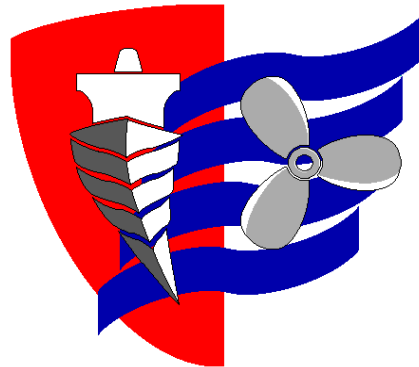


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Máster

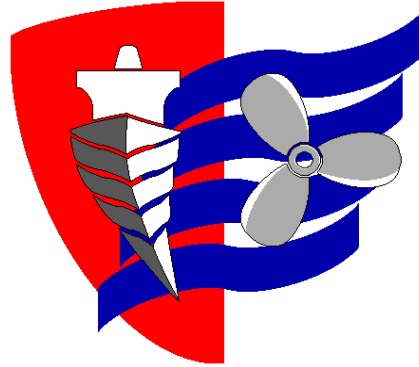
**DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA
DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE
EN UN BUQUE PETROLERO**

*Design and Installation of a Ballast Water
Treatment System in an Oil Tanker*

Para acceder al Título de Máster Universitario en
INGENIERÍA MARINA

Autor: Iñigo Aguinaga Cea
Director: Belén Río Calonge
Julio-2018

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Máster

**DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA
DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE
EN UN BUQUE PETROLERO**

***Design and Installation of a Ballast Water
Treatment System in an Oil Tanker***

Para acceder al Título de Máster Universitario en
INGENIERÍA MARINA

Julio-2018

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF:ÍNDICE	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 3/XX

ÍNDICE

Resumen	5
Palabras clave	5
Summary	5
Keywords	6
1. Memoria.....	8
1.1. Objeto	8
1.2. Alcance	8
1.3. Antecedentes	8
1.4. Normas y Referencias	9
1.4.1. Normas.....	9
1.4.2. Bibliografía	9
1.5. Definiciones y abreviaturas.....	10
1.6. Requisitos de diseño.....	11
1.6.1. Descripción del buque.....	11
1.6.2. Tanques de lastre.....	11
1.6.3. Datos de las bombas de lastre	12
1.7. Análisis de soluciones.....	13
1.7.1. NEI treatment systems- VOS	13
1.7.2. De nora- Balpure	13
1.7.3. Ecochlor- Ecochlor	14
1.7.4. Hyundai- Hiballast	15
1.7.5. Wärtsilä- Aquarius ec	17
1.7.6. Techcross- Electro cleen.....	18

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF:ÍNDICE	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 4/XX

1.7.7.	Headway Technology- Oceanguard	18
1.7.8.	Panasia Co- Gloen Patrol.....	19
1.7.9.	Hyde Marine inc- Hyde Guadian	20
1.7.10.	Alfa laval- Pureballast	21
1.8.	Resultados finales	21
1.8.1.	Descripción del sistema Ecochlor elegido	23
	Sistema de tratamiento	24
	Sistema de filtrado	29
1.8.2.	Procedimientos operacionales	31
1.8.3.	Limitaciones del sistema	32
1.8.4.	Operaciones de lastre	32
	Encendido y descripción de la operación	32
	Operación de deslastre	33
	Apagado del sistema de tratamiento	33
	Modo by-pass.....	34
1.8.5.	Manipulación de los sedimentos	34
1.9.	Planificación.....	35
1.9.1.	Descripción general.....	35
	Nueva casamata para la unidad de tratamiento.....	35
	Nuevas casamatas para las unidades de filtrado (babor y estribor)...	36
	Instalaciones dentro de los tanques de lastre N°5 babor y estribor ...	37
	Instalaciones dentro de la sala de máquinas	37
	Instalaciones en el control de carga.....	38
	Transporte del equipo	38
	Modificaciones requeridas	39
2.	Anexos.....	41
2.1.	Cálculos	41
2.1.1.	Pérdida de presión en el circuito de lastre	41

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF:ÍNDICE	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 5/XX

Bomba número 1(capacidad 1500 m^3/h , altura 35 m).....	41
Bomba número 2(capacidad 1500 m^3/h , altura 40 m).....	43
2.1.2. Calefacción necesaria en las casamatas	46
3. Planos.....	50
4. Pliego de condiciones	53
5. Mediciones y presupuesto	61
5.1. Balance final del presupuesto	62

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF:RESUMEN	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 5/XX

RESUMEN

El proyecto versa sobre, un nuevo equipo que debido a la nueva normativa, dependiendo de la ruta realizada por el buque es necesario habilitar a bordo.

Este nuevo equipo se trata de un sistema de tratamiento de agua de lastre, debido a que el lastrado en un ecosistema y el deslastrado de esa agua en otro ecosistema puede introducir en segundo especies invasoras del primero que de otra manera nunca llegarían, provocando graves alteraciones en el ecosistema que recibe esa agua.

Por lo que primero se expondrán algunas de las opciones que existen para realizar el tratamiento, que son muy amplias. La mayoría de los sistemas recurren al método de dos etapas, donde la primera etapa suele ser siempre un filtrado físico para la eliminación de los organismos macroscópicos y después dependiendo del fabricante otro método para eliminar los organismos macroscópicos.

Después se elegirá uno para su instalación en un buque, y se tratará de detallar lo máximo posible los pasos que se deberán dar y los cálculos que se deberán realizar para la implantación de uno de los sistemas en un buque.

PALABRAS CLAVE

Agua de lastre, BWM, especies invasoras, dióxido de cloro.

SUMMARY

The project is about, a new equipment that due to the new regulations, depending on the route made by the ship, it is necessary to enable on board.

This new equipment is a ballast water treatment system, because ballasting in an ecosystem and de-ballasting of that water in another ecosystem can

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF:RESUMEN	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 6

introduce invasive species of the first that would never otherwise arrive. Causing serious alterations in the ecosystem that receives that water.

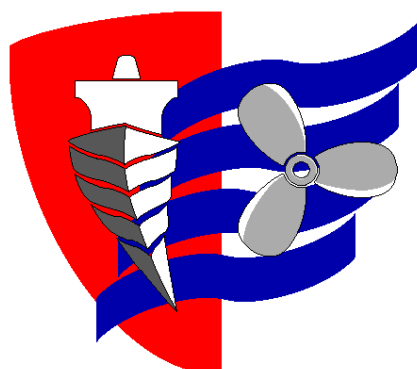
So first I will expose some of the options that exist to carry out the treatment, which are very broad. Most systems resort to the two-stage method, where the first stage is always a physical filtering for the elimination of macroscopic organisms and then depending on the manufacturer another method to eliminate macroscopic organisms.

Then one will be chosen for installation on a ship, and it will be a matter of detailing as much as possible the steps to be taken and the calculations that must be made for the implementation of one of the systems on a ship.

KEYWORDS

Ballast water, BMW, invasive species, chlorine dioxide.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



MEMORIA

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 8/XX

1. MEMORIA

1.1. OBJETO

El objetivo de este proyecto es el de dar a conocer la obligación de la instalación de estos sistemas, a la vez que informar sobre su funcionamiento.

Además se tratará de detallar lo máximo posible los cálculos necesarios para una correcta instalación así como los equipos auxiliares necesarios y todo lo necesario para realizar esta obra en un buque tanque.

1.2. ALCANCE

El destinatario del presente proyecto es la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria, donde se presentará como Trabajo Fin de Máster al objeto de obtener el título de Máster en Ingeniería Marina.

1.3. ANTECEDENTES

Se trata de realizar la instalación en un buque tanque, de un sistema de tratamiento de agua de lastre, debido a la implantación del nuevo Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (BMW).

Este convenio se adoptó el 13 de febrero de 2004 y entro en vigor el 8 de septiembre de 2017.

Se llevó a cabo debido a que las especies acuáticas invasivas representan una gran amenaza para los ecosistemas marinos de diferentes costas. Debido al aumento del tráfico marítimo que utiliza grandes cantidades de agua de más como lastre para la estabilidad este riesgo aumenta. En muchas partes del mundo la introducción de este tipo de especies ha sido devastador para el ecosistema.

El objeto principal de este convenio es el de evitar la propagación de los organismos acuáticos perjudiciales de una región a otra, estableciendo

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 9/XX

normas y procedimientos para la gestión y el control del agua de lastre y los sedimentos de los buques.

En el contexto de este convenio los buques que realicen rutas internacionales deberán estar provistos de un sistema de gestión de agua de lastre y sedimentos que se ajuste a una norma determinada, con un plan de gestión exclusivo para cada buque, además de un libro de registro de agua de lastre y un certificado internacional que acredite todo lo anterior.

Este convenio se divide en diferentes anexos que tratan de que medidas habrá de instalar dependiendo de las características intrínsecas de cada buque, como el tamaño de los tanques de agua de lastre o la ruta que realizan.

Anexo - Sección A - Disposiciones generales.

Anexo – Sección B - Prescripciones de gestión y control aplicables a los buques.

Anexo – Sección C - Medidas adicionales.

Anexo – Sección D – Normas para la gestión del agua de lastre.

Anexo - Sección E – Prescripciones sobre reconocimiento y certificación para la gestión del agua de lastre.

1.4. NORMAS Y REFERENCIAS

1.4.1.NORMAS

Norma UNE157001, Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

1.4.2.BIBLIOGRAFÍA

Alfa laval, (2018). Disponible en: <https://www.alfalaval.com>, [consultado en mayo 2018].

Denora,(2018). Disponible en: <http://www.denora.com>, [consultado en mayo 2018].

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 10/XX

Ecochlor,(2018). Disponible en:<http://ecochlor.com>, [consultado en abril 2018].

HeadwayTechnology,(2018).Disponible en:<http://www.headwaytech.com>, [consultado en mayo 2018].

Hyde Marine,(2018). Disponible en:<http://www.hydemarine.com>, [consultado en abril 2018].

Hyundai,(2018).Disponible en:https://www.hyundai-gs.com/filedown/HHI_BWTS_Catalog_2016.pdf, [consultado en abril 2018].

IMO, (2018). Disponible en:<http://www.imo.org>, [consultado en mayo 2018].

Nei Marine,(2018).Disponible en:<http://www.nei-marine.com>, [consultado en mayo 2018].

Panasia,(2018). Disponible en:<http://www.worldpanasia.com>, [consultado en mayo 2018].

Techcross, (2018). Disponible en:<http://www.techcross.com/kor/>, [consultado en mayo 2018].

Wartsila,(2018). Disponible en: <https://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/ballast-water/bwms/wartsila-aquarius-ec-bwms>, [consultado en mayo 2018].

Framo, (2018). Disponible en: <https://www.framo.com/>, [consultado en mayo 2018].

Manual del buque, [consultado en mayo 2018].

1.5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Filtrado:separación física mediante filtros o hidrociclones usado en la mayoría de los sistemas como primera fase del tratamiento.

Biocidas químicos: el dióxido de cloro es conocido por su poder desinfectante del agua usado en muchos sistemas de distribución de agua en ciudades donde el agua está sucia.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 11/XX

Electrolisis: cuando el flujo de agua de lastre pasa por la cámara de electrolisis, se generas sustancias activas que rompen las membranas de las células de los organismos acuáticos.

Electro catálisis:en un proceso de avanzada oxidación electro catalítica, se producen radicales de hidroxilo, los cuales son muy eficientes a la hora de esterilizar el agua, iniciando una oxidación de los organismos en el agua.

Cavitación+ de-oxigenación: el gas inerte combinado con el inyector de efecto Venturi, consigue eliminar el 95% del O_2 que se encuentra disuelto en el agua en menos de 10 segundos.

Tratamiento UV: la luz ultravioleta daña y desactiva el ADN de los organismos y evita que se reproduzcan.

Oxidación avanzada:el poder de fotolisis de la luz ultravioleta se utiliza para generar radicales de oxidación para la disociación de los contaminantes orgánicos presentes en el agua.

1.6. REQUISITOS DE DISEÑO

1.6.1.DESCRIPCIÓN DEL BUQUE

Tipo de buque: buque tanque

Peso muerto: 42.208tn

Año de construcción: 2012

Eslora entre perpendiculares: 219.00m

Manga: 32.20m

Calado en lastre (pr/med/pp): 5.79m/6.91m/8.03m

Capacidad total de lastre: 25.701,6m³

1.6.2.TANQUES DE LASTRE

A continuación, la tabla 1 muestra la disposición de los tanques de lastre del buque objeto de estudio.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 12/XX

Tabla 1. Disposición de los tanques de lastre.

Fuente: Manual del buque

Tanques	Localización	Capacidad m3	Bombas
F.P.TK.	88-FORE(107,1)	682,5	No. 1 Ballast Pump
No. 1 W.B.TK. (P)	81-88	2.233,50	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 1 W.B.TK. (S)	81-88	2.233,60	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 2 W.B.TK. (P)	74-81	1.844,30	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 2 W.B.TK. (S)	74-82	1.844,30	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 3 W.B.TK. (P)	67-74	1.851,40	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 3 W.B.TK. (S)	67-74	1.851,40	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 4 W.B.TK. (P)	60-67	1.851,40	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 4 W.B.TK. (S)	60-67	1.851,40	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 5 W.B.TK. (P)	53-60	1.828,30	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 5 W.B.TK. (S)	53-60	1.828,30	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 6 W.B.TK. (P)	43-53	2.373,60	No. 1 & 2 Ballast Pump
No. 6 W.B.TK. (S)	43-53	2.373,60	No. 1 & 2 Ballast Pump
A.P.TK.	Aft(-5,0)-12	1.504,00	Bilge & Fire GS Pump

1.6.3.DATOS DE LAS BOMBAS DE LASTRE

En la tabla siguiente se muestra la tabla de las características de las bombas de lastre.

Tabla 2. Características de las bombas de lastre.

Fuente: Framo, (2018)

Bombas	Capacidad		Fabricante/Tipo	Localización
	m3/h	altura (m)		
No. 1 Ballast Pump (P)	1.500	30	Framo	Bottom in No. 5 W.B.T. (P)
No. 2 Ballast Pump (S)	1.500	30	Framo	Bottom in No. 5 W.B.T. (P)
No. 1 & 2 Bilge, Fire & GS Pumps	210/30	40/90	Centrifuga vertical	E/R Floor

1.7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Para dar solución a este problema existen múltiples sistemas de diferentes fabricantes, por lo que se deberán analizar las diferentes opciones disponibles en el mercado para así poder elegir la que será la más conveniente teniendo en cuenta el tipo de buque en el que se va a instalar.

Se consideraron diez sistemas diferentes como candidatos para la instalación a bordo de este buque. Son los siguientes.

1.7.1. NEI TREATMENT SYSTEMS- VOS

El sistema VOS (Venturi Oxygen Stripping), es un sistema de tratamiento de agua de lastre diseñado y manufacturado en USA. Este sistema trabaja mediante el principio de la de-oxigenación, inyectando gas inerte en los tanques de lastre provocando una condición de hypoxia.

El gas inerte es inyectado mediante los inyector de venturi y el gas inerte se genera mediante una planta de gas inerte auxiliar.

Las ventajas de este sistema son que no se requieren filtros, ya que el único tratamiento que da es de la inyección de gas inerte por lo que no hay que preocuparse de flujo ni de caídas de presión, las operaciones de lastre seguirán como hasta el momento.

Es recomendable para buques tanque de gran envergadura, así como LNGs, su capacidad varía desde $500\text{m}^3/\text{h}$, hasta más de $3000\text{m}^3/\text{h}$, por lo que su rango de trabajo es muy amplio. (Nei Marine, 2018)

1.7.2. DE NORA- BALPURE

El sistema Balpure consta de dos etapas para el tratamiento del agua de lastre, el primero es un filtrado para deshacerse de las impurezas macroscópicas. Después esta agua es sometida a una desinfección electrolítica.

Para producir la solución desinfectante se utiliza agua de mar y electricidad. La reacción inicial ocurre dentro de una celda electrolítica compuesta de ánodos y cátodos usando corriente continua, para dar energía. La corriente

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 14/XX

pasa por la solución salina entre placas dirigiendo la corriente eléctrica al ánodo y cátodo.

El rango de uso de este sistema se encuentra entre $500m^3/h$, hasta más de $3000m^3/h$. (Denora,2018).

1.7.3.ECOCHLOR- ECOCHLOR

El sistema Ecochlor de tratamiento de agua de lastre aplica una tecnología con ClO_2 , para oxidar y desinfectar las especies invasivas presentes en el agua de mar.

Este sistema emplea un tratamiento en dos fases. El agua de mar es bombeada a bordo como en un sistema convencional por la toma de mar y los primeros filtros.

Después de ello el agua de mar bombeada a bordo pasa a través de la primera fase de tratamiento que se trata de un filtro de 40 micrones, que se limpia automáticamente cuando es necesario, para así reducir el sedimento y prevenir la entrada de organismos mayores en los tanques de lastre del buque.

Una vez filtrada el agua, pasa por la segunda fase del sistema, que se trata de la generación e inyección de ClO_2 en el agua que entra en sistema de lastre. Una pequeña cantidad de agua previamente filtrada es dirigida directamente al sistema de tratamiento, donde es mezclada con ClO_2 generado, para crear una solución que es inyectada en el flujo de agua entrante para alcanzar un dosado de 5 mg/L (ppm) en el total del flujo de agua de lastre.

El ClO_2 contribuye a la desactivación de las células y a la muerte de los organismos una vez que es asimilado por estos e introducido en sus células, termina con sus funciones vitales.

No será necesario ningún tratamiento adicional para su descarga a la mar. No se considera corrosivo ni se conoce ningún efecto de ataque a los revestimientos de los tanques de lastre tubería o sistemas de bombeo. (Ecochlor,2018).

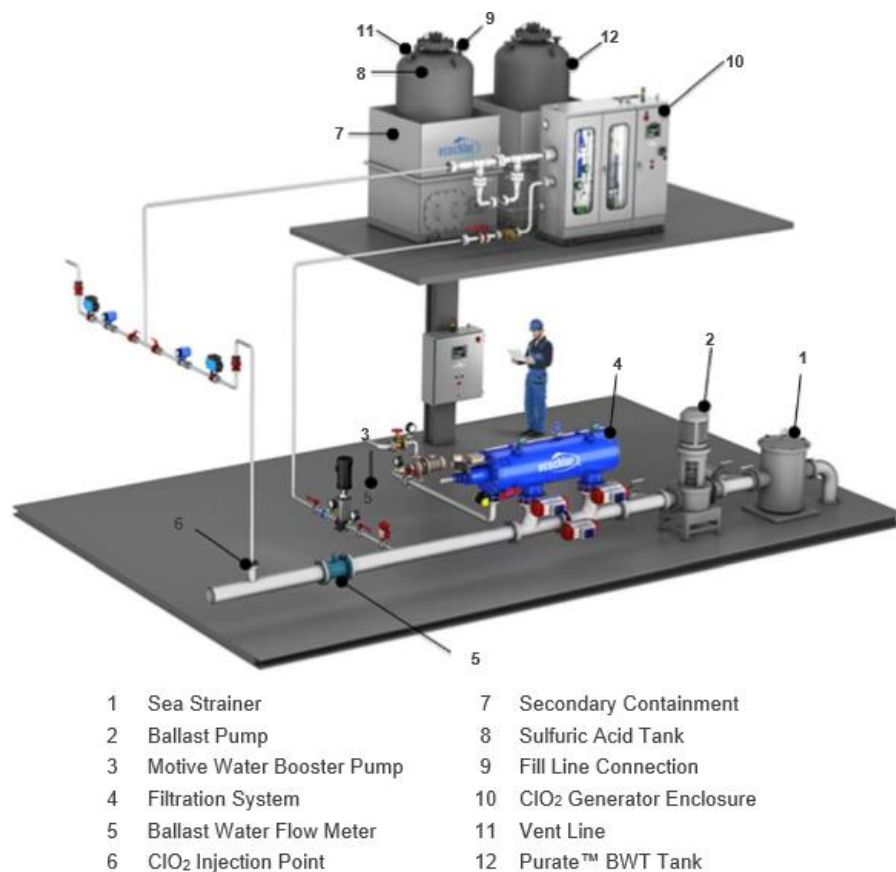


Figura 1. Sistema Ecoclhor.

Fuente: Ecochlor,(2018).

1.7.4.HYUNDAI- HIBALLAST

El sistema Hiballast de tratamiento de agua de lastre, aplica una limpieza en tres fases diferentes, dos de ellas a la carga del agua de lastre y una extra a la descarga de la misma, para así cerciorar que la esterilización del agua sea completa.

En la primera fase, en la carga del agua de lastre primero pasa por un filtro mediante el que se evita que organismos macroscópicos mayores de 50 micrómetros puedan pasar hacia los tanques de lastre.

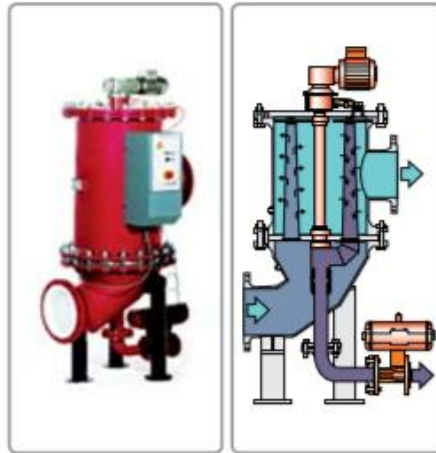


Figura 2. Esquema del filtrado del sistema Hiballast.

Fuente: Hyundai, (2018).

En la segunda fase el agua ya filtrada pasa a través de una unidad de electrolisis en los que se desinfecta el agua de bacterias, patógenos y demás organismos menores de 50 micrómetros. Después de estas dos primeras fases el agua de lastre es introducida en los tanques.



Figura 3. Unidad de electrolisis e inyección de la solución de tiosulfato.

Fuente: Hyundai, (2018).

Para la descarga del agua de lastre tratada por este sistema es necesario un último tratamiento para evitar que se produzca una contaminación del agua de mar. Esta última fase trata de inyectar una solución de sodio

thiosulfato que es usada para convertir los posibles remanentes oxidantes en una solución estable como cloruro y bromuro. (Hyundai, 2018)

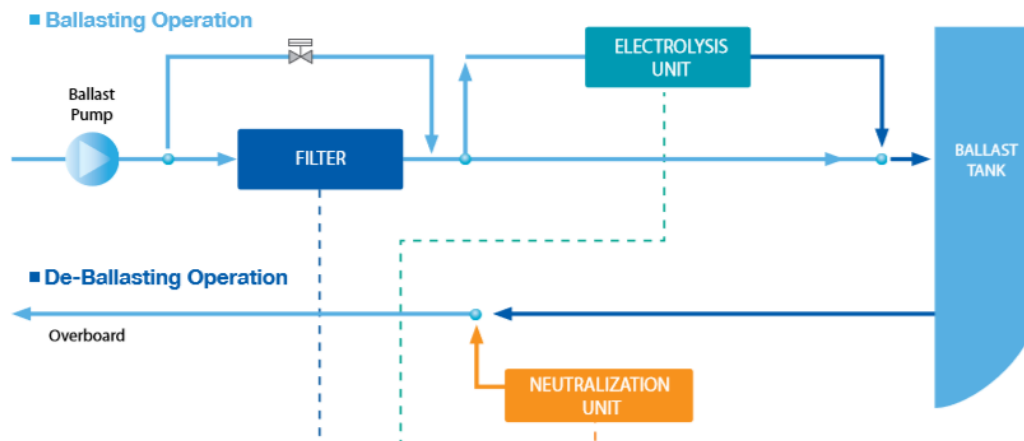


Figura 4. Esquema de sistema.

Fuente: Hyundai, (2018).

1.7.5.WÄRTSILÄ- AQUARIUSEC

El sistema Aquariusec de tratamiento de agua de lastre realiza la inertización del líquido mediante dos fases que garantizan la esterilización del agua contra organismos vivos que se encuentren en el medio.

La primera fase trata de hacer pasar el agua de mar por un filtro físico de 40 micrones para eliminar los organismos macroscópicos como, sedimentos, zooplankton, que hayan podido ser absorbidos por las bombas de succión. Un sistema de lavado automático del filtro garantiza la eficiencia del mismo.

En la segunda fase el lastre pasa por un mezclador estático donde el desinfectante TRO (total residual oxidant) es generado mediante una unidad de electrolisis, que es inyectado en el sistema para garantizar una concentración de 10 ppm en el agua. Este sistema no tiene limitaciones de temperatura del agua de mar además de ser explosión proof por lo que se puede instalar en zonas clasificadas como 1 del buque. (Wartsila, 2018).

1.7.6.TECHCROSS- ELECTRO CLEEN

El sistema Electro-Cleen de tratamiento de agua de lastre utiliza dos etapas para realizar todo el proceso de lastre y deslastre del buque. Sobre todo se basa en la tecnología de la electrolisis con inyección directa del desinfectante generado.

En la primera fase, la carga del agua de lastre, esta agua es pasada a través de una unidad para generar el desinfectante que posteriormente es inyectado de manera directa en el flujo entrante de agua al buque. Todo esto lo realiza en una sola etapa en un solo equipo. La capacidad de tratamiento de este equipo varía de entre $300m^3/h$ hasta un máximo de $600m^3/h$ por lo que es más bien recomendado para buques pequeños.

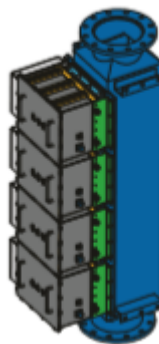


Figura 5. Sistema Electro-Cleen.

Fuente: Techcross, (2018).

En la segunda fase que se encuentra dentro de la maniobra de deslastre, se inyecta un neutralizador del desinfectante anteriormente inyectado, para no dañar el medio marino. Esto se monitoriza durante todo el deslastre para garantiza que la concentración de desinfectante no exceda la norma establecida. (Techcross, 2018).

1.7.7.HEADWAYTECHNOLOGY- OCEANGUARD

El sistema Oceanguard de tratamiento de agua de lastre, se realiza en dos fases para garantizar una buena esterilización del agua bombeada a bordo de los tanques.

La primera fase consta de un filtrado, para evitar que los organismos macroscópicos entren hacia el circuito de agua de lastre, de 50 micrones de tamaño. Este filtro también está provisto de un lavado automático para garantizar la máxima eficiencia del mismo.

En la segunda fase se produce mediante electro catálisis, radicales con una capacidad perfecta de esterilización. Los productos finales de esta reacción son CO_2 y H_2O y trazas de sal inorgánica que no representa ningún peligro para el medio ambiente.

El rango de capacidad de tratamiento de agua de lastre varía entre $10m^3/h$ a $3500 m^3/h$ por lo que se puede apreciar que el rango es muy amplio.



Figura 6. Sistema Oceanguard.

Fuente: HeadwayTechnology, (2018).

1.7.8.PANASIA CO- GLOENPATROL

El sistema GloenPatrol de tratamiento de agua de lastre es un sistema combinado en dos fases para garantizar una correcta esterilización del fluido.

En la primera fase el agua bombeada a bordo es pasada por una unidad de filtros en la que se quedan los organismos u otros sedimentos de tamaño mayor a 50 micrones.

En la segunda fase, todo lo que no se ha quedado en los filtros se desinfecta mediante luz ultravioleta. La mayor ventaja de este sistema es que al ser el tratamiento totalmente físico no se produce ningún producto toxico, por lo que no representa ningún peligro para el medio ambiente y además no es necesario ningún tipo de tratamiento posterior para el deslastre del agua hacia la mar.

La capacidad de tratamiento de este sistema se encuentra entre los $50 \text{ m}^3/h$ y los $6000 \text{ m}^3/h$ un rango muy amplio por lo que se puede instalar en diferentes tipos de buques.(Panasia, 2018)

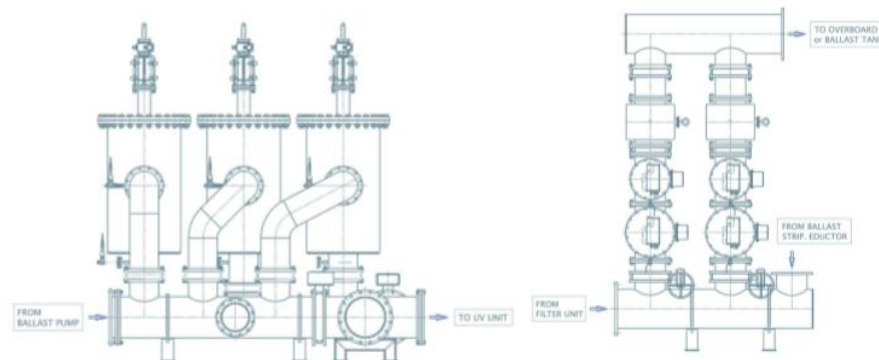


Figura 7. Sistema GloenPatrol.

Fuente: Panasia, (2018).

1.7.9.HYDE MARINE INC- HYDE GUADIAN

El sistema Hyde Guardian de tratamiento de agua de lastre es un sistema combinado en dos fases para garantizar una correcta esterilización del fluido.

En la primera fase el agua bombeada a bordo es pasada por una unidad de filtros en la que se quedan los organismos u otros sedimentos de tamaño mayor a 50 micrones.

En la segunda fase, todo lo que no se ha quedado en los filtros se desinfecta mediante luz ultravioleta. La mayor ventaja de este sistema es que al ser el tratamiento totalmente físico no se produce ningún producto toxico, por lo que no representa ningún peligro para el medio ambiente y además no es

necesario ningún tipo de tratamiento posterior para el deslastre del agua hacia la mar.(Hyde Marine,2018).

1.7.10. ALFA LAVAL- PUREBALLAST

El sistema Pureballast es un sistema de tratamiento de agua de lastre, utiliza un sistema de dos fases para la desinfección biológica del agua de lastre.

En la primera fase el agua se filtra para quitar del agua entrante los organismos o sedimentos más grandes para así facilitar la siguiente fase.

En la segunda fase de la desinfección se hace pasar el agua de lastre a través de una luz ultravioleta especialmente diseñada de cuarzo sintético. Además de ello se lleva un control de la longitud de onda que da la luz para así maximizar la eficiencia de la desinfección además de ahorrar energía. Funciona con agua dulce. (Alfa laval, 2018)



Figura 8. Detalle del sistema Pureballast.

Fuente: Alfa laval, (2018).

1.8. RESULTADOS FINALES

Finalmente el sistema de tratamiento de agua de lastre elegido será el desarrollado por la empresa Ecochlor INC, por diversas razones que se exponen a continuación.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 22/XX

El sistema elegido esta recomendado para buques con poca reserva de energía eléctrica a bordo, lo cual facilita el trabajo ya que no es necesaria la implantación de generadores de electricidad auxiliares ni nada por el estilo abaratando así la instalación.

Los químicos necesarios para el funcionamiento de la planta serán proporcionados por el fabricante, dando un buen precio. Además como se hace cargo la empresa del sistema se elimina el peligro de contaminación de la tripulación o de futuros accidentes por la manipulación de estos materiales, peligrosos. Respecto a los costes, cuantas más veces se tenga que cargar en el barco más caro, por lo que cuanto más grande sea el tanque de almacenamiento mejor. Para este buque se ha calcula que se deberán de cargar químicos tres veces al año el condiciones normales de funcionamiento de la planta.

El fabricante garantiza la modernización del equipo cuando sea necesario cumplir con los términos implantados por los USCG sin costes adicionales para el armador.

El tiempo requerido para la fabricación del mismo y poder implantarlo en el buque es corto comparado con otros fabricantes.

Finalmente como se puede apreciar en los siguientes gráficos el consumo de energía del equipo es muchísimo menor que el de sus competidores, tanto en condiciones normales, como a plena carga.

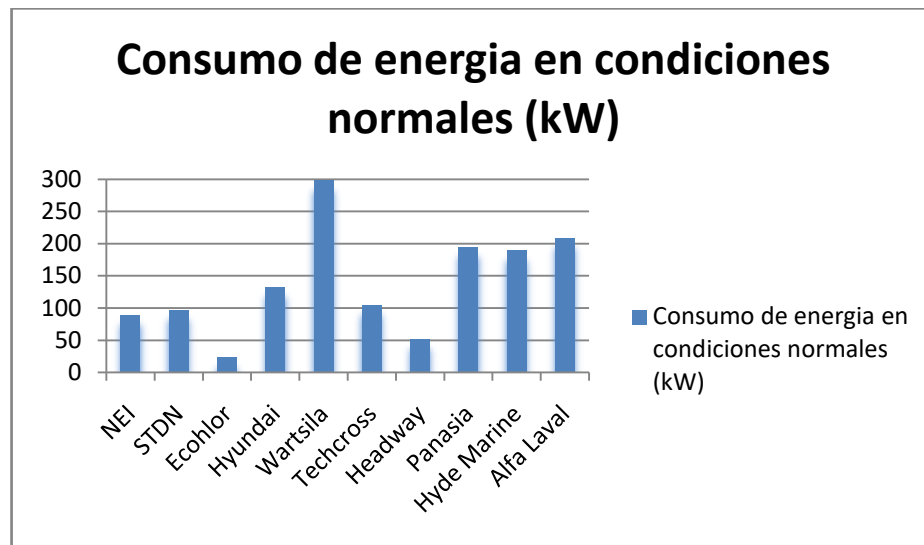


Figura 9. Consumos de energía en condiciones normales para diferentes sistemas de tratamiento de agua de lastre.

Fuente: Propia

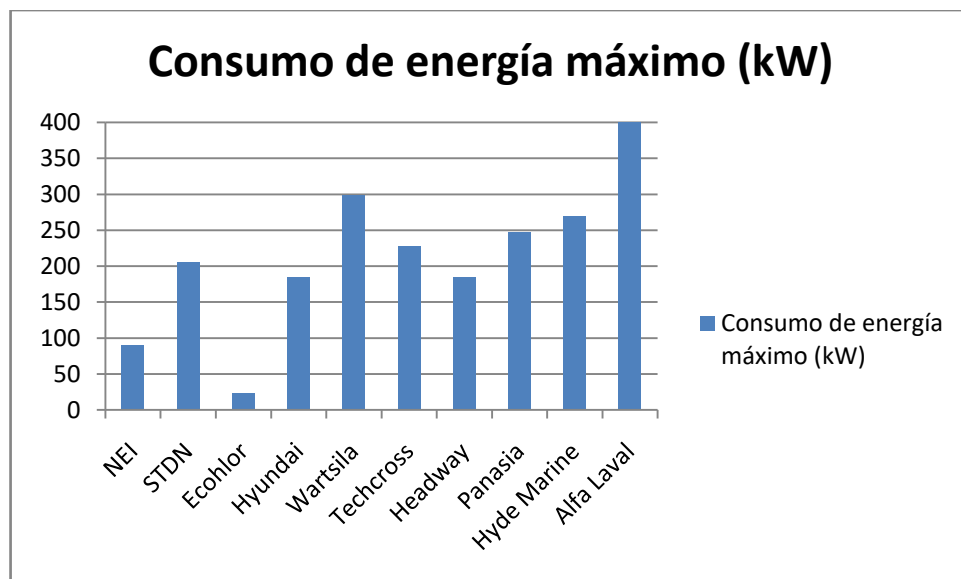


Figura 10. Consumos de energía máximo para diferentes sistemas de tratamiento de agua de lastre.

Fuente: Propia

1.8.1.DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ECOCHLOR ELEGIDO

Las características principales de este sistema de tratamiento de agua de lastre se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 3. Características del sistema Ecochlor.

Fuente: Ecochlor

Fabricante	ECOCHLOR
Modelo	Series 150
Tecnología	Inyección Química y filtrado
Tratamiento durante	Operación de lastrado
Capacidad de tratamiento en m³/h	3500
Localización	Cubierta principal/Sala de maquinas
Bombas utilizadas simultáneamente	2
Tiempo requerido antes de deslastre	48 horas

SISTEMA DE TRATAMIENTO

En buques tanque que es el caso que se plantea, incluyendo el aftpeak se utilizará solo un generador de dióxido de cloro para el tratamiento del agua de lastre principal así como del aftpeak. No se podrán tratar las dos partes a la vez.



Figura 11. Generador de ClO_2 con los tanques de almacenamiento de los químicos

Fuente: Ecochlor(2018)

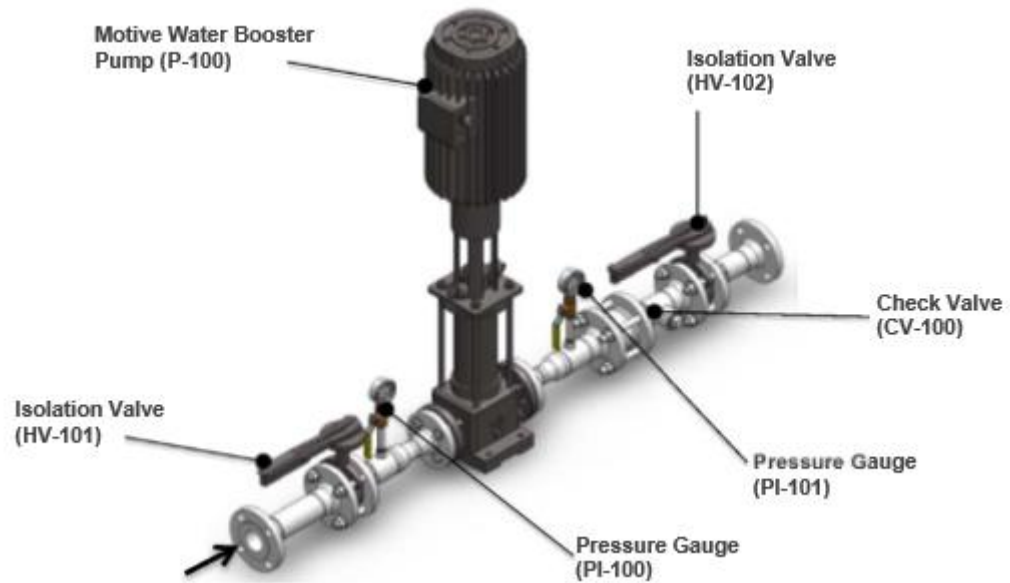


Figura 12. Bomba booster
Fuente: Ecochlor(2018)

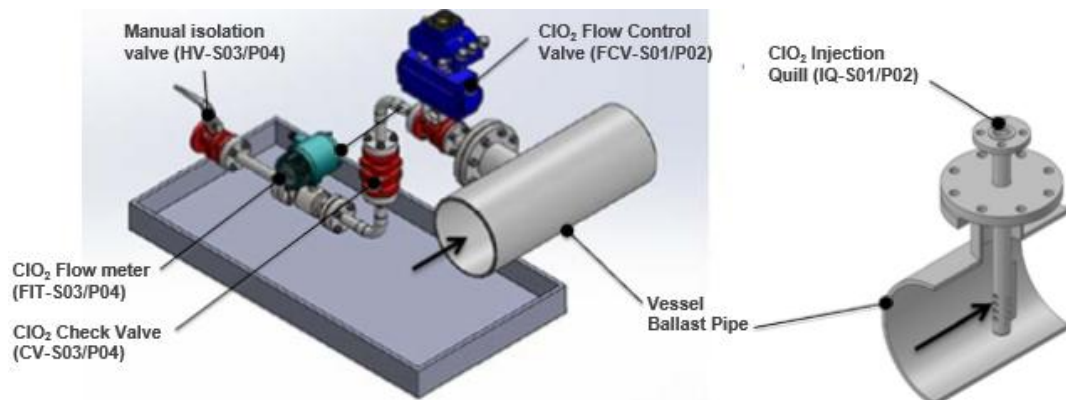


Figura 13. Sistema de inyección del ClO_2
Fuente: Ecochlor

Tabla 4. Componentes del generador de ClO_2
Fuente: Ecochlor

Item	P&ID Tag	Componente	Descripción
1	N/A	Generador de dióxido de cloro	Unidad que incluye todo el equipamiento para proveer de medición de los químicos, flujo de agua y control para la generación del ClO_2 .
2	CP-1	Panel de control	Panel de control para operar el

BWTS

3	T-300	Tanque de Purate	Para almacenado de Purate con control continuado de nivel del tanque, construido en acero inoxidable 316.
4	T-200	Tanque de acido sulfúrico	Para almacenado de 78% ácido sulfúrico con control continuado de nivel del tanque, construido con acero al carbono con Halar interno.
5	P-100	Bomba acoplada	Esta bomba produce alta presión (6-8 bar) construida en acero inox.
6	T-200A & T-300	Tanque secundario de químicos	Son tanques donde se meten los tanques primarios de químicos, construidos en acero al carbono con un recubrimiento interno para resistir a los químicos.
7	IQ-S01,IQ-P02, IQ-A09	Pluma de inyección	Permite que la solución de ClO2 sea inyectada uniformemente en la tuberías de agua de lastre, construido en acero al carbono con recubrimiento Halar interno y externo.
8	FCV-S01, FCV-P02,FCV-A09	Válvula de control de flujo de ClO2	Controla el flujo de solución de ClO2 hacia el punto de inyección, construido en acero dúctil con teflón en la parte de interior.
9	AIT-400	Analizador ClO2	Es un sensor óptico que monitoriza la concentración de ClO2 en el agua de lastre.
10	PRV-100	Válvula de regulación de presión	Permite ajustar el flujo de agua a través del eductor y está construido en bronce.
11	CP-3	Panel de control remoto	Permite controlar las válvulas de accionamiento hidráulico.
12	AIT-401	Detector de gas ClO2	Detección y monitorización del aire en el espacio en el que este instalado el generador de ClO2.

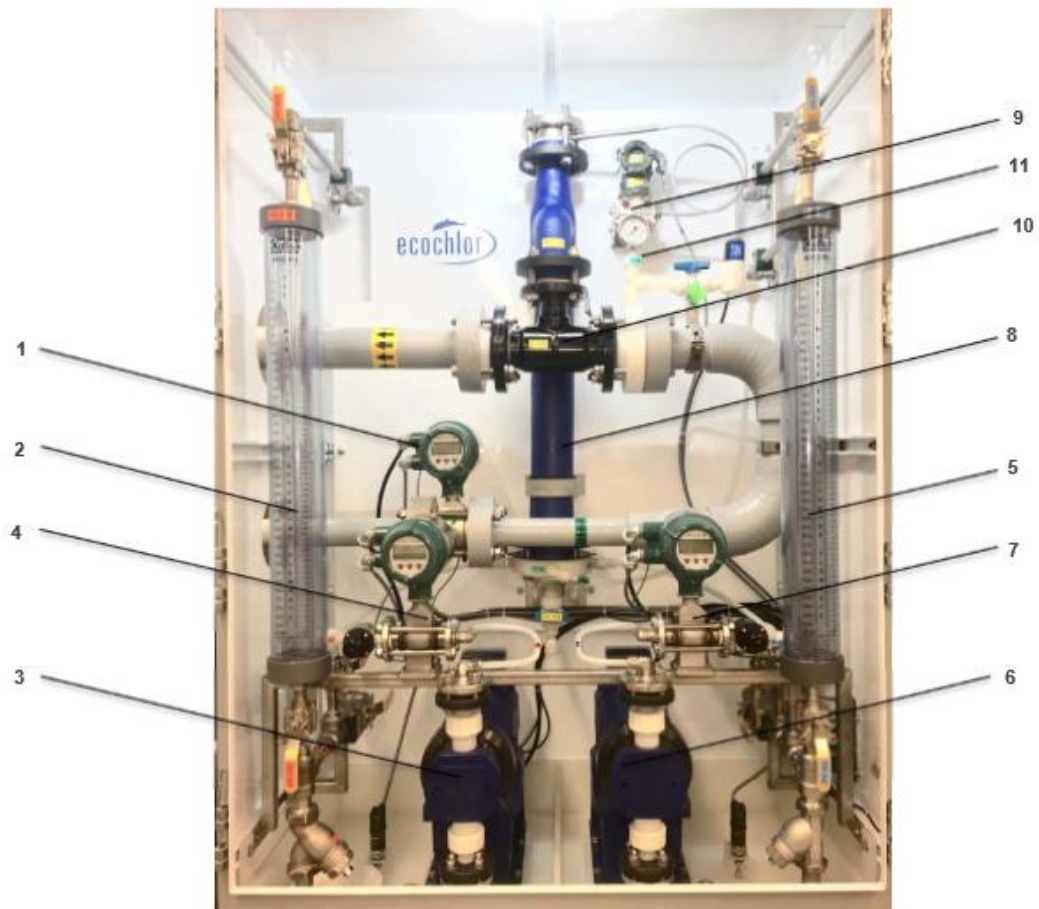


Figura 14. Detalle del generador de ClO_2

Fuente: Ecochlor(2018)

Tabla 5. Componentes del generador de ClO_2

Fuente: Ecochlor

Item	P&ID Tag	Componente	Descripción
1	FIT-100	Flujometro para agua	Este flujometro mide el flujo de agua para asegurar una operación y producción segura de ClO_2 , está construido en acero al carbono con recubrimiento interno de PFA.
2	CC-200	Columna de calibración de ácido sulfúrico	La columna de calibración se usa para calibrar la bomba de dosado del ácido, construido en PVC.

3	P-200	Bomba de dosado del ácido sulfúrico		La bomba bombea ácido a la cámara de mezclas en el ratio requerido para la generación de la solución de ClO ₂ para alcanzar 5ppm en el flujo de agua de lastre, construido con Kynar (PVDF).
4	FIT-200	Flujometro para ácido		El equipo monitoriza el flujo de ácido sulfúrico para detectar la falta de flujo, está construido de acero al carbono con protección interna de PFA.
5	CC-300	Columna calibración Purate	de de	La columna de calibración se utiliza para calibrar la cantidad de Purate bombeada en el sistema de tratamiento, construida de PVC.
6	P-300	Bomba dosado Purate	de de	Esta bomba bombea Purate a la cámara de mezclado a la medida correcta requerida para la generación de la solución ClO ₂ para alcanzar 4,25 mg/L en el torrente principal de agua de lastre, construida de Kynar (PVDF).
7	FIT-300	Flujometro Purate	de	Este flujometro mide el flujo de Purate que detecta en caso de falta de flujo, está construido en acero al carbono con protección interna de PFA.
8	MX-100	Cámara mezcla	de	Es donde los químicos, ácido sulfúrico y Purate, son mezclados para producir ClO ₂ y está construida de fibra de vidrio con recubrimiento de Halar.
9	PIT-400	Presostato de la cámara mezcla	de de	Este equipo monitoriza la condición de vacío existente dentro de la cámara de mezcla, asegurando la producción de ClO ₂ , las partes están construidas en Tantalum.
10	E-100	Eductor		Este equipo crea el vacío en la cámara de mezcla con el resultado de un flujo de agua a través del equipo, construido con un cuerpo de acero al carbono y parte interior de teflón.

11	PI-103	Manómetro de entrada eductor.	Manómetro para el eductor E-100
----	--------	-------------------------------	---------------------------------

SISTEMA DE FILTRADO

Este elemento será la parte que filtre aquellos organismos macroscópicos que puedan introducirse en el circuito de agua de lastre desde la mar. Parte muy importante ya que es la primera barrera para producir un agua inerte.

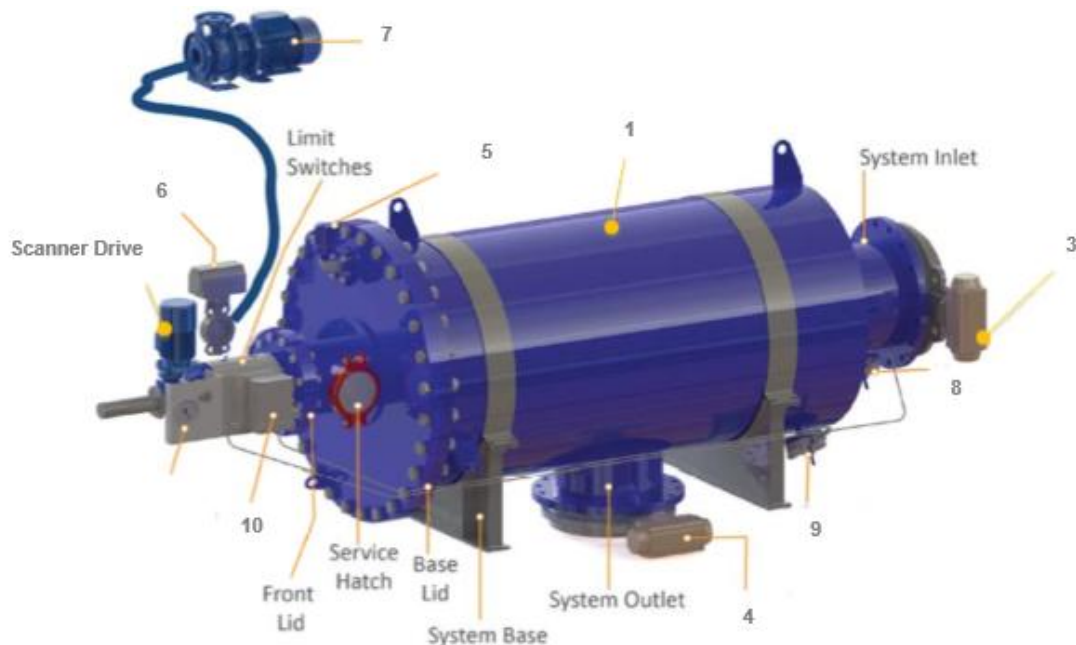


Figura 15. Filtro

Fuente: Ecochlor

Tabla 6. Componentes del sistema de filtrado

Fuente: Ecochlor(2018)

Item	P&ID Tag	Componente	Descripción
1	FIL-S01,FIL-P02,FIL-A09	Cuerpo del filtro	Esta es la principal cobertura de la unidad de filtrado. Esta construido en acero inox. Con una protección interna y externa. El filtro es de 40 micrones. El eje de limpieza se utiliza en conjunto con los inyectores de agua de limpieza para limpiar el filtro antes mencionado. Motores de baja potencia moverán el eje de limpieza. Finales de carrera para el controlar el movimiento del eje de limpieza. Tapa de inspección para inspecciones visuales.
2	CP-2	Panel de control del sistema de filtrado	Esta parte incluye todos los sistemas eléctricos necesarios para el funcionamiento del sistema principal de filtrado.
3	PCV-S01,PCV-P02,PCV-A09	Válvula de control de presión de entrada al filtro	Esta válvula a la entrada del filtro, controlan automáticamente la presión máxima de entrada al filtro por debajo del set point. Construida en acero dúctil, con un disco recubierto de nylon y asiento de EPDM.
4	PCV-S03,PCV-P04,PCV-A10	Válvula de control de presión de salida del filtro	Esta válvula de salida del filtro, controla automáticamente que la presión dentro del filtro se mantiene por encima de la mínima requerida. Construida en acero dúctil, con un disco recubierto de nylon y asiento de EPDM.
5	AV-S01,AV-P02,AV-A09	Válvula de purgado de aire	Esta válvula permite que el aire introducido en el filtro escape mientras este opera. Construido en acero inox.

6	BV-S11,BV-P12,BV-A09	Válvula de limpieza del filtro	Esta válvula permite una limpieza a baja presión, construido en acero dúctil, con un disco recubierto de nylon y asiento de EPDM.
7	SP-S01,SP-P02,SP-A09	Bomba de limpieza para el filtro	Esta bomba descarga el agua de limpieza a la mar, construida en bronce.
8	PIT-S01,PIT-P02,PIT-A09	Presostato de entrada al filtro	Este equipo monitoriza la presión de entrada al filtro.
9	PIT-S03,PIT-P04,PIT-A10	Presostato de salida del filtro	Este equipo monitoriza la presión de salida al filtro.
10	JB-1,JB-2,JB-A09	Caja de unión	Proporciona un punto de terminación para las válvulas y la instrumentación montada.

1.8.2.PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

Este sistema de tratamiento de agua de lastre utiliza un tratamiento en dos etapas. El agua que es bombeada dentro del buque normalmente a través de los filtros que disponga.

En la primera etapa el agua es filtrada en un filtro de 40 micrones con lavado automático para así reducir el sedimento y prevenir que entren organismos de mayor tamaño en el sistema.

La segunda etapa consiste en la generación e inyección del ClO_2 dentro de la línea de lastrado. Una pequeña parte del agua filtrada es introducida directamente en el sistema de tratamiento, donde es mezclada con el ClO_2 generado para convertirse en una solución que es inyectada en el flujo principal de agua de lastre para conseguir una concentración de 5ppm en el total del lastrado.

El tratamiento es necesario solo en la operación de lastrado, no es necesario la adición de ninguna sustancia para neutralizar el desinfectante utilizado para la descarga del lastre. El tiempo mínimo antes de deslastrar será de 48h.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 32/XX

1.8.3.LIMITACIONES DEL SISTEMA

La temperatura del agua de lastre necesaria: 0°C a 50°C.

Temperatura ambiente necesaria para el almacenado de la química: 4°C a 40°C.

Mínima salinidad del agua para ser tratada: >1 PSU.

Tiempo de espera hasta descarga segura: mínimo 48h.

1.8.4.OPERACIONES DE LASTRE

En este apartado se dará una idea de cómo se debería operar con este tipo de aparatos, tanto en el lastrado, deslastrado, apagado, en modo by-pass el cual es muy importante en caso de que el sistema tenga algún fallo y por ultimo pero no menos importante se explicara cómo se deberán manipular los residuos producidos por el equipo.

ENCENDIDO Y DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN

Después de seleccionar el sistema principal o el afterpeak y encender la bomba respectiva, el sistema comienza a funcionar con las válvulas de control de presión de entrada y salida del respectivo filtro. Durante el encendido las válvulas restringen el flujo del agua de lastre para permitir el cebado del filtro sin picos de presión. Después de este tiempo las válvulas trabajaran en función de las presiones de entrada y salida. Cuando el sistema detecte la presión mínima de trabajo la secuencia de tratamiento comenzara con la siguiente secuencia:

1. El estado cambiará de WAITING a STARTUP.
2. Se encenderá la bomba motriz para el aumento de presión.
3. Se establecerá un vacío y presión correctos en el generador de ClO_2 .
4. El estado cambiara de STARTUP a RUNNING.
5. Las bombas de dosado de la química se encenderán y la generación de ClO_2 comenzará.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 33/XX

6. La solución de ClO_2 se inyectará en el flujo principal del agua de lastre.
7. Al principio la producción de ClO_2 se incrementará para reducir el tiempo para alcanzar los niveles óptimos de producción.

Es importante para cumplir la normativa de IMO no rebosar los tanque en ningún momento para evitar que la química que lleva el agua en grandes proporciones caiga a la mar sin control y provoque contaminación. Para evitar esto se deberá monitorizar continuamente y en caso de que alguna alarma de alto nivel suene, el oficial a cargo deberá tomar las acciones necesarias para evitar el rebose.

OPERACIÓN DE DESLASTRADO

No es necesario ningún tratamiento adicional del agua de lastre antes del deslastrado con un tiempo mínimo de almacenamiento de 48 horas. Antes del deslastrado se deberá verificar que la concentración de ClO_2 es de 0.2 ppm o menor para cumplir con la norma. En caso de que la concentración no sea la deseada se deberá de almacenar durante más tiempo hasta que se consiga alcanzar el nivel correcto.

Una descarga con una concentración mayor de la permitida puede acarrear problemas legales para el buque.

APAGADO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Cuando la presión de agua de lastre disminuye por debajo de un mínimo las bombas de lastre son apagadas en equipo de tratamiento automáticamente comienza la secuencia de apagado.

1. Las bombas de dosado de la química se apagan y se cierran las respectivas válvulas.
2. La bomba motriz para el elevado de la presión continua encendida durante un periodo de tiempo específico para limpiar el circuito de desinfectante y después se apaga.
3. El estado del equipo pasa a WAITING.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 34/XX

MODO BY-PASS

En caso de emergencia el sistema de tratamiento puede ser apagado y utilizar el by-pass, cuando esto ocurra saltara una alarma y quedará registrado. Si esto ocurre se deberá de seguir el siguiente procedimiento.

Se deberá usar el modo FILTER ONLY, que es usado después de cada operación de lastrado, siempre fuera de zonas restringidas, se carga agua y se descarga.

El modo FILTER ONLY existe para poder operar el sistema de filtrado pero sin generación de química.

1.8.5.MANIPULACIÓN DE LOS SEDIMENTOS

El agua bombeada en el interior de los tanques de lastre, puede contener material suspendido que una vez el flujo del agua se calme en los tanques se sedimentara en el fondo de estos además de en otras estructuras internas.

Además de sedimentos también es posible que contengan organismos acuáticos que son capaces sobrevivir largos periodos después de que el agua se haya descargado. Por lo que se deberá tener especial cuidado en la manipulación de este tipo de sedimentos para evitar contaminaciones de ecosistemas marinos diferentes.

Se sabe que la formación de sedimentos es inevitable, pero existen unos simples pasos que pueden reducir la cantidad de sedimentos acumulados en los tanques de lastre.

Un buen filtrado del agua entrante es una forma simple de reducir significativamente este problema. Además de eso el sedimento formado se deberá de retirar periódicamente, basando este periodo en la frecuencia con la que se forma la capa de estos residuos, además de la posibilidad de realizar el trabajo en temas de seguridad y carga de trabajo del personal.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 35/XX

Para deshacerse de estos sedimentos en tierra, preferiblemente se realizara en puerto o en astillero durante el curso de alguna reparación, bajo condiciones controladas. En caso de que se disponga de una instalación especialmente adaptada para la recepción de este tipo de residuos será la condición más favorable.

Para deshacerse de estos sedimentos en la mar, se deberá de realizar siempre a mayor o igual distancia de 200nm de la tierra más cercana y siempre en aguas de mayor profundidad que 200m.

Parte del barro se podrá eliminar mediante el movimiento de agua, para volver esos sedimentos a suspensión en el líquido. En los tanques del doble fondo se realizará bombeando de 0.5 a 1m de agua limpia y manteniéndola ahí por un periodo de 6 horas antes de descargarla a la mar.

1.9. PLANIFICACIÓN

1.9.1.DESCRIPCIÓN GENERAL

NUEVA CASAMATA PARA LA UNIDAD DE TRATAMIENTO

La unidad de tratamiento que consiste en tanques para el almacenamiento de químicas y un almacenamiento secundario, el generador de ClO_2 con el panel eléctrico, será transportado, montado e instalado dentro de la nueva casamata en la parte de babor. La ventilación para los químicos así como para introducirlos estará instalada en la parte superior de la estructura.

La nueva construcción consistirá en seis nuevas paredes y el techo todo de acero. Se instalará en la parte superior de la sala de CO_2 . Se instalará una nueva base donde irá montado todo el equipo de tratamiento. Además de esto la casamata irá provista de puertas, ventanas escaleras verticales y otro tipo de instalaciones.

Otros equipos a instalar dentro de la casamata serán, ventiladores de extracción de alta velocidad con cobertura desmontable, ventiladores de baja velocidad, un calefactor, luces, interruptores y enchufes para dar corriente a los nuevos equipos.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 36/XX

Las nuevas tuberías que se deberán instalar y conectar con el sistema de tratamiento serán, tuberías de acero, que conectarán el equipo de tratamiento con la sala de maquinas, tuberías de GRE para la inyección del ClO_2 para conectar el sistema de tratamiento que se encuentra en la sala de maquinas con la parte que se encuentra encima de la sala de CO_2 , por último se deberá instalar más tuberías de acero para el sistema de aire comprimido, para conectar la máquina con el sistema de tratamiento de agua de lastre.

Los nuevos cables a instalar y los equipos que deberán conectar son los siguientes, cables de corriente y señal para los ventiladores, el panel eléctrico, para el calefactor y para el control del temperatura. Además de esto la casamata irá aislada internamente.

NUEVAS CASAMATAS PARA LAS UNIDADES DE FILTRADO (BABOR Y ESTRIBOR)

Las nuevas casamatas serán simétricas respecto de la construcción y las tuberías de la nueva disposición. La unidad de filtrado de ECOCHLOR que consiste en el filtro con las válvulas de entrada y salida el caudalímetro, la bomba de limpieza del filtro con las válvulas de inyección del dióxido de cloro, se deberán transportar, montar e instalar dentro de esta nueva construcción.

Cada una de las casamatas consistirá en cuatro mamparos y otra plancha que hará de tejado. Se asegurará a los refuerzos ya existentes en cubierta. Se construirá una nueva base para asentar todo lo que requiera el equipo.

Cada una de las construcciones ira provista de diferentes equipos, como escaleras, tapones de drenaje, puertas, ventanas, etc. Otros equipos para instalar serán, un ventilado con cobertura desmontable, calefactor y luces incluyendo los interruptores.

Las nuevas tuberías que se deberán instalar y conectar con cada uno de los sistemas de filtrado serán: tuberías de entrada y salida del agua de lastre serán de acero, el by-pass será de acero con una válvula controlada de manera remota y la conexión para el punto de toma de muestra, se

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 37/XX

instalaran nuevas tuberías de acero y una válvula para conectar el la bomba de lavado del filtro con la descarga a la mar. Nueva tubería de GRE para conectar la inyección del dióxido de cloro con la unidad de tratamiento y los filtros. Tubería para aire comprimido para conectar la unidad de aire de la maquina con la unidad de filtrado, nuevas tuberías de acero para conectar las tuberías de los tanques de lastre N°5 estribor y babor con la unidad de tratamiento, también se instalaran nuevas tuberías hidráulicas para operar de manera remota las válvulas que se deben instalara, por último conectar los actuadores de las nuevas válvulas con la unidad de control remoto.

Los nuevos cables que se deben instalar serán los siguientes, cables de fuerza y señal para cada unidad de filtrado, para los ventiladores, calefacción, control de temperatura y luces. Además de eso toda la casamata estará internamente aislada de las temperaturas exteriores.

INSTALACIONES DENTRO DE LOS TANQUES DE LASTRE N°5 BABOR Y ESTRIBOR

Las nuevas tuberías y válvulas para conectar las unidades del filtrado localizadas en la cubierta principal con las tuberías de lastre ya existentes dentro de los tanques de lastre, se deberán fabricar, transportar y montar dentro de los tanques de lastre.

Las nuevas tuberías de limpiado serán de acero con válvulas conectando la bomba de limpieza del filtro con la descarga a la mar. Todas las modificaciones necesarias para conectar cada unidad de limpieza del los filtros deberán realizarse para conectarlos con la descarga a la mar.

Las nuevas tuberías hidráulicas para el control remoto de las válvulas se deberán instalar dentro de los tanques de lastre conectando los actuadores de las nuevas válvulas con la unidad de control remoto.

INSTALACIONES DENTRO DE LA SALA DE MÁQUINAS

La unidad de filtrado para el tratamiento que consiste en el filtro con válvulas de entrada y salida, flujómetro, bomba de limpieza del filtro con sus válvulas, bomba de agua con sus válvulas, el equipo de inyección del dióxido de cloro

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 38/XX

y el panel eléctrico tienen que ser transportados, montados e instaladas en la sala de maquinas.

Las nuevas tuberías y válvulas que se deberán instalar y conectar con la unidad de filtrado serán: tuberías de acero de entrada y salida de agua de lastre, una nueva conexión para el punto de comprobación, nuevas tuberías y válvulas de acero para la conexión del sistema de filtrado a la descarga a la mar ya existente, nuevas tuberías de acero para conectar la línea de entrada con la unidad de tratamiento a través de la bomba de agua, tuberías de GRE para conectar la inyección de dióxido de cloro con la unidad de filtrado, tubería de acero para aire comprimido conectando el aire de control de la sala de maquinas con la unidad de filtrado. Válvulas de operación manual.

El nuevo cableado que se tiene que instalar y conectar con el nuevo equipamiento es: cables de potencia y señal conectados al panel eléctrico y al equipamiento, bombas, motores, sensores, etc, fines de carrera de posición de las válvulas.

INSTALACIONES EN EL CONTROL DE CARGA

El panel de control tiene que ser transportado, montado e instalado dentro del control de carga, cerca del ordenador. Los nuevos cables a instalar y conectar con el nuevo equipo son de fuerza y de señal. Los nuevos interruptores deberán ser instalados.

TRANSPORTE DEL EQUIPO

Las diferentes partes de las que se compone el equipo deberán ser transportadas mediante una grúa a la localización en la que se instalaran, además de las prefabricaciones de las casamatas u otras partes.

Las unidades de filtrado que se instalarán en la cubierta principal o individualmente como parte de las nuevas casamatas, se deberán transportar con el uso de una grúa hasta el lugar de instalación.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEMORIA	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 39/XX

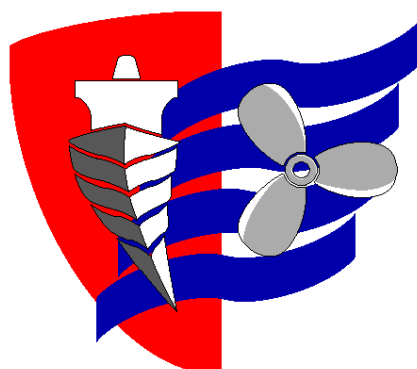
La unidades que se encuentran en la cámara de maquinas se introducirán a través del tambucho existente en combinación con la grúa externa del buque además de con la grúa de la cámara de maquinas a su ultima ubicación.

Las nuevas tuberías y válvulas a instalar dentro de los tanques de lastre se introducirán en los mismos mediante nuevas aperturas temporales realizadas en los tanques. Estas aperturas deberán ser limitadas a lo estrictamente necesario.

MODIFICACIONES REQUERIDAS

Las bombas de lastre deberán ser modificadas para que levanten una mayor presión de descarga con la misma capacidad nominal. Todos los trabajos deberán realizarse bajo las instrucciones del fabricante. Además algunas válvulas deberán ser recolocadas. Otras modificaciones deberán ser aprobadas por el armador o su representante.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ANEXOS

2. ANEXOS

2.1. CÁLCULOS

2.1.1. PÉRDIDA DE PRESIÓN EN EL CIRCUITO DE LASTRE

Los cálculos de pérdida de presión se ha realizado en su totalidad con el programa de simulación pipeflow que introduciendo los datos del circuito resuelve la caída de presión que sufrirá el flujo a través de este.

Se han realizado las simulaciones de cuatro circuitos diferentes dos para la bomba nº1 y otros dos para la bomba nº2. Solo se ha realizado de estos circuitos ya que son los que mayor caída pueden tener, al ser lo más largos por lo que si las bombas trabajan bien en estos circuitos también serán validas para los demás.

Los datos utilizados para estos cálculos son aproximados ya que se trata de una primera iteración que después se deberá seguir desarrollando para unos resultados mucho mas exactos.

BOMBA NÚMERO 1 (CAPACIDAD $1500 \text{ m}^3/\text{h}$, ALTURA 35 M)

Tabla 7. Circuito de la toma de mar a Front Peaktank (teniendo en cuenta el filtrado)

Fuente: Propia

Fluido	Formula Química	Temperatura °C	Presión bar	Densidad kg/m ³	Presión de vapor	Estado
Agua de mar	H ₂ O	10	1	1025	0,0002	Líquido

Bomba	Rpm	Flujo m ³ /h	Presión de succión bar	Presión de descarga bar	Eficiencia %	Potencia kW
Nº1	1200	951	0,253	4,12	44	230

Presión de descarga de la bomba bar	Ganancias de presión bar	Pérdidas por tuberías y nodos bar	Pérdidas por filtro bar	Pérdidas totales bar	Presión de descarga en el tanque bar
4,15	2,4022	5,7018	0,52	6,2218	0,3304

Para conocer la presión de descargar que llegará al tanque con estos datos se deberá aplicar la siguiente expresión:

$$(4.15 + 2.4022) - (5.7018 + 0.52) = 0.3304 \text{ bar}$$

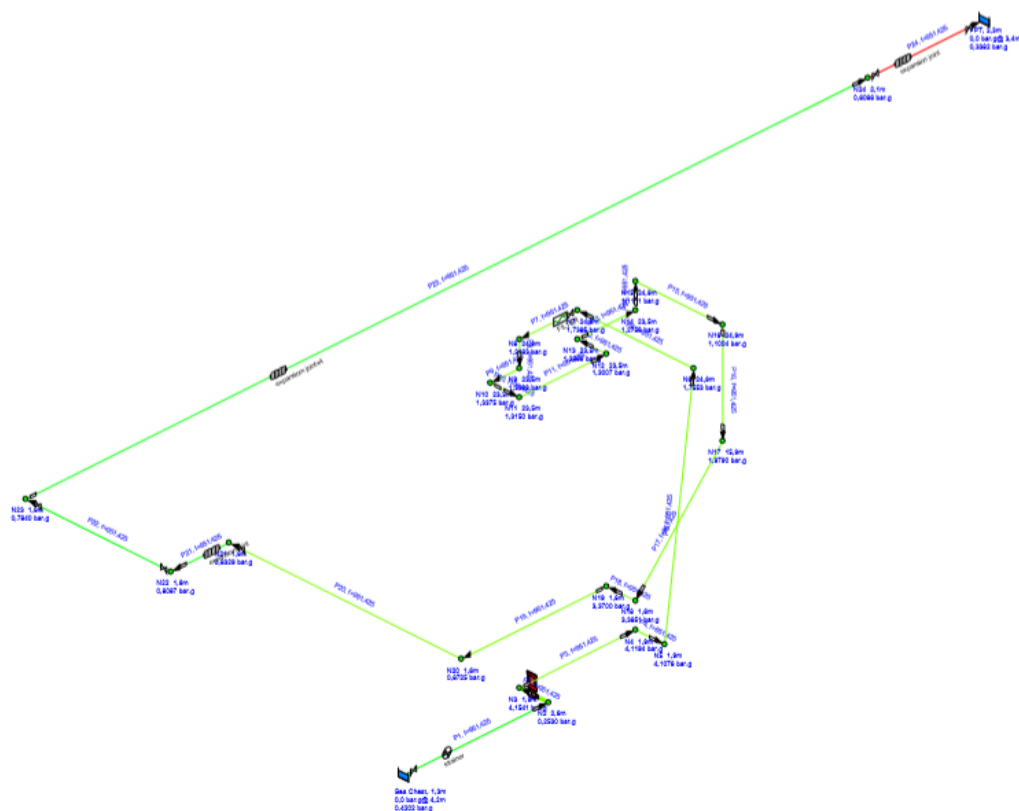


Figura 16. Circuito de la toma de mar a Front Peaktank(teniendo en cuenta el filtrado)

Fuente: Pipeflow.

Tabla 8. Circuito de la toma de mar al tanque 1 babor, pasando por el filtro

Fuente: Propia

Fluido	Formula Química	Temperatura °C	Presión bar	Densidad kg/m3	Presión de vapor	Estado
Agua de mar	H2O	10	1	1025	0,0002	Líquido

Bomba	Rpm	Flujo m3/h	Presión de succión bar	Presión de descarga bar	Eficiencia %	Potencia kW
Nº1	1200	951	0,253	4,12	44	230

Presión de descarga de la bomba bar	Ganancias de presión bar	Pérdidas por tuberías y nodos bar	Pérdidas por filtro bar	Pérdidas totales bar	Presión de descarga en el tanque bar
4,15	2,2826	3.9327	0,52	4.4558	1.9768

Para conocer la presión de descargar que llegara al tanque con estos datos se deberá aplicar la siguiente expresión:

$$(4.15 + 2.2826) - (3.9327 + 0.52) = 1.9768 \text{ bar}$$

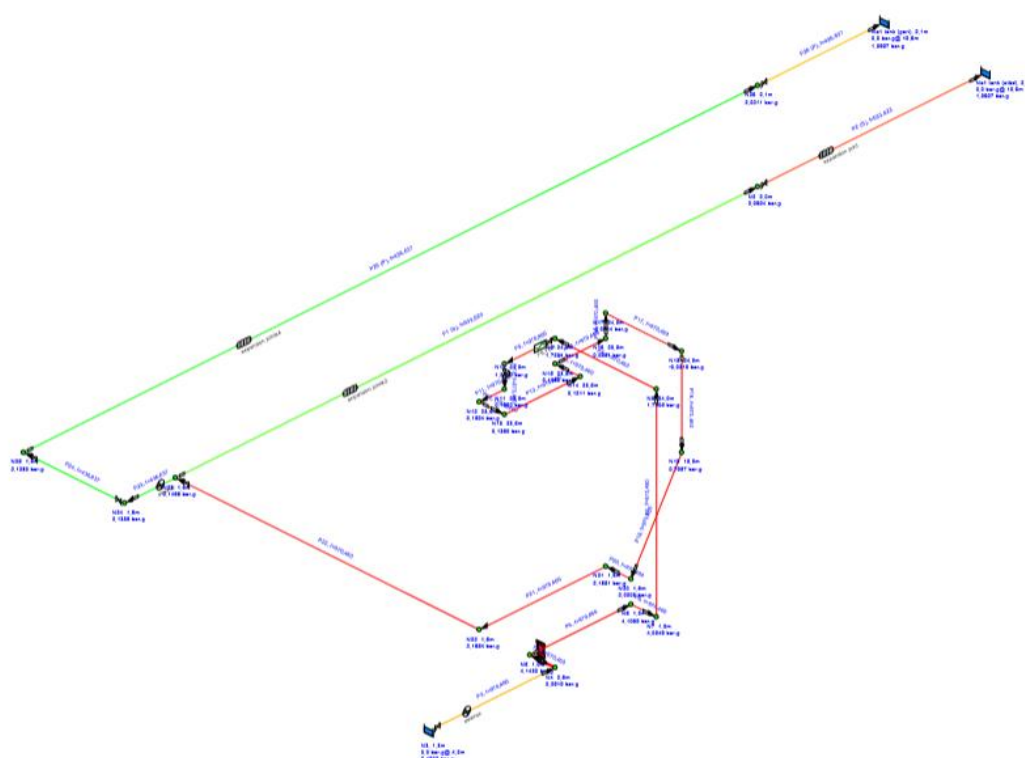


Figura 17. Circuito de la toma de mar al tanque 1 babor, pasando por el filtro

Fuente: Pipeflow

BOMBA NÚMERO 2(CAPACIDAD $1500 \text{ m}^3/\text{h}$, ALTURA 40 M)

Tabla 9. Circuito de la toma de mar a Front Peaktank(teniendo en cuenta el filtrado)

Fuente: Propia

Fluido	Formula Química	Temperatura °C	Presión bar	Densidad kg/m3	Presión de vapor	Estado
Agua de mar	H2O	10	1	1025	0,0002	Líquido

Bomba	Rpm	Flujo m3/h	Presión de succión bar	Presión de descarga bar	Eficiencia %	Potencia kW
Nº2	1200	1400	0,22	4,3	49	325

Presión de descarga de la bomba bar	Ganancias de presión bar	Pérdidas por tuberías y nodos bar	Pérdidas por filtro bar	Pérdidas totales bar	Presión de descarga en el tanque bar
4,30	2,2203	3.42	0,549	3.97	0.33

Para conocer la presión de descargar que llegara al tanque con estos datos se deberá aplicar la siguiente expresión:

$$(4.30 + 2.2203) - (3.97 + 0.549) = 0.33 \text{ bar}$$

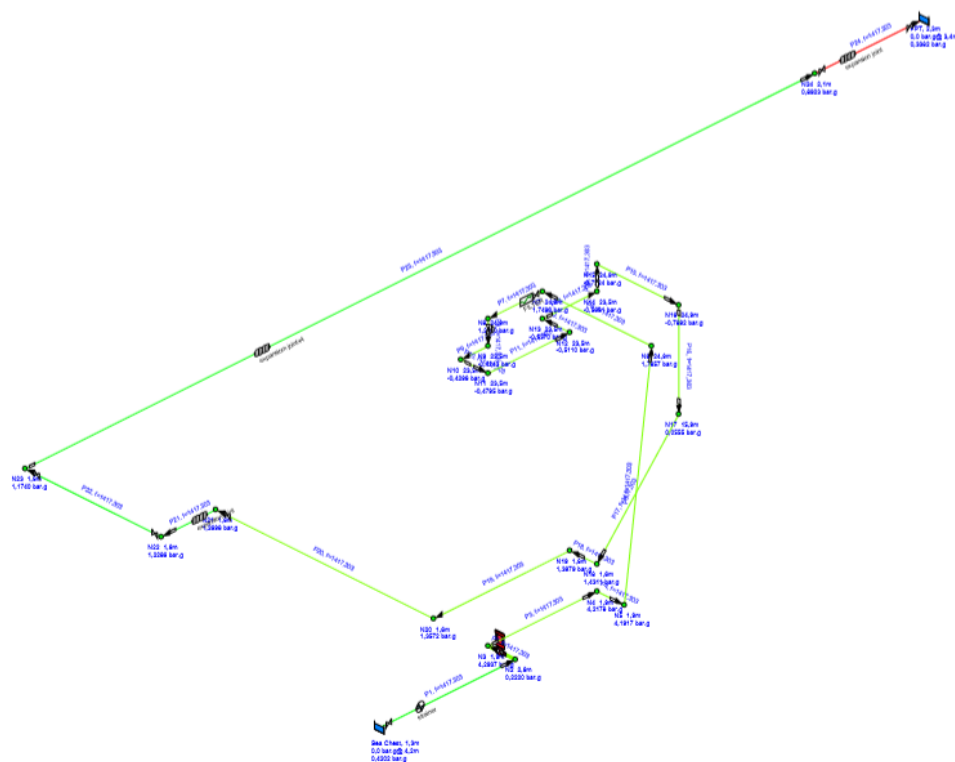


Figura 18. Circuito de la toma de mar a Front Peak tank(teniendo en cuenta el filtrado)

Fuente: Pipeflow

Tabla 10. Circuito de la toma de mar al tanque 1 babor, pasando por el filtro.

Fuente: Propia

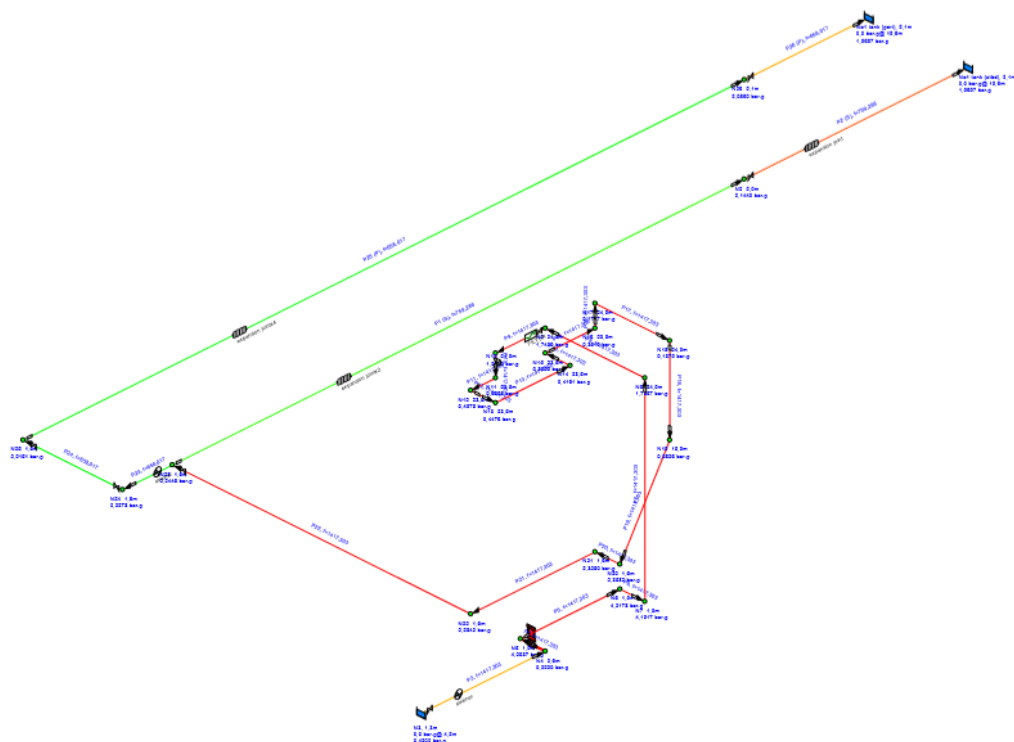
Fluido	Formula Química	Temperatura °C	Presión bar	Densidad kg/m3	Presión de vapor	Estado
Agua de mar	H2O	10	1	1025	0,0002	Líquido

Bomba	Rpm	Flujo m3/h	Presión de succión bar	Presión de descarga bar	Eficiencia %	Potencia kW
Nº2	1200	1400	0,22	4,3	49	325

Presión de descarga de la bomba bar	Ganancias de presión bar	Pérdidas por tuberías y nodos bar	Pérdidas por filtro bar	Pérdidas totales bar	Presión de descarga en el tanque bar
4,30	2,2203	1,78	0,549	2,33	1.9697

Para conocer la presión de descargar que llegara al tanque con estos datos se deberá aplicar la siguiente expresión:

$$(4.30 + 2.2203) - (1.78 + 0.549) = 01.9697 \text{ bar}$$



DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: ANEXOS	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 46/XX

Figura 19. Circuito de la toma de mar al tanque 1 babor, pasando por el filtro.

Fuente: Pipeflow

2.1.2.CALEFACCIÓN NECESARIA EN LAS CASAMATAS

Para un buen cálculo de la perdida de calor se debe de calcular las pérdidas de calor sufridas por todas las áreas de las casamatas con el ambiente así como con otras estancias. Para ello se utilizará la siguiente expresión:

$$\phi_{estancia} (Kw) = \Sigma (\Delta T * k_v * A_v) / 1000$$

Donde:

A_v (en m^2): La superficie de la habitación.

K_v (en $W/m^2 \cdot K$): es el coeficiente de la transferencia total de calor según el aislamiento instalado en la estancia.

ΔT : $T_{estancia} - T_{ad yacente}$ (en K)

A esto se le debe sumar otra perdida calorífica debido al flujo de aire para refrigeración:

$$\phi_{AIR} (Kw) = (Q_A) * (\rho * c * \Delta T)$$

Donde:

Q_A = flujo de aire de los ventiladores.

ρ = Densidad de aire kg/m^3

c = el calor especifico del aire $\frac{kJ}{kg} * K$

ΔT = $T_{estancia} - T_{ambiente}$ (en K)

Por lo tanto el calentamiento total necesario lo dará la siguiente expresión:

$$\phi_{TOTAL} (Kw) = \phi_{estancia} + \phi_{aire}$$

Teniendo en cuenta el aislamiento instalado no se necesitara que la temperatura de aire proporcionada por el ventilador sea mayor a $\Delta T = T_{proporcionada} - T_{estancia} = 5^{\circ}\text{C}$ para mantener la temperatura requerida en la estancia.

Tabla 11. Cálculos de calor requerido

Fuente: Propia

Tipo de casamata				Casamata de tratamiento				
Volmen de la estancia m3	Renovaciones/h	Flujo de aire del ventilador m3/h	Qa	Temperatura dentro de la estancia °C	Temperatura ambiente °C	Temperatura proporcionada	ΔT °C	Calor total requerido kW
140	6	840	0,233	5	-30	10	40	11

Tabla 12. Cálculos de calor requerido

Fuente: Propia

Tipo de casamata				Casamata de tratamiento				
Volmen de la estancia m3	Renovaciones/h	Flujo de aire del ventilador m3/h	Qa	Temperatura dentro de la estancia °C	Temperatura ambiente °C	Temperatura proporcionada	ΔT °C	Calor total requerido kW
140	30	4200	1,167	5	-30	10	40	57

Tabla 13. Cálculos de calor requerido

Fuente: Propia

Tipo de casamata				Casamata del filtro de babor				
Volmen de la estancia m3	Renovaciones/h	Flujo de aire del ventilador m3/h	Qa	Temperatura dentro de la estancia °C	Temperatura ambiente °C	Temperatura proporcionada	ΔT °C	Calor total requerido kW
86	30	2500	0,717	5	-30	10	40	35

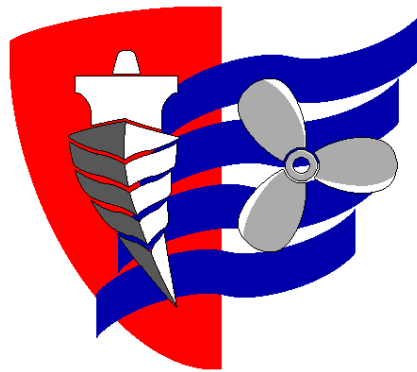
DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: ANEXOS	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 48/XX

Tabla 1412. Cálculos de calor requerido

Fuente: Propia

Tipo de casamata				Casamata de tratamiento				
Volmen de la estancia m3	Renovaciones/h	Flujo de aire del ventilador m3/h	Qa	Temperatura dentro de la estancia °C	Temperatura ambiente °C	Temperatura proporcionada	ΔT °C	Calor total requerido kW
86	30	840	0,233	5	-30	10	40	35

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

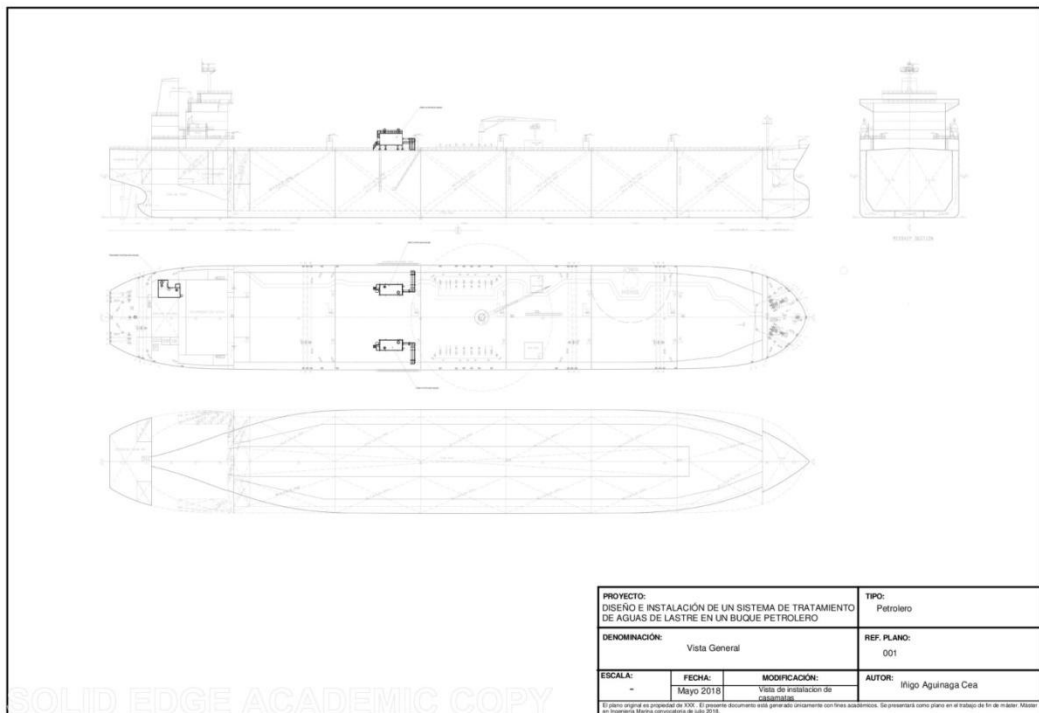


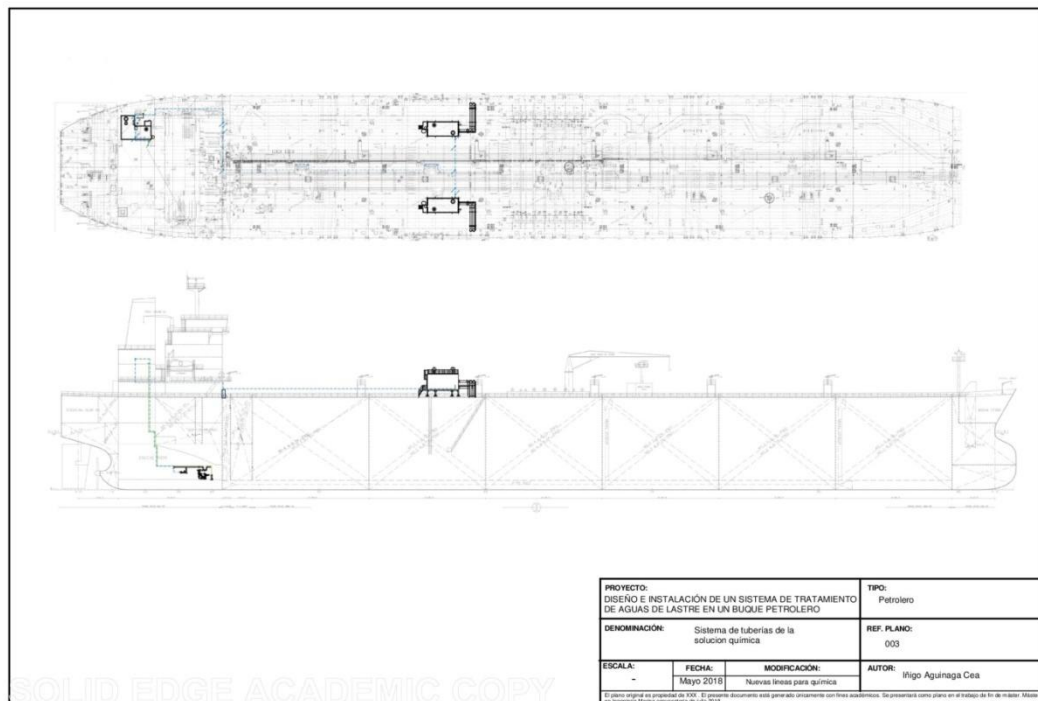
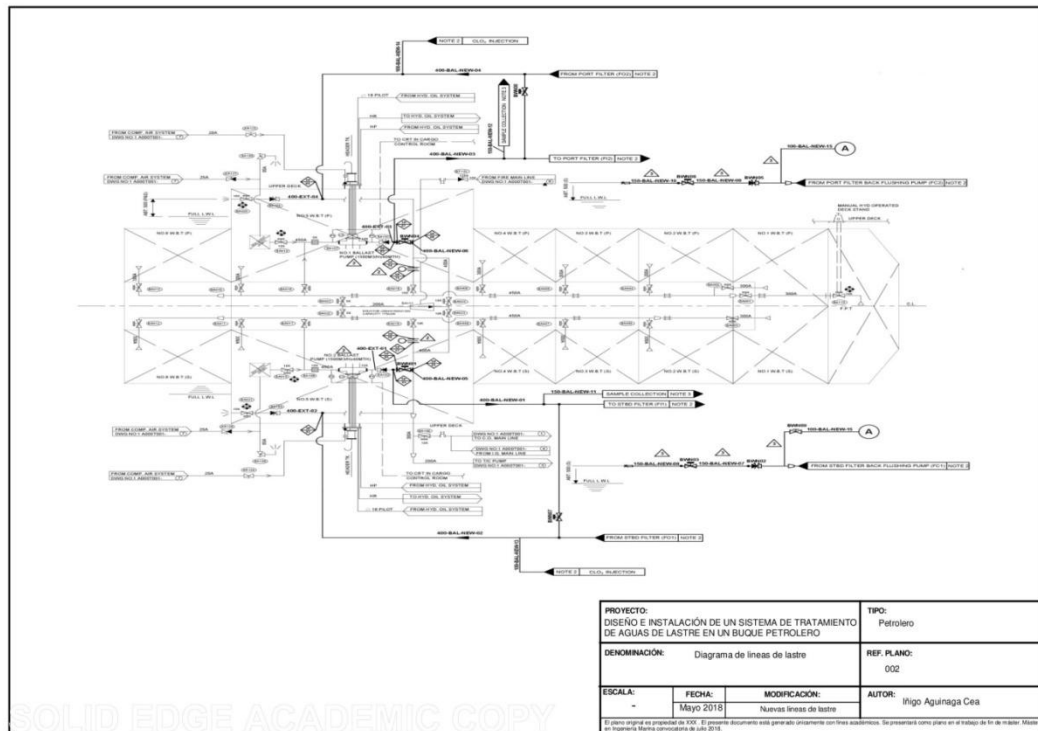
PLANOS

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: PLANOS	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 50/XX

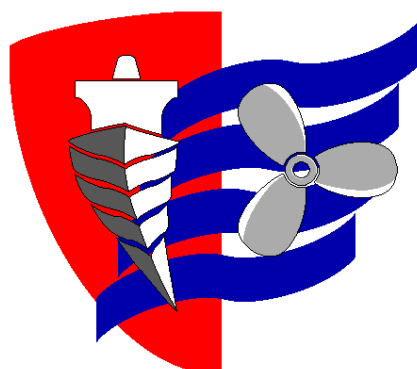
3. PLANOS

1. Vista general.....24
2. Diagrama de líneas de lastre.....32
3. Sistema de tuberías de la solución química.....35





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



PLIEGO DE CONDICIONES

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 53/XX

4. PLIEGO DE CONDICIONES

El presente pliego de condiciones tiene por objeto definir al Astillero, el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que se debe de ajustar la ejecución de la instalación eléctrica de masas de diferentes tipos de barcos cuyas características técnicas se especifican en el siguiente proyecto.

La instalación objeto del proyecto consistirá en la ejecución de las obras necesarias para instalar una correcta instalación de masas en diferentes tipos de barcos, para evitar el deterioro de los materiales del casco y otros equipos en la medida de lo posible a lo largo de los años de explotación.

El Astillero está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación de un seguro obligatorio, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

En particular deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 “*Contratación de Obras. Condiciones Generales*”, siempre que no lo modifique el presente pliego.

Mandos y responsabilidades:

Jefe de obra:

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 54/XX

El contratista dispondrá a pie de obra de un técnico cualificado, quien ejercerá como Jefe de Obra, controlará y organizará los trabajos objeto del contrato siendo el interlocutor válido frente a la propiedad.

Vigilancias:

El contratista será el único responsable de la vigilancia de los trabajos que tenga contratados hasta su recepción provisional.

Limpieza:

El contratista mantendrá en todo momento el recinto de la obra libre de acumulación de materiales de desecho, desperdicios o escombros debiendo retirarlos a medida que estos se produzcan.

El contratista estará obligado a eliminar adecuadamente y por su cuenta en un vertedero autorizado los desechos que se produzcan durante los trabajos a ejecutar.

Al abandonar el trabajo cada día deberá dejarse el puesto y las zonas de trabajo ordenadas.

Al finalizar la obra, esta se entregará completamente limpia, libre de herramientas andamiajes y materiales sobrantes.

Será por cuenta del contratista el suministro, la distribución y el consumo de todas las energías y fluidos provisionales que sean necesarios para el correcto y normal desarrollo de los trabajos objeto de su oferta.

Subcontratación:

El contratista podrá subcontratar parcialmente las obras contratadas, en todo caso el contratista responderá ante la Dirección Facultativa de Obra y la Propiedad de la labor de sus subcontratistas como si fuese labor propia.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 55/XX

La propiedad podrá recusar antes la contratación, cualquiera de las subcontratas que el subcontratista tenga previsto utilizar, teniendo este la obligación de presentar nombres alternativos.

Durante al ejecución de las obras, la Propiedad podrá recusar a cualquiera de los subcontratistas que no realice las obras adecuadamente, tanto en calidad como en plazo, lo que notificará por escrito al Contratista. Este deberá sustituir al subcontratista sin que dicho cambio pueda originar derecho a compensación alguna en cuanto a precio o plazo de la obra.

4.1. REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los reglamentos de seguridad y normas técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalación, tanto de ámbito internacional, como nacional o autonómico, así como todas las otras que se establezcan en la memoria descriptiva del mismo.

Se adaptarán además a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los reglamentos y normas citadas.

4.2. MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, así como todas las relativas a la

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 56/XX

conservación de los mismos atendiendo a las particularidades de un medio hostil como es el marino.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en cualquier documento del proyecto, aún sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria. En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, aun sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Astillero que realizará las obras tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente y por decisión propia sin la autorización expresa.

4.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

4.3.1. PROGRAMA DE TRABAJO

En el plazo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva, el Astillero presentará el programa de trabajo de la obra, ajustándose a lo que sobre el particular especifique el Director de Obra, siguiendo el orden de obra que considere oportuno para la correcta realización de la misma, previa notificación por escrito a la dirección de lo mencionado anteriormente.

Cuando del programa de trabajo se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado contradictoriamente por el Astillero y el Director de Obra, acompañándose la correspondiente modificación para su tramitación.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 57/XX

El Astillero estará obligado a notificar por escrito o personalmente de forma directa al Director de Obra la fecha de comienzo de los trabajos.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la propiedad o en su defecto en las condiciones que se especifiquen en este pliego. Como mínimo deberán ser decepcionadas las obras dentro del plazo establecido para ello en la planificación de este pliego.

El contratista presentará un plan de trabajos detallado, ajustado al plazo pactado, que se desglosará en tareas y tiempos de ejecución, que deberá ser aprobado por la Propiedad, dicho plan se incorporará como anexo al contrato, formando parte integrante del mismo.

Si se observase un retraso en el cumplimiento del plan detallado aprobado por la propiedad, la DF podrá solicitar que se tomen las medidas oportunas para recuperar dicho retraso. El coste de estas medidas de recuperación será soportado por el Contratista.

Si ocurriera un evento que se considere de acuerdo a la normativa española como causa de fuerza mayor, el contratista deberá notificar a la Dirección Facultativa tal circunstancia en el plazo máximo de dos días hábiles desde que este ocurra, indicando la duración prevista del problema y su incidencia en los plazos de ejecución de la obras (no se considerará causas de fuerza mayor los días de lluvia, agua, hielos, nevadas y fenómenos atmosféricos de naturaleza semejante).

Si el contratista cumple con la notificación del párrafo anterior, y toma las medidas oportunas para reducir al máximo la incidencia del evento de fuerza mayor, la DF autorizará la ampliación de los plazos de ejecución en el tiempo que dure la misma causa.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 58/XX

El incumplimiento de los plazos parcial o total de la terminación de las obras dará derecho a la Propiedad a aplicar las penalizaciones establecidas.

Cuando el Astillero, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Astillero, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

4.4. RESCISIÓN DEL CONTRATO

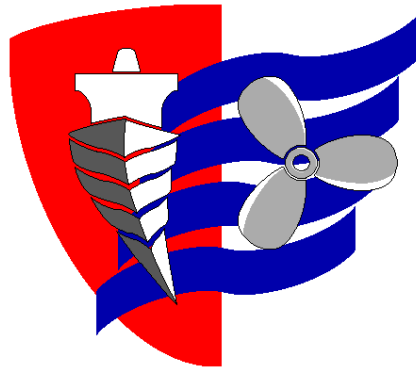
Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

1. Quiebra del Astillero
2. Modificación del Proyecto con una alteración de más de un 25% del mismo.
3. Modificación de las unidades de obra sin autorización previa.
4. Suspensión de las obras ya iniciadas.
5. Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando fue de mala fe.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 59/XX

6. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar esta.
7. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
8. Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin autorización del Director de Obra y del Propietario.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



MEDICIONES Y PRESUPUESTO

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEDICIONES Y PREUPUESTO	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 61/XX

5. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

5.1. FASE DE INGENIERÍA

Ingeniería y diseño	Coste
Proyecto	30.000 €
Aprobación de los planos	20.000,00 €
Subtotal	50.000,00 €

5.2. FASE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN

Casamata cubierta X2	Coste
Materiales	100.000 €
Construcción	60.000 €
Instalación	20.000 €
Subtotal	180.000 €

Casamata para unidad tratamiento	Coste
Materiales	50.000 €
Construcción	20.000 €
Instalación	15.000 €
Subtotal	85.000 €

Instalación dentro de los tanques	Coste
Materiales	30.000 €
Construcción	10.000 €
Instalación	30.000 €
Subtotal	70.000 €

Instalación dentro de Sala de Máquinas	Coste
Materiales	20.000 €

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEDICIONES Y PREUPUESTO	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 62/XX

Construcción	15.000 €
Instalación	10.000 €
Subtotal	45.000 €

Instalaciones en control de carga	Coste
Materiales	10.000 €
Construcción	2.000 €
Instalación	2.000 €
Subtotal	14.000 €

Tuberías Adicionales	Coste
Materiales	30.000 €
Construcción	30.000 €
Instalación	20.000 €
Subtotal	80.000 €

5.3. EQUIPO ECOCHLOR

Filtro	Coste
Equipo	500.000 €
Transporte	5.000 €
Instalación	20.000 €
Subtotal	525.000 €

Equipo de ClO2	Coste
Equipo	600.000 €
Transporte	5.000 €
Instalación	10.000 €
Subtotal	615.000 €

5.4. BALANCE FINAL DEL PRESUPUESTO

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE EN UN BUQUE PETROLERO	REF: MEDICIONES Y PREUPUESTO	
	FECHA: 12/06/2018	
	REV:00	PAG: 63/XX

Presupuesto general	Coste
Ingeniería y diseño	50.000 €
Casamata cubierta X2	180.000 €
Casamata para unidad tratamiento	85.000 €
Instalación dentro de los tanques	70.000 €
Instalación dentro de Sala de Máquinas	45.000 €
Instalaciones en control de carga	14.000 €
Tuberías Adicionales	80.000 €
Filtro	525.000 €
Equipo de ClO2	615.000 €
Subtotal	1.679.000 €
IVA(21%)	352590€
Total	2.016.590 €

Asciende el Presupuesto General para conocimiento del Cliente a 2.016.590€

Aviso responsabilidad UC

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.