 070 o 071).

g. Abrir la válvula bola de 3 vías ingreso a la parte superior del filtro multimedia (072, 073, o 074).

h. Verificar las 3 válvulas de 3 vías estén correctamente en posición ya que el recorrido de ingreso de agua de mar es de arriba hacia abajo para efectuar el filtraje de partículas mayores que arrastra el agua salada.

i. Abrir la válvula mariposa de ingreso al filtro de láminas (081, 082 o 083).

j. Abrir la válvula mariposa de salida del filtro de láminas (084, 085 o 086).

k. Cerrar la válvula mariposa by-pass del filtro de lámina (087, 088 o 089).

l. Abrir la válvula bola de ingreso al filtro cartucho de 50 micras (090, 091 o 092).

m. Cerrar la válvula bola de ingreso a la limpieza química (099, 100 o 101).

n. Abrir la válvula aguja reguladora de alta presión (093, 094 o 095).

o. Abrir la válvula bola de descarga de salmuera no producida (102, 103 o 104).

p. Abrir la válvula de descarga al mar (abierta).

q. Abrir la válvula bola de descarga de agua producción (096, 097 o 098).

r. Abrir la válvula bola 108 de ingreso al mineralizador.

s. Abrir la válvula bola 109 de salida del mineralizador.

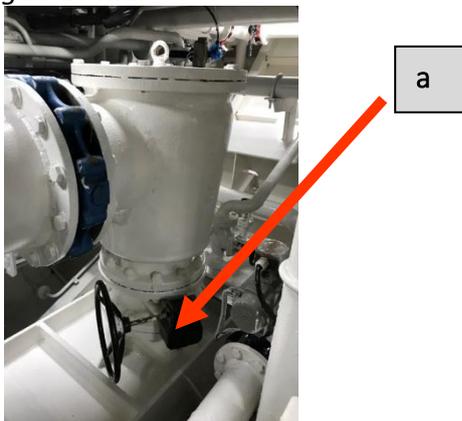
t. Cerrar la válvula mariposa 111 by-pass del mineralizador.

u. Abrir la válvula globo 112 seccional de llenado a los tanques.

v. Abrir la válvula mariposa de llenado del tanque a utilizar (009, 010, 011, 012, 013, 014, 015 o 016).

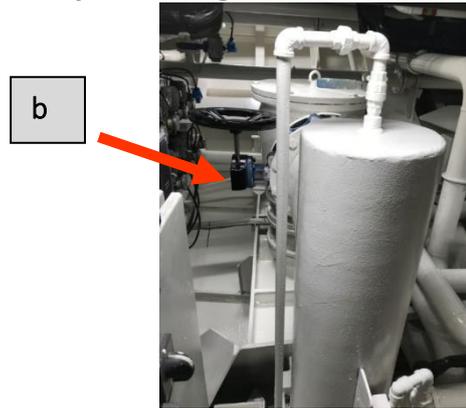
## Figura 22

*Válvula mariposa de fondo de agua de mar*



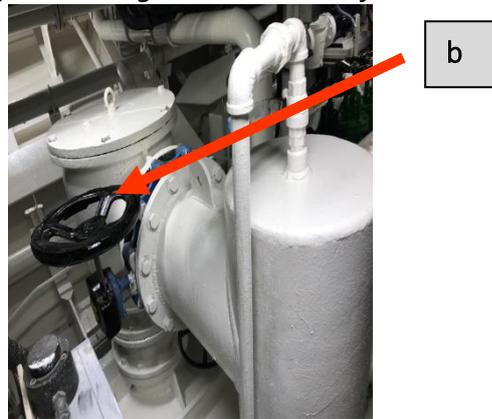
*Fuente* Elaboración propia

**Figura 23**  
*Válvula mariposa seccional de fondo de agua de mar*



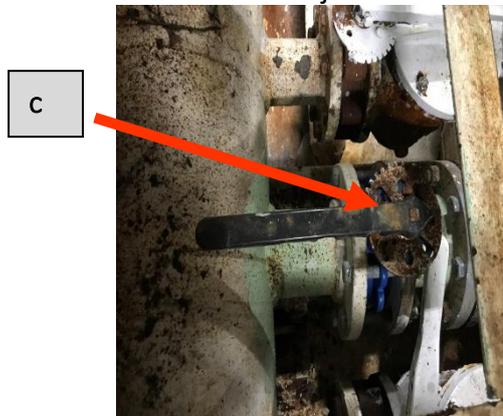
*Fuente* Elaboración propia

**Figura 24**  
*Válvula mariposa seccional de fondo de agua de mar vista frontal*



*Fuente* Elaboración propia

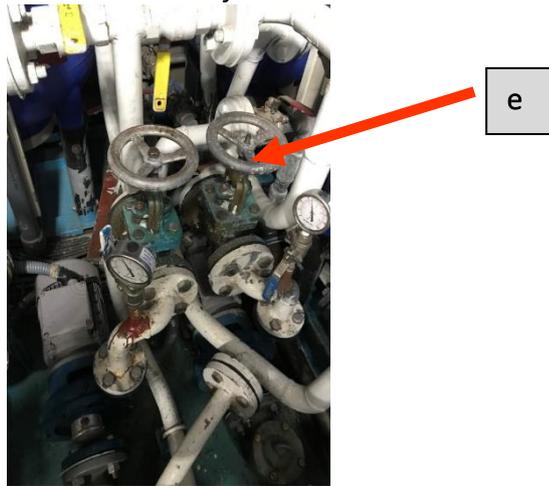
**Figura 25**  
*Válvula mariposa seccional de las bombas de baja de las ósmosis inversas*



*Fuente* Elaboración propia

**Figura 26**

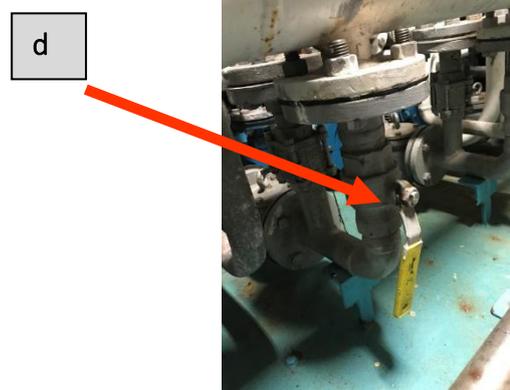
*Válvula globo de descarga de la bomba de baja de las ósmosis inversas*



*Fuente Elaboración propia*

**Figura 27**

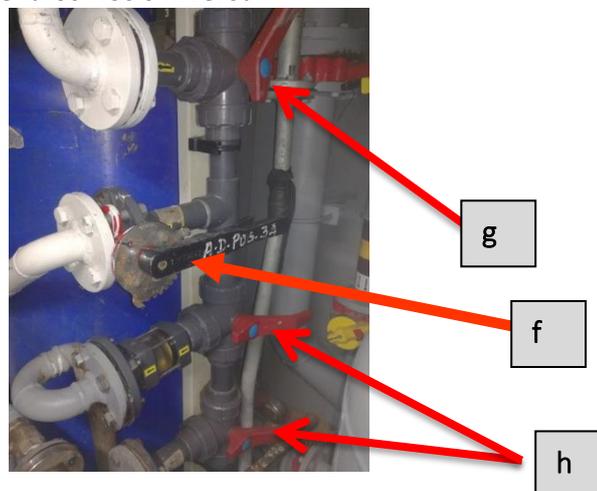
*Válvula bola de succión de la bomba de baja de las ósmosis inversas*



*Fuente Elaboración propia*

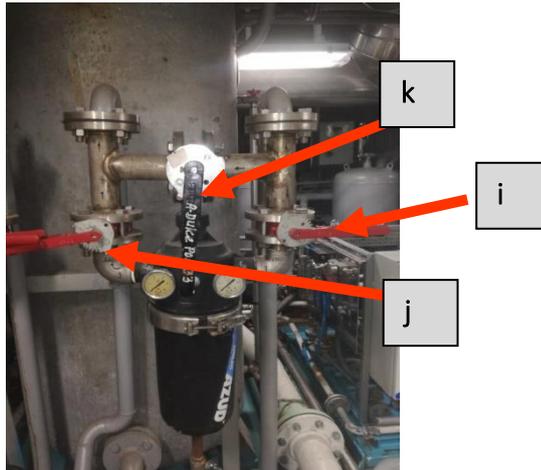
**Figura 28**

*Válvulas del subsistema de la ósmosis inversa*



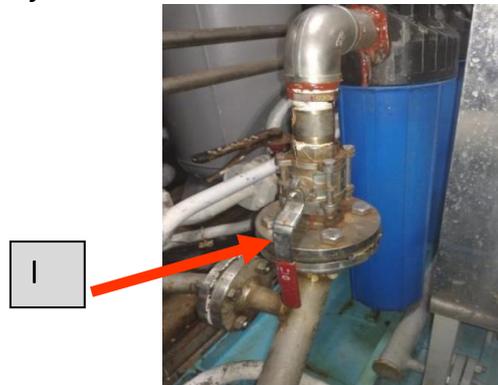
*Fuente Elaboración propia*

**Figura 29**  
Válvulas mariposas del subsistema de la ósmosis inversa



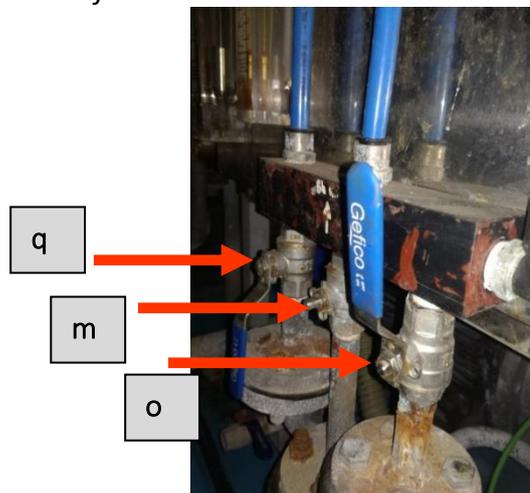
Fuente Elaboración propia

**Figura 30**  
Válvula bola de ingreso al filtro cartucho de 50 micras



Fuente Elaboración propia

**Figura 31**  
Válvulas bolas del sistema de filtración de la ósmosis inversa

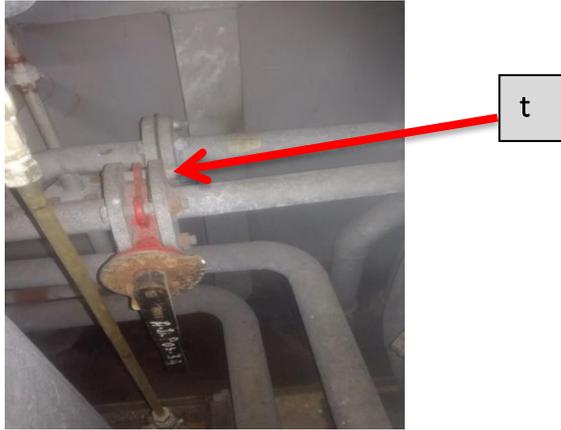


Fuente Elaboración propia

**Figura 32***Válvula aguja reguladora de alta presión**Fuente Elaboración propia***Figura 33***Válvula de descarga al mar**Fuente Elaboración propia***Figura 34***Válvulas bola de ingreso y salida del mineralizador**Fuente Elaboración propia*

**Figura 35**

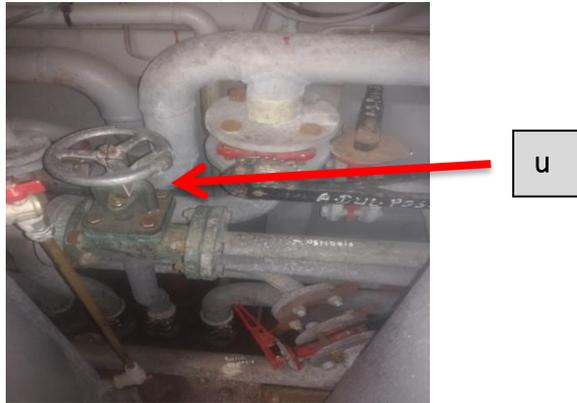
*Válvula mariposa by-pass del mineralizador*



*Fuente Elaboración propia*

**Figura 36**

*Válvula globo seccional de llenado a los tanques*



*Fuente Elaboración propia*

**Figura 37**

*Válvula mariposa de llenado al tanque a utilizar*



*Fuente Elaboración propia*

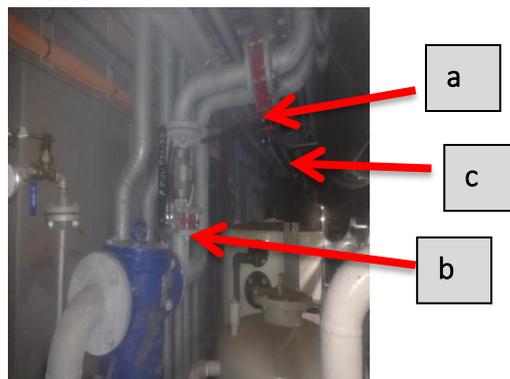
### 3.3.3. Predisposición de los tanques sanitarios para una faena de agua por medio de las tomas en la cubierta alcázar

Para predisponer los tanques sanitarios para una faena de agua por medio de las tomas en la cubierta alcázar se deberá efectuar el siguiente procedimiento:

- a. Abrir la válvula mariposa 051 de llenado usando el caudalímetro
- b. Abrir la válvula mariposa 053 de salida después del caudalímetro
- c. Cerrar la válvula mariposa 052 bypass del caudalímetro
- d. Abrir la válvula mariposa de llenado del tanque a utilizar (009, 010, 011, 012, 013, 014, 015 o 016)

**Figura 38**

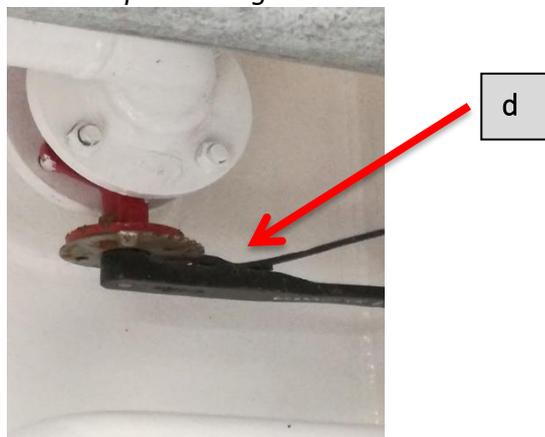
*Válvulas mariposas del caudalímetro*



*Fuente* Elaboración propia

**Figura 39**

*Válvulas mariposa de llenado del tanque 8 de agua sanitaria*



*Fuente* Elaboración propia

### 3.3.4. Predisposición de los calentadores para el uso con el Sistema de Agua Sanitaria

Para predisponer los calentadores para el uso con el Sistema de Agua Sanitaria se deberá efectuar el siguiente procedimiento:

- a. Abrir la válvula globo 048 seccional de alimentación al calentador de la línea sanitaria.
- b. Abrir las válvulas bolas 128 y 129 de llenado a los calentadores.
- c. Abrir las válvulas bolas 130 y 131 de descarga de los calentadores.
- d. Abrir las válvulas bolas seccionales de alimentación a las cubiertas (132, 133 y 134).
- e. Abrir las válvulas bolas de succión a las electrobombas de circulación de agua caliente (137, 138 y 139).
- f. Abrir las válvulas bolas 143 y 144 de retorno a los calentadores.

## 3.4. Operación del Sistema de Agua Sanitaria

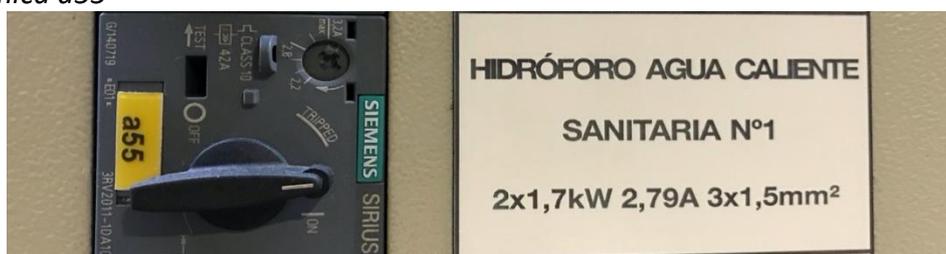
### 3.4.1. Operación de las electrobombas sanitarias

Para efectuar la operación de las electrobombas sanitarias se deberá efectuar el siguiente procedimiento:

- a. Verificar en el tablero eléctrico principal, barra 1 y 2, que las llaves térmicas a-55 y a-20 estén cerrados, es decir en posición (I)

**Figura 40**

*Llave térmica a55*



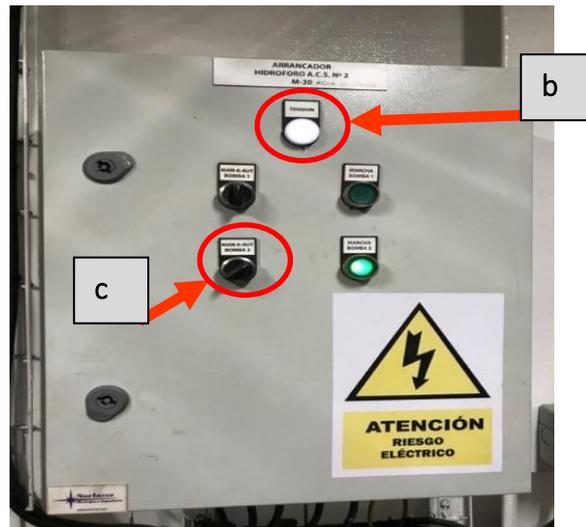
Fuente Elaboración propia

- b. Verificar que los cuadros de lanzamiento se encuentren con tensión (energizado), ubicados dentro del pañol de herramientas.

c. En el cuadro de lanzamiento colocar el selector en posición automático la electrobomba que se pondrá en funcionamiento; la diferencia de los modos de operación (manual y automático) es que en el segundo modo se utiliza los presostatos de baja y alta, instalados en el tanque hidrofóro, lo cual pone fuera de servicio y en servicio la electrobomba, mientras que en el primer modo la electrobomba trabaja hasta que se le ponga fuera de servicio desde el cuadro de control.

- d. Verificar las presiones de las electrobombas.

**Figura 41**  
*Cuadro eléctrico del Hidroford de agua sanitaria*



*Fuente Elaboración propia*

**Figura 42**  
*Manómetro de presión*

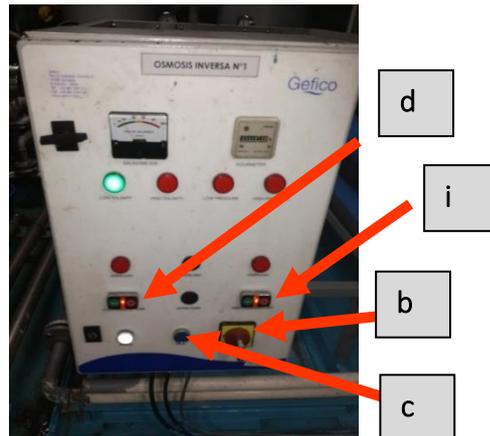
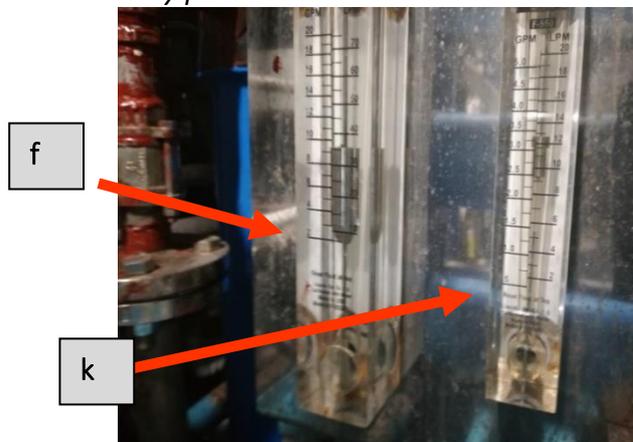
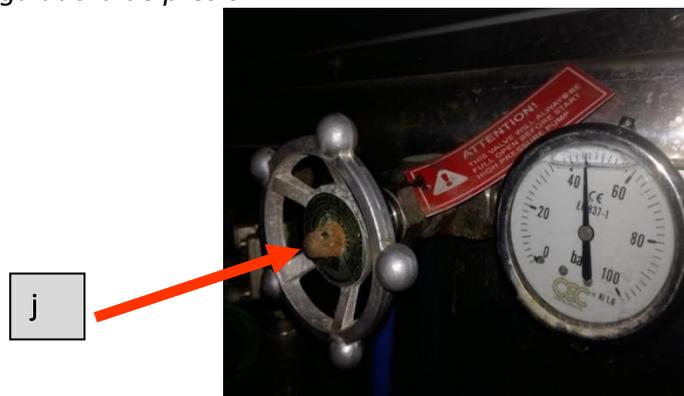


*Fuente Elaboración propia*

### **3.4.2. Operación de las ósmosis inversas**

Para efectuar la operación de las osmosis inversas se deberá efectuar el siguiente procedimiento:

- a. Verificar del tablero principal las llaves de alimentación a63, a65, a34 de las osmosis inversas 1, 2 y 3 estén energizado.
- b. En el tablero del mismo equipo colocar el main switch en posición ON.
- c. Pulsar el botón reset.
- d. Pulsar el botón verde encendido de la bomba de baja.
- e. Verificar la bomba de baja esta cebada.
- f. Comprobar el caudal a través del fluxómetro de alimentación.
- g. Verificar las presiones de toda la línea de baja presión.
- h. Volver a pulsar el botón reset.
- i. Pulsar el botón verde encendido de la bomba de alta y que la presión se encuentre en cero
- j. Cerrar lentamente la válvula reguladora de presión y aumentar la presión en las membranas hasta 60 bar.
- k. Verificar en el caudalímetro de producción que tenga la producción deseada.
- l. Cabe mencionar que la producción varía de acuerdo con la temperatura de agua de mar (mayor T° más producción) (menos T° menos producción)
- m. La producción del equipo es de 0.5m<sup>3</sup> por hora, 12 m<sup>3</sup> por día por Osmosis Inversa.

**Figura 43***Cuadro de control de la ósmosis inversa N° 1**Fuente Elaboración propia***Figura 44***Caudalímetro de alimentación y producción**Fuente Elaboración propia***Figura 45***Válvula aguja reguladora de presión**Fuente Elaboración propia*

### **3.4.3. Operación de los calentadores**

Para efectuar la operación de los calentadores se deberá efectuar el siguiente procedimiento

a. Verificar del tablero principal las llaves de alimentación M-87 y M-52 de los calentadores 1 y 2 respectivamente estén energizados.

b. En el tablero del mismo equipo colocar el main switch en posición ON.

c. Colocar en posición ON (girar a la derecha) los selectores de las 04 resistencias ubicadas en la parte inferior de los tableros de ambos calentadores (verificar encendido de las lámparas indicadoras).

d. Energizar la llave térmica de alimentación L-28 de los cuadros de las e/b de recirculación de agua caliente ubicado en el tablero principal de 230 V.

e. Colocar en posición ON los guardamotores de encendido de las e/b de recirculación de agua caliente, ubicados frente a la planta de tratamiento de aguas fecales N°01.

### **3.5. Mantenimiento del Sistema de Agua Sanitaria**

Las tareas de mantenimiento que se listarán son tomadas del manual de la Bomba marca AZCUE, Osmosis Inversa, Calentador y la mayor parte son tomadas de las mejores prácticas del mantenimiento y conservación en la Armada de equipos electromecánicos.

Se debe tener en consideración que el primer Nivel de Mantenimiento de todo equipo es la operación, así como la ejecución de tareas de mantenimiento básico, las mismas que se deben realizar diariamente, lo que involucra actividades de limpieza, lubricación, engrase, eliminación de óxidos, etc.

Cuando se mencione la palabra “verificación”, se debe entender como una acción para comprobar que el equipo, parte o componente funciona correctamente y está acorde con los estándares de presentación y mantenimiento y que de no ser así se tomarán las acciones correctivas necesarias para su recuperación.

Al depender el Sistema de Agua Sanitaria de otros sistemas para su operación, como son el Sistema de Aire Comprimido, Sistema de Niveles de Tanques, Sistema de Distribución Eléctrica y Sistema Integrado de Control de Plataforma, las Tareas de Mantenimiento de estos sistemas estarán listadas en sus respectivos manuales de descripción, operación y mantenimiento.

Las Tareas de Mantenimiento que se listan a continuación, toman en consideración que el Sistema de Agua Sanitaria está operativo y apropiadamente mantenido. Así mismo está presentado, con sus partes y componentes debidamente identificadas e instrucciones de seguridad y operación a la vista.

### 3.5.1. Mantenimiento del motor eléctrico

Para efectuar el mantenimiento de los motores eléctricos se debe efectuar los siguientes pasos:

**Tabla 3**

*Mantenimiento de motores eléctricos*

PERIODICIDAD	TAREA DE MANTENIMIENTO
Semanalmente	Lanzamiento de la Bomba si no ha operado durante la semana y verificación de parámetros de operación.
Mensualmente	Medición del aislamiento del motor eléctrico (*). Verificación de las conexiones eléctricas.
Trimestralmente	Verificación de la corriente de arranque y corriente de trabajo.
Semestralmente	Limpieza del ventilador, rejilla y álabes. Limpieza del rotor y estator con aire comprimido seco. Armado y prueba.
Anualmente	Evaluación completa del motor. Determinación de requerimiento de recorrido integral en función de las horas de trabajo desde el último recorrido y parámetros eléctricos de operación. Verificación general de los cables y conexiones eléctricas del motor. Inspección y limpieza de contactores del tablero Eléctrico Principal e interruptores del cuadro de control. Reajuste de conexiones.

*Nota (\*)* Suele tomarse en consideración la siguiente fórmula para determinar el aislamiento mínimo permitido de una máquina eléctrica:

$$M\Omega = \frac{\text{Voltaje} + 1}{1,000}$$

*Fuente* Elaboración propia.

Es decir, para motores eléctricos de 440 VAC, como es el caso de la Electrobomba de Lastre, el aislamiento mínimo debería ser de 1.4 MΩ. Por debajo de este aislamiento se recomienda se tomen medidas correctivas.

### 3.5.2. Mantenimiento de las bombas

Para efectuar el mantenimiento de las bombas se debe efectuar los siguientes procedimientos:

**Tabla 4**

*Mantenimiento de las bombas*

PERIODICIDAD	TAREA DE MANTENIMIENTO
Semanalmente	Lanzamiento de la Bomba si no ha operado durante la semana
Mensualmente	Verificación de la presión de succión y descarga.
Trimestralmente	Limpieza del filtro de succión
Anualmente	Verificación de los acoplamientos flexibles de la succión y descarga. Limpieza y aplicación de una capa de silicona o vaselina.

*Fuente* Elaboración propia.

### 3.5.3. Mantenimiento de tanques

Para efectuar el mantenimiento de los tanques se debe efectuar los siguientes pasos:

**Tabla 5**

*Mantenimiento de los tanques*

PERIODICIDAD	TAREA DE MANTENIMIENTO
Semestralmente	Lavado interno de los tanques con agua dulce y ace, limpieza de impurezas que puedan presentar internamente
Anualmente	Recorrido de partes con oxido y pintado de acuerdo con el plan de pintado de los tanques

Fuente Elaboración propia.

### 3.5.4. Mantenimiento de los tanques hidrofond

Para efectuar el mantenimiento de los tanques hidrofond se debe efectuar los siguientes pasos:

**Tabla 6**

*Mantenimiento de los tanques hidrofond*

PERIODICIDAD	TAREA DE MANTENIMIENTO
Mensualmente	Verificación de los presostatos de baja, parámetros de trabajo, verificando en todo momento la presión en la línea.
Semestralmente	Verificación cantidad de aire y agua en el Hidrofond.
Anualmente	Limpieza de los visores

Fuente Elaboración propia.

### 3.5.5. Mantenimiento de los calentadores

Para efectuar el mantenimiento de los calentadores se debe efectuar los siguientes pasos:

**Tabla 7**

*Mantenimiento de los calentadores*

PERIODICIDAD	TAREA DE MANTENIMIENTO
Mensualmente	Verificación de los parámetros de trabajo de las diversas resistencias. Comprobar funcionamiento de las E/B circulación. Verificar rangos de parada y lanzamiento del calentador.
Semestralmente	Retirado de las resistencias para su recorrido.
Anualmente	Comprobar internamente todos los componentes electrónicos del cuadro de control, verificar internamente estanqueidad y estado del calentador.

Fuente Elaboración propia.

### 3.5.6. Mantenimiento de la ósmosis inversa

Para efectuar el mantenimiento de las ósmosis inversas se debe efectuar los siguientes pasos:

**Tabla 8***Mantenimiento de la ósmosis inversa*

PERIODICIDAD	TAREA DE MANTENIMIENTO
Semanalmente	Lavado del sistema con agua dulce. Verificación de presiones de trabajo de la bomba de baja y bomba de alta
Mensualmente	Mantener en reposo el sistema con los componentes químicos para remover la capa de microorganismos en las membranas osmóticas. Lavado del filtro multimedia y del filtro mineralizador
Semestralmente	Conforme las horas en servicio, cambio de los filtros de 50 y 5 micras, así como el lavado del filtro de discos, verificación del funcionamiento de las células salinométricas y de la válvula reguladora de presión.

*Fuente* Elaboración propia.



## **Conclusiones**

El presente trabajo está dirigido para todo el personal naval que es dotación del BAP Unión, en donde podrán emplear este manual para aprender los procedimientos necesarios de puesta en servicio de los equipos que conforma el sistema de agua sanitaria, de esta forma se agilizará el aprendizaje del personal y se evitará la falla humana.

El orden como se desarrolló y se plasmó el presente trabajo es de vital importancia. Primero se inicia con la descripción del sistema, luego con la predisposición del mismo, seguidamente con la operación y finalmente con el mantenimiento. Esta distribución del manual permite ir aprendiendo y comprendiendo el sistema de forma progresiva.

El manual del sistema de agua sanitaria va a incidir en la cultura de mantenimiento del personal del buque escuela a vela, generando un mayor interés por mantener este sistema en óptimo estado de alistamiento, de igual forma direccionando los esfuerzos del personal con el fin de alcanzar los objetivos de la institución. La gestión de mantenimiento que se está implementando permite que los procesos de este sean más automatizados y rápidos, reduciendo de esta forma fallas y permitiendo efectuar un mejor planeamiento de los trabajos.

El presente manual contiene una cantidad considerable de imágenes en donde el personal puede apreciar la posición, ubicación y forma de operación de los sistemas, convirtiéndolo en un manual didáctico que va a agilizar la comprensión del mismo.

Este manual va a tener un impacto económico en el presupuesto del buque escuela a vela, al tener definidos los tiempos de mantenimiento del sistema, va a permitir efectuar una proyección anual del presupuesto.



### Lista de referencias

- Carbotecnia. (3 de noviembre de 2020). *¿Qué es la ósmosis inversa?* Obtenido de Carbotecnia: <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/osmosis-inversa/que-es-la-osmosis-inversa/>
- Costas, A. G. (5 de marzo de 2019). *Ósmosis ¿qué es y qué función tiene?* Recuperado el noviembre de 2020, de Ciencia y biología: <https://cienciaybiologia.com/osmosis/>
- Dirección de Ingeniería Naval. (1989). *Instrucciones sobre el Sistema de Mantenimiento Planificado del Material de Ingeniería Naval SMP-13111*. Manual de Instrucciones.
- Escuela Naval del Perú. (s.f.). *Escuela Naval del Perú*. Recuperado el noviembre de 2020, de Escuela Naval del Perú: <https://www.escuelanaval.edu.pe/>
- Lossio, M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. Tesis de pregrado, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería Civil, Piura. Recuperado el 2020
- Marina de Guerra del Perú. (s.f.). *Biblioteca virtual de la Marina de Guerra del Perú*. Recuperado el noviembre de 2020, de Marina de Guerra del Perú: <https://patrimoniocumentalnaval.mil.pe/>
- Marina de Guerra del Perú. (s.f.). *Libro Organizacional del Buque Escuela a Vela - 14901*.
- Marina de Guerra del Perú. (s.f.). *Marina de Guerra del Perú*. Recuperado el noviembre de 2020, de Marina de Guerra del Perú: <https://www.marina.mil.pe/>
- Seminario, F. (2005). *Producción de agua de mesa por ósmosis inversa para autoabastecimiento de UDEP*. Tesis de pregrado, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Piura.
- Textos científicos. (9 de enero de 2007). *Ósmosis inversa*. Obtenido de Textos científicos: [www.textoscientificos.com/quimica/osmosis/inversa](http://www.textoscientificos.com/quimica/osmosis/inversa)
- Tolmos, P. (2019). *Mejora del Plan de Mantenimiento del montaje 127/54 mm de las Fragatas Misileras*. Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Piura.



## Apéndices

### Apéndice 1

#### Cuadro de válvulas del sistema de agua sanitaria

VAL	TIPO	FUNCIÓN	CUB.	UBICACIÓN
001	Mariposa DN 65	Succión del tk N°1	4	Pasadizo de proa acceso lavandería
002	Mariposa DN 65	Succión del tk N°2	4	Pasadizo de proa acceso lavandería
003	Mariposa DN 65	Succión del tk N°3	4	Cámara de víveres secos hacia proa estribor
004	Mariposa DN 65	Succión del tk N°4	4	Pasadizo popa frente cámara de víveres secos
005	Mariposa DN 65	Succión del tk N°5	4	Pañol de archivo de operaciones
006	Mariposa DN 65	Succión del tk N°6	4	Tronco centro babor
007	Mariposa DN 65	Succión del tk N°7	4	Pañol de muestra cultural
008	Mariposa DN 65	Succión del tk N°8	4	Acceso lavandería banda babor
009	Mariposa DN 65	Llenado del tk N°1	4	Sentina del pañol de muestra cultural
010	Mariposa DN 65	Llenado del tk N°2	4	Sentina de la lavandería debajo del grifo contra incendio
011	Mariposa DN 65	Llenado del tk N°3	4	Cámara de víveres frescos parte superior estribor
012	Mariposa DN 65	Llenado del tk N°4	4	Tronco de centro parte superior babor
013	Mariposa DN 65	Llenado del tk N°5	4	Pañol de archivo de operaciones parte superior
014	Mariposa DN 65	Llenado del tk N°6	4	Pasadizo de proa antes del ingreso a la lavandería
015	Mariposa DN 65	Llenado del tk N°7	4	Proa de la Lavandería parte superior estribor
016	Mariposa DN 65	Llenado del tk N°8	4	Proa de la Lavandería parte superior babor
017	Antiretorno Pie y fondo DN 65	Mantener cebada línea del tk N°1	5	Interior del tk N°1
018	Antiretorno Pie y fondo DN 65	Mantener cebada línea del tk N°2	5	Interior del tk N°2
019	Antiretorno Pie y fondo DN 65	Mantener cebada línea del tk N°3	4	Interior del tk N°3
020	Antiretorno Pie y fondo DN 65	Mantener cebada línea del tk N°4	4	Interior del tk N°4

021	Antiretorno Pie y fondo DN 65	Mantener cebada línea del tk N°5	4	Interior del tk N°5
022	Antiretorno Pie y fondo DN 65	Mantener cebada línea del tk N°6	4	Interior del tk N°6
023	Antiretorno Pie y fondo DN 65	Mantener cebada línea del tk N°7	4	Interior del tk N°7
024	Antiretorno Pie y fondo DN 65	Mantener cebada línea del tk N°8	4	Interior del tk N°8
025	Mariposa DN 50	Ingreso al filtro N°1 ubicado en las E/B	3	Sala de auxiliares entre las E/B sanitaria
026	Mariposa DN 50	Ingreso al filtro N°2 ubicado en las E/B	3	Sala de auxiliares entre las E/B sanitaria
027	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Succión de la E/B Sanitaria N°1 Hidroford N°1	3	Sala de auxiliares
028	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Succión de la E/B Sanitaria N°2 Hidroford N°1	3	Sala de auxiliares
029	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Succión de la E/B Sanitaria N°1 Hidroford N°2	3	Sala de auxiliares
030	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Succión de la E/B Sanitaria N°2 Hidroford N°2	3	Sala de auxiliares
031	Antiretorno DN 32	Descarga de la E/B Sanitaria N°1 Hidroford N°1	3	Sala de auxiliares
032	Antiretorno DN 32	Descarga de la E/B Sanitaria N°2 Hidroford N°1	3	Sala de auxiliares
033	Antiretorno DN 32	Descarga de la E/B Sanitaria N°1 Hidroford N°2	3	Sala de auxiliares
034	Antiretorno DN 32	Descarga de la E/B Sanitaria N°2 Hidroford N°2	3	Sala de auxiliares
035	Mariposa DN 50	Ingreso al Hidroford N°1	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford
036	Mariposa DN 50	Ingreso al Hidroford N°2	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford
037	Mariposa DN 50	Descarga del Hidroford N°1	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford
038	Mariposa DN 50	Descarga del Hidroford N°2	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford
039	Bola de 3 piezas de paso total DN 15	Purgar el Hidroford N°1	3	Debajo del Hidroford N°1
040	Bola de 3 piezas de paso total DN 15	Purgar el Hidroford N°2	3	Debajo del Hidroford N°2
041	Mariposa DN 50	Seccional de la línea sanitaria	3	Sala auxiliares entre los Hidroforos de la Sanitaria
042	Bola DN 32	Seccional oficiales cubierta principal	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford N°1 de Sanitaria
043	Bola DN 32	Seccional 2 cubierta cadetes	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford N°1 de Sanitaria
044	Bola DN 32	Seccional 3 cubierta tripulación	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford N°1 de Sanitaria
045	Bola DN 32	Seccional Lavandería	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford N°1 de Sanitaria
046	Bola DN 25	Seccional purificador de combustible	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford N°1 de Sanitaria

047	Bola DN 50	Seccional separador de sentina y contra incendio	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford N°1 de Sanitaria
048	Globo DN 32	Seccional calentadores	3	Sala de auxiliares al costado del Hidroford N°1 de Sanitaria
049	Bola de 3 piezas de paso total DN 25	Seccional separador de sentina	4	Cámara de máquinas arriba del colector del sistema lastre
050	Antiretorno DN 50	Alimentación a la línea contra incendio cámara de máquinas	4	Cámara de máquinas arriba del colector del sistema lastre
051	Mariposa DN 65	Línea de llenado de los tk's usando el caudalímetro	3	Sala de auxiliares parte superior mineralizador
052	Mariposa DN 65	Línea de llenado de los tk's sin usar caudalímetro	3	Sala de auxiliares parte superior mineralizador
053	Mariposa DN 65	Línea de llenado de los tk's sanitarios después del caudalímetro	3	Sala de auxiliares parte superior mineralizador
054	Globo cierre y retención DN 40	Seccional línea de llenado de los tk's de la descarga osmosis inversa	3	Sala de auxiliares entre los Hidroford del sistema potable
055	Mariposa DN 50	Seccional alimentación a la línea sanitaria de la toma de muelle u osmosis inversa	3	Parte superior del filtro multimedia N°1
056	Mariposa DN 300	Fondo toma de mar babor antes del filtro	4	Al frente del colector de combustible
057	Mariposa DN 300	Fondo toma de mar estribor antes del filtro	4	Al frente del colector de lastre
058	Mariposa DN 300	Fondo toma de mar babor después del filtro	4	Al frente del colector de combustible
059	Mariposa DN 300	Fondo toma de mar estribor después del filtro	4	Al frente del colector de lastre
060	Mariposa DN 100	Seccional de fondo alimentación osmosis inversa	4	Debajo de la escalera de acceso a la cámara de maquinas
061	Bola DN 40	Succión bomba de baja N°1	3	Cámara de auxiliares al frente de la bomba de baja N°1 de la osmosis inversa
062	Bola DN 40	Succión bomba de baja N°2	3	Cámara de auxiliares al frente de la bomba de baja N°2 de la osmosis inversa
063	Bola DN 40	Succión bomba de baja N°3	3	Cámara de auxiliares al frente de la bomba de baja N°3 de la osmosis inversa
064	Globo DN 32	Descarga bomba de baja N°1	3	Cámara auxiliares detrás de la bomba de baja N°1 de la osmosis inversa
065	Globo DN 32	Descarga bomba de baja N°2	3	Cámara auxiliares detrás de la bomba de baja N°2 de la osmosis inversa
066	Globo DN 32	Descarga bomba de baja N°3	3	Cámara auxiliares detrás de la bomba de baja N°3 de la osmosis inversa
067	Bola DN 40	Alimentación de emergencia N°1 descarga bombas de baja	3	Cámara de auxiliares

068	Bola DN 40	Alimentación de emergencia N°2 descarga bombas de baja	3	Cámara de auxiliares
069	Mariposa DN 40	Seccional ingreso filtro multimedia N°1	3	Al costado del filtro multimedia N°1
070	Mariposa DN 40	Seccional ingreso filtro multimedia N°2	3	Al costado del filtro multimedia N°2
071	Mariposa DN 40	Seccional ingreso filtro multimedia N°3	3	Al costado del filtro multimedia N°3
072	Bola 3 vías	Ingreso parte superior filtro multimedia N°1	3	Parte superior del filtro multimedia N°1
073	Bola 3 vías	Ingreso parte superior filtro multimedia N°2	3	Parte superior del filtro multimedia N°2
074	Bola 3 vías	Ingreso parte superior filtro multimedia N°3	3	Parte superior del filtro multimedia N°3
075	Bola 3 vías	Salida parte inferior filtro multimedia N°1	3	Parte inferior filtro de multimedia N°1
076	Bola 3 vías	Salida parte inferior filtro multimedia N°2	3	Parte inferior filtro de multimedia N°2
077	Bola 3 vías	Salida parte inferior filtro multimedia N°3	3	Parte inferior filtro de multimedia N°3
078	Bola 3 vías	Salida hacia filtro de láminas N°1	3	Al costado del filtro multimedia N°1
079	Bola 3 vías	Salida hacia filtro de láminas N°2	3	Al costado del filtro multimedia N°2
080	Bola 3 vías	Salida hacia filtro de láminas N°3	3	Al costado del filtro multimedia N°3
081	Mariposa DN	Ingreso filtro de lámina N°1	3	Al costado del Hidroford N° 2
082	Mariposa DN	Ingreso filtro de lámina N°2	3	Al costado del Hidroford N°2
083	Mariposa DN	Ingreso filtro de lámina N°3	3	Al costado del Hidroford N°1
084	Mariposa DN	Salida filtro de lámina N°1	3	Al costado del Hidroford N°2
085	Mariposa DN	Salida filtro de lámina N°2	3	Al costado del Hidroford N°2
086	Mariposa DN	Salida filtro de lámina N°3	3	Al costado del Hidroford N°1
087	Mariposa DN 50	By-pass filtro de lámina N°1	3	Al costado del Hidroford N°2
088	Mariposa DN 50	By-pass filtro de lámina N°2	3	Al costado del Hidroford N°2
089	Mariposa DN 50	By-pass filtro de lámina N°3	3	Al costado del Hidroford N°1
090	Bola DN 32	Ingreso filtro de cartucho osmosis inversa N°1	3	Al costado filtro cartucho 50 micras del Osmosis Inversa N°1
091	Bola DN 32	Ingreso filtro de cartucho osmosis inversa N°2	3	Al costado filtro cartucho 50 micras del Osmosis Inversa N°2
092	Bola DN 32	Ingreso filtro de cartucho osmosis inversa N°3	3	Al costado filtro cartucho 50 micras del Osmosis Inversa N°3
093	Aguja	Regulación descarga bomba de alta N°1	3	Al costado Osmosis Inversa N°1
094	Aguja	Regulación descarga bomba de alta N°2	3	Al costado Osmosis Inversa N°2
095	Aguja	Regulación descarga bomba de alta N°3	3	Al costado Osmosis Inversa N°3
096	Bola DN 15	Producción de agua osmosis inversa N°1	3	Al costado Osmosis Inversa N°1

097	Bola DN 15	Producción de agua osmosis inversa N°2	3	Al costado Osmosis Inversa N°2
098	Bola DN 15	Producción de agua osmosis inversa N°3	3	Al costado Osmosis Inversa N°3
099	Bola DN 15	Limpieza química osmosis inversa N°1	3	Al costado Osmosis Inversa N°1
100	Bola DN 15	Limpieza química osmosis inversa N°2	3	Al costado Osmosis Inversa N°2
101	Bola DN 15	Limpieza química osmosis inversa N°3	3	Al costado Osmosis Inversa N°3
102	Bola DN 15	Salmuera o rechazo al mar osmosis inversa N°1	3	Al costado Osmosis Inversa N°1
103	Bola DN 15	Salmuera o rechazo al mar osmosis inversa N°1	3	Al costado Osmosis Inversa N°2
104	Bola DN 15	Salmuera o rechazo al mar osmosis inversa N°1	3	Al costado Osmosis Inversa N°3
105	Bola DN 15	Muestra agua producida N°1	3	Al costado Osmosis Inversa N°1
106	Bola DN 15	Muestra agua producida N°2	3	Al costado Osmosis Inversa N°2
107	Bola DN 15	Muestra agua producida N°3	3	Al costado Osmosis Inversa N°3
108	Bola DN 25	Ingreso del mineralizador	3	Atrás de la Osmosis Inversa N°2
109	Bola DN 25	Salida del mineralizador	3	Atrás de la Osmosis Inversa N°2
110	Bola DN 25	Purga del mineralizador	3	Atrás de la Osmosis Inversa N°2
111	Mariposa	By-pass del mineralizador	3	Detrás del Hidroford N°1 Potable
112	Globo DN 40	Seccional línea de llenado tk's sanitaria de las osmosis inversas	3	Entre los Hidroford N°1 y N°2 del sistema de agua potable
113	Bola de 3 piezas de paso total DN32	Seccional N°1 de alimentación de agua sanitaria a las bombas de baja de la Osmosis Inversa antes del filtro de agua	3	Entre los filtros multimedia N°1 y N°2
114	Bola de 3 piezas de paso total DN32	Seccional N°2 de alimentación de agua sanitaria a las bombas de baja de la Osmosis Inversa antes del filtro de agua	3	Entre los filtros multimedia N°1 y N°2
115	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Seccional N°1 de alimentación de agua sanitaria a las bombas de baja de la Osmosis Inversa después del filtro de agua	3	Entre los filtros multimedia N°1 y N°2
116	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Seccional N°2 de alimentación de agua sanitaria a las bombas de baja de la Osmosis Inversa después del filtro de agua	3	Entre los filtros multimedia N°1 y N°2
117	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Seccional de agua sanitaria a la bomba de baja N°1	3	Al ingreso de la bomba de baja N°1

118	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Seccional de agua sanitaria a la bomba de baja N°2	3	Al ingreso de la bomba de baja N°2
119	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Seccional de agua sanitaria a la bomba de baja N°3	3	Al ingreso de la bomba de baja N°3
120	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Seccional alimentación al filtro de llenado al tk limpieza química	3	Parte inferior de los filtros multimedia N°2 y N°3
121	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Seccional alimentación salida del filtro de llenado al tk limpieza química	3	Parte inferior de los filtros multimedia N°2 y N°3
122	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Seccional alimentación agua producida por las Osmosis Inversa para lavado del sistema de osmosis	3	Parte inferior de los filtros multimedia N°2 y N°3
123	Bola de 3 vías	Succión de la bomba de limpieza química	3	Parte inferior del tanque de limpieza química
124	Bola de 3 vías	Descarga de la bomba de limpieza química	3	Parte inferior del tanque de limpieza química
125	Bola DN 32	Seccional de alimentación limpieza Osmosis Inversa N°1	3	Entre el filtro multimedia N°3 y el Hidroford N°2 del sistema de agua potable
126	Bola DN 32	Seccional de alimentación limpieza Osmosis Inversa N°2	3	Entre el filtro multimedia N°3 y el Hidroford N°2 del sistema de agua potable
127	Bola DN 32	Seccional de alimentación limpieza Osmosis Inversa N°3	3	Entre el filtro multimedia N°3 y el Hidroford N°2 del sistema de agua potable
128	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Llenado del calentador N°1	3	Parte superior del calentador N°1
129	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Llenado del calentador N°2	3	Parte superior del calentador N°2
130	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Descarga del Calentador N°1	3	Parte superior del calentador N°1
131	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Descarga del Calentador N°2	3	Parte superior del calentador N°2
132	Bola de 3 piezas de paso total DN 25	Seccional agua caliente tripulación	3	Parte superior del calentador N°1
133	Bola de 3 piezas de paso total DN 25	Seccional agua caliente cadetes	3	Parte superior del calentador N°1
134	Bola de 3 piezas de paso total DN 25	Seccional agua caliente oficiales	3	Parte superior del calentador N°1
135	Bola de 3 piezas de paso total DN 25	By-pass N°1 retorno agua caliente	3	Al costado del calentador N°1
136	Bola de 3 piezas de paso total DN 25	By-pass N°2 retorno agua caliente	3	Al costado del calentador N°1
137	Bola de 3 piezas de paso total DN 25	Succión E/B circulación agua caliente N°1	3	Al costado del calentador N°1
138	Bola de 3 piezas de paso total DN 25	Succión E/B circulación agua caliente N°2	3	Al costado del calentador N°1
139	Bola de 3 piezas de paso total DN 25	Succión E/B circulación agua caliente N°3	3	Al costado del calentador N°1
140	Antiretorno DN 25	Descarga E/B circulación agua caliente N°1	3	Al costado del calentador N°1
141	Antiretorno DN 25	Descarga E/B circulación agua caliente N°2	3	Al costado del calentador N°1

142	Antiretorno DN 25	Descarga E/B circulación agua caliente N°3	3	Al costado del calentador N°1
143	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Retorno agua caliente calentador N°1	3	Al costado del calentador N°1
144	Bola de 3 piezas de paso total DN 32	Retorno agua caliente calentador N°2	3	Al costado del calentador N°2

*Fuente* Elaboración propia.



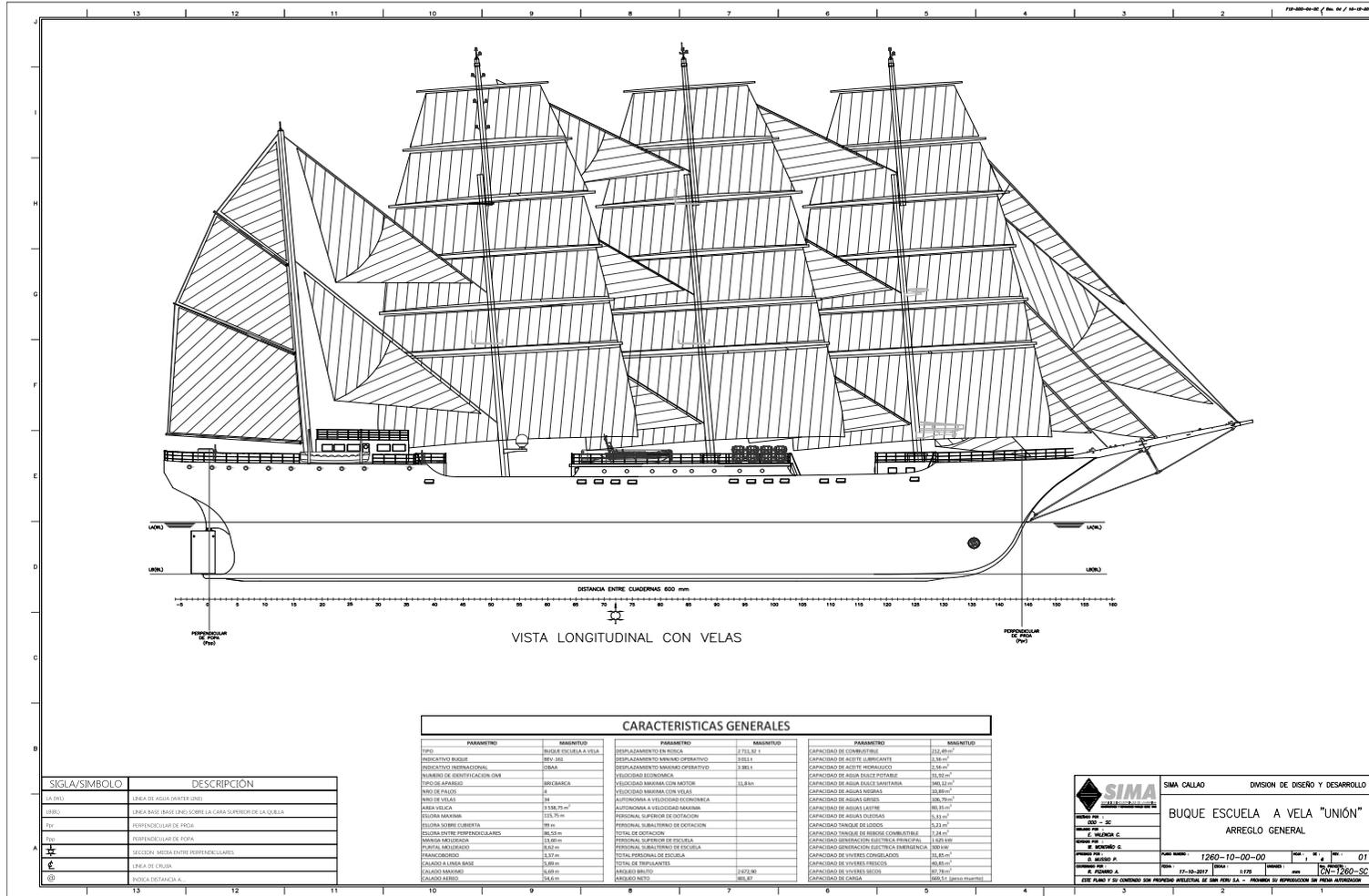


**Planos**



# Plano 1

## Buque Escuela A. Vela "Unión"



### CARACTERÍSTICAS GENERALES

PARAMETRO	VALOR	PARAMETRO	VALOR	PARAMETRO	VALOR
TIPO	BUQUE ESCUELA A VELA	DEPLAZAMIENTO EN REGALA	2 715,32 t	CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE	212,40 m <sup>3</sup>
INDICATIVO BUQUE	881-000	DEPLAZAMIENTO A BORDO OPERATIVO	2 025 t	CAPACIDAD DE ACEITE COMBUSTIBLE	208 m <sup>3</sup>
INDICATIVO INTERNACIONAL	0288A	DEPLAZAMIENTO MÁXIMO OPERATIVO	2 381 t	CAPACIDAD DE ACEITE HORMEALCO	2,26 m <sup>3</sup>
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN	0816384	VELOCIDAD ECONÓMICA	13,6 kn	CAPACIDAD DE AGUA DULCE ESTIVAR	23,07 m <sup>3</sup>
TIPO DE ATRQUE	8816384	VELOCIDAD MÁXIMA CON MOTOR	15,6 kn	CAPACIDAD DE AGUA DULCE SANITARIA	186,37 m <sup>3</sup>
TIPO DE PALIS	4	VELOCIDAD MÁXIMA CON VELAS	13,6 kn	CAPACIDAD DE AGUAS RESERVA	20,89 m <sup>3</sup>
NÚM DE VELAS	24	AUTONOMÍA A VELOCIDAD ECONÓMICA	10,000 h	CAPACIDAD DE AGUAS RESERVA	208 m <sup>3</sup>
ÁREA VELAS	5126,79 m <sup>2</sup>	AUTONOMÍA A VELOCIDAD MÁXIMA	10,000 h	CAPACIDAD DE AGUAS LÁCTEAS	36,33 m <sup>3</sup>
ESQUERA MÁXIMA	125,70 m	PERSONAL SUPERIOR DE ESTRADA	10	CAPACIDAD DE AGUAS FRESCAS	5,2 m <sup>3</sup>
ESQUERA SOBRE CUBIERTA	99 m	PERSONAL SUBALTERNOS DE ESTRADA	10	CAPACIDAD TANQUE DE SODOS	5,2 m <sup>3</sup>
ESQUERA ENTRE PROFUNDIDADES	86,20 m	TOTAL DE COPACION	10	CAPACIDAD TANQUE DE RESERVA COMBUSTIBLE	2,24 m <sup>3</sup>
PROFUNDIDAD DE FONDA	13,00 m	PROFUNDIDAD DE FONDA DE ESCUELA	10	CAPACIDAD TANQUE DE RESERVA ELECTRICA PRINCIPAL	1,620 kWh
PUNTO DE BARRIDO	13,00 m	PROFUNDIDAD SUBALTERNOS DE ESCUELA	10	CAPACIDAD TANQUE DE RESERVA ELECTRICA SUBALTERNOS	280 kWh
FRANQUEAMIENTO	13,00 m	TOTAL PERSONAL DE ESCUELA	10	CAPACIDAD DE VIVIERES CONSERVADOS	23,07 m <sup>3</sup>
LONGITUD A LINEA BASE	139,00 m	TOTAL DE TRIPULANTES	10	CAPACIDAD DE VIVIERES FRESCOS	20,89 m <sup>3</sup>
LONGITUD MÁXIMA	149,00 m	PUNTO DE BARRIDO	13,00 m	CAPACIDAD DE VIVIERES SECOS	20,89 m <sup>3</sup>
LONGITUD ATRQUE	149,00 m	BARBO DE BORDO	100,87 m	CAPACIDAD DE LARGA	166,51 (línea de flotación)

SIGLA/SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
LA (V)	LINEA DE AGUA (VATER LINE)
LB (V)	LINEA BASE (BASE LINE) SOBRE LA CUBA SUPERIOR DE LA QUILLA
ST	REFERENCIAL DE FONDA
PT	REFERENCIAL DE FONDA
A	SECCIÓN MEDIA ENTRE REFERENCIALES
E	LINEA DE CRUDA
03	INDICA DISTANCIA A



**SIMA**  
Sociedad de Ingeniería y Arquitectura

SIMA CALLAO DIVISION DE DISEÑO Y DESARROLLO

**BUQUE ESCUELA A VELA "UNIÓN"**

ARREGLO GENERAL

PROYECTO: 1260-10-00-00	FECHA: 17-10-2014	ESCALA: 1:750	HOJA: 1	TOTAL: 4	NO. DE HOJAS: 01
ESTE PLANO Y SU CONTENIDO SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE SIMA PERU S.A. - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN SIN PERMISO AUTORIZADO					

