

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE

“ALMIRANTE MIGUEL GRAU”

Programa Académico de Marina Mercante

Especialidad de Puente y Máquinas



**RELACIÓN ENTRE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA DESDE
LA PERSPECTIVA DE LOS TÉCNICOS OPERADORES EN EL
BUQUE CIENTÍFICO HUMBOLDT, 2020.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
OFICIAL DE MARINA MERCANTE MENCIÓN EN MÁQUINAS**

PRESENTADA POR:

AGUIRRE SANTISTEBAN, CHRISTIAN GIORGIO

TANCUM CARHUAMACA, PAUL MICHAEL

CALLAO, PERU

2020

RELACIÓN ENTRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA DESDE
LA PERSPECTIVA DE TÉCNICOS OPERADORES EN EL BUQUE
CIENTÍFICO HUMBOLDT, 2020

DEDICATORIA

A Dios.

Por darme a mi familia y a mi salud en estos tiempos difíciles de pandemia y por darme la fuerza para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad, sabiduría y amor.

A mi esposa Mirlan e hijo Mathias.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, sus enseñanzas, por su amor incondicional y su confianza para lograr todas las metas propuestas.

A mis padres María Rosa y Jorge.

Por incentivar-me a ser mejor cada día,
apoyándome en las metas que me
propuse y brindando los medios
necesarios para culminar con mis
estudios.

Aguirre Santisteban, Christian Giorgio

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme salud y la oportunidad de concluir cada etapa de mi vida.

A mi padre,

Tancum Parra, Manuel Silverio quien me supo inculcar los principios y valores que hoy en día pongo en práctica, tanto en lo personal como profesional para lograr conseguir mis objetivos.

En especial a mi madre Carhuamaca Vega María Isabel, quien en vida fue, es y será mi fortaleza, ejemplo, razón y

motivo a seguir, mi ángel que desde el
cielo guía mi camino.

Tancum Carhuamaca, Paul Michael

AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater “Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau”, donde hemos sido formados preparándonos para un mundo competitivo.

A la dotación del BIC Humboldt por brindarnos su apoyo, colaboración y accesibilidad para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de la presente investigación.

Un agradecimiento especial y sincero a nuestros Asesores Dr. Flores Herrera Antonio y Dr. Begazo Bedoya José por

su apoyo y confianza en nuestro trabajo y sus capacidades para guiar nuestras ideas, han sido un aporte invaluable.

Y a todas las personas que contribuyeron con su apoyo en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Pág.
Portada.....	i
Título.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	vii
ÍNDICE.....	ix
LISTA DE TABLAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xx

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problema específico.....	4
1.3. Objetivos de la investigación	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación de la investigación.....	6
1.4.1. Justificación teórica.....	6
1.4.2. Justificación metodológica.....	7
1.4.3. Justificación practica.....	7
1.5. Limitaciones de la investigación.....	8
1.5.1. Limitación temporal.....	8
1.5.2. Limitación bibliográfica.....	8
1.5.3. Limitación de extensión.....	9
1.5.4. Limitación de cobertura.....	9

1.6. Viabilidad de la investigación.....	10
--	----

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	11
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1. Mantenimiento preventivo del sistema de osmosis inversa.....	18
2.2.1.1. Renovación de componentes de tratamiento.....	23
2.2.1.2. Overhaul de bombas.....	28
2.2.1.3. Limpieza de los componentes del tablero de control.....	31
2.2.2. Productividad del sistema de osmosis inversa.....	33
2.2.2.1. Autonomía.....	36
2.2.2.2. Factor económico.....	38
2.2.2.3. Calidad de agua.....	42
2.3. Definiciones conceptuales.....	48

CAPÍTULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Formulación de hipótesis.....	50
3.1.1. Hipótesis general.....	50
3.1.2. Hipótesis específicas.....	51
3.1.3. Variables.....	52
3.1.3.1. Variables de asociación: Mantenimiento preventivo del sistema de osmosis inversa.....	52
3.1.3.1. Variable de supervisión: Productividad del sistema de osmosis inversa.....	52

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Diseño de la Investigación.....	53
4.2. Población y muestra.....	57
4.2.1. Población.....	57
4.2.2. Muestra.....	57
4.3. Operacionalización de variables.....	58
4.4. Técnica, instrumentos para la recolección de datos.....	60
4.4.1. Técnicas.....	60
4.4.2. Instrumentos.....	60
4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.....	63
4.6. Aspectos éticos.....	65

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Análisis estadístico descriptivo.....	66
5.1.1. Variable mantenimiento del sistema de osmosis inversa.....	66
5.1.1.1. Dimensión renovación de componentes de tratamiento.....	67
5.1.1.2. Dimensión overhaul de bombas.....	68
5.1.1.3. Dimensión limpieza de los componentes de tablero de control.....	70
5.1.2. Variable productividad del sistema de osmosis inversa.....	71
5.1.2.1. Dimensión autonomía.....	72
5.1.2.2. Dimensión factor económico.....	73
5.1.2.3. Dimensión calidad de agua.....	74
5.2. Análisis estadístico inferencial.....	76

5.2.1. Prueba de Hipótesis General.....	76
5.2.2. Prueba de Hipótesis Especificas.....	78
5.3. Análisis cualitativo.....	84
5.3.1. Teorización.....	84

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión.....	89
5.2. Conclusiones.....	96
5.3. Recomendaciones.....	98

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias bibliográficas	100
Referencias hemerográficas.....	103
Referencias electrónicas.....	104

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	108
Anexo 2. Sistema de Osmosis Inversa.....	110
Anexo 3. Definición de términos y abreviaturas.....	123
Anexo 4. Componentes de Hipótesis.....	125
Anexo 5. Escala sobre mantenimiento preventivo del sistema de osmosis inversa.....	126
Anexo 6. Validaciones a criterio de jueces expertos de escalas de medición aplicados a la muestra del presente estudio.....	128
Anexo 7. Criterios de interpretación del coeficiente de Alfa de Cronbach.....	148
Anexo 8. Escala de productividad.....	150
Anexo 9. Guía de entrevista.....	153
Anexo 10. Documento de conformidad de consentimiento informado para encuesta que fue aplicado a la muestra quienes desarrollaron las escalas de medición correspondientes.....	155
Anexo 11. Documento de conformidad de consentimiento informado para participación de entrevista aplicadas a las unidades de información correspondientes.....	156
Anexo 12. Matrices de organización y categorización de datos cualitativos.....	157

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Definición operacional de la variable mantenimiento preventivo del sistema de osmosis inversa.....	58
Tabla 2: Definición operacional de la variable productividad del sistema de osmosis inversa.....	59
Tabla 3: Baremacion de la variable mantenimiento preventivo del sistema de osmosis inversa.....	60
Tabla 4: Coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach para la escala de mantenimiento preventivo del sistema de osmosis inversa.....	61
Tabla 5: Baremacion de la variable productividad del sistema de osmosis inversa.....	62
Tabla 6: Coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach para la escala de productividad del sistema de osmosis inversa.....	62
Tabla 7: Tipo de información, técnicas, instrumentos y herramientas de recolección de datos.....	63
Tabla 8: Interpretación de coeficiente de correlación.....	64
Tabla 9: Distribución de frecuencias y porcentajes por niveles de la variable mantenimiento preventivo del sistema de osmosis inversa.....	67
Tabla 10: Distribución de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión renovación de componentes de tratamiento.....	68
Tabla 11: Distribucion de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión overhaul de bombas.....	69
Tabla 12: Disribucion de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión Limpieza de los componentes de tablero de control.....	70
Tabla 13: Distribucion de frecuencias y porcentajes por niveles de la variable Productividad del sistema de osmosis inversa.....	71
Tabla 14: Distribucion porcentual por niveles de la dimensión autonomía.....	73
Tabla 15: Distribucion de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión factor económico.....	74

Tabla 16: Distribucion de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión calidad de agua.....	75
Tabla 17: Prueba Tau b de Kendall entre mantenimiento preventivo y productividad del sistema de osmosis inversa.....	77
Tabla 18: Prueba Tau b de Kendall entre renovación de componentes de tratamiento y productividad del sistema de osmosis inversa.....	79
Tabla 19: Prueba Tau b de Kendall entre overhaul de bombas y productividad del sistema de osmosis inversa	81
Tabla 20: Prueba Tau b de Kendall entre limpieza de los componentes de tablero de control y productividad del sistema de osmosis inversa....	83

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Sistema de osmosis inversa a bordo de un buque.....	19
Figura 2: Osmosis inversa.....	21
Figura 3: Renovación del filtro de cartucho a bordo de un buque mercante.....	26
Figura 4: Renovación de membrana a bordo de un buque mercante.....	28
Figura 5: Bomba de alta presión o de embolo.....	30
Figura 6: Bomba de baja presión o centrifuga.....	31
Figura 7: Tablero de control del sistema de ósmosis inversa.....	33
Figura 8 Sistema de osmosis inversa.....	35
Figura 9: Evaporadora.....	38
Figura10: El sistema de osmosis inversa un beneficio económico dentro de la gestión del buque.....	42
Figura11: Ph ácido vs Ph alcalino.....	45
Figura12: Conductímetro usado a bordo de los buques mercantes.....	46
Figura13: Termómetro digital usado a bordo de buques mercantes.....	47
Figura14: Esquema correlacional.....	56
Figura15: Distribución porcentual por niveles de la variable mantenimiento preventivo del sistema de osmosis inversa según la percepción de técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020.....	67
Figura16: Distribución porcentual por niveles de la dimensión renovación de componentes de tratamiento según la percepción de técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020.....	68
Figura17: Distribucion porcentual por niveles de la dimensión overhaul de bombas según la percepción de los técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020.....	69
Figura18: Distribucion porcentual por niveles de la dimensión limpieza de los componentes de tablero de control según la percepción de los técnicos Operadores en el buque científico Humboldt, 2020.....	71

Figura19: Distribucion porcentual por niveles de la variable productividad del sistema de osmosis inversa según la percepción de los técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020.....	72
Figura20: Distribucion porcentual por niveles de la dimensión autonomía según la percepción de los técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.....	73
Figura21: Distribucion porcentual por niveles de la dimensión factor económico según la percepción de los técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.....	74
Figura22: Distribucion porcentual por niveles de la dimensión calidad de agua según la percepción de los técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020.....	75

RESUMEN

Objetivo: Determinar la relación entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

Metodología: Fue un estudio de enfoque cuantitativo, tipo básica, nivel correlacional, diseño no experimental de corte transversal. La población estuvo compuesta por 20 técnicos operadores del buque científico Humboldt, quienes interactúan con el sistema. Se aplicó un muestreo no probabilístico de tipo censal por el cual se considera a toda la población como unidades de análisis. Se aplicaron técnicas de recolección de datos tales como la encuesta y la entrevista. Para medir las variables se elaboraron dos instrumentos de medición documentada en forma de escalas para evaluar las variables mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa y productividad del sistema de ósmosis inversa, los cuales fueron validados cualitativamente (5 jueces expertos) y cuantitativamente. (Alfa de Cronbach = 0.861 y 0.912 respectivamente).

Resultados: A través de la prueba estadística “Tau b” de Kendall se obtuvo una significancia estadística de 0.613 y un coeficiente de correlación de 0.106 entre las variables mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa y productividad del sistema de ósmosis inversa.

Conclusión: Se concluyó que no existe relación positiva y significativa entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

Palabras clave: Mantenimiento, preventivo, productividad, sistema, ósmosis, inversa, técnicos, operadores, buque, científico, Humboldt.

ABSTRACT

Objective: To determine the relationship between preventive maintenance and productivity of the reverse osmosis system from the perspective of technical operators in the Humboldt scientific vessel, 2020.

Methodology: It was a study with a quantitative approach, basic type, correlational level, non-experimental cross-sectional design. The population consisted of 20 technical operators from the Humboldt scientific ship, who interact with the system. A non-probabilistic census-type sampling was applied, whereby the entire population is considered as units of analysis. Data collection techniques such as survey and interview were applied. To measure the variables, two documented measurement instruments were developed in the form of scales to evaluate the variables preventive maintenance of the reverse osmosis system and productivity of the reverse osmosis system, which were qualitatively (5 expert judges) and quantitatively validated. (Cronbach's alpha = 0.861 and 0.912 respectively).

Results: Through Kendall's "Tau b" statistical test, a statistical significance of 0.613 and a correlation coefficient of 0.106 were obtained between the variables preventive

maintenance of the reverse osmosis system and productivity of the reverse osmosis system.

Conclusion: It was concluded that there is no positive and significant relationship between preventive maintenance and the productivity of the reverse osmosis system from the perspective of technical operators on the Humboldt scientific vessel, 2020.

Keywords: Administrative management, Quality of service, Client, Maritime Agency.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio versa sobre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa considerando las perspectivas de técnicos operadores del buque de investigación científico Humboldt, 2020, lo cual se apertura partiendo de una situación problemática que tuvo que ver con una mala gestión del mantenimiento evidenciada a bordo.

La característica principal de la productividad respecto al sistema de ósmosis inversa es que determina la autonomía del buque para poder autoabastecerse de agua, lo cual para efectos del contexto en la cual el buque se desempeña resulta ser un elemento indispensable para poder operar.

Por otra parte, entre algunos aspectos que se pudieron observar con respecto a la productividad del sistema resaltan el factor económico y la calidad de agua, sobre los cuales se pudieron visualizar ciertas falencias que determinan un manejo

inadecuado de recursos económicos y de la gestión operacional de mantenimiento respecto al sistema.

Para analizar la problemática fue necesario enunciar las causas que podrían ser vinculantes, entre los que desde ya resalta las actividades que determinan las labores de mantenimiento del sistema de ósmosis inversa, sobre la cual, se observan otros problemas que se relacionan con la productividad del sistema de ósmosis en el buque en mención, lo cual muchas veces ha traído como consecuencia final paradas del sistema.

En esa línea de ideas, en concordancia con la problemática real visualizada, se determinó como objetivo determinar la relación entre el mantenimiento preventivo y productividad del sistema de ósmosis inversa: de tal manera que se puedan conocer relaciones probabilísticas con respecto a las variables de estudio bajo las apreciaciones de técnicos operadores del buque, identificando de esta manera una variable de asociación y la variable de supervisión que caracteriza a la línea de investigación: Productividad del sistema de ósmosis inversa.

Para medir las variables en el presente estudio se construyeron dos instrumentos de medición documentada, los cuales se validaron de forma cualitativa y cuantitativa. La fase cualitativa se realizó mediante la apreciación de jueces expertos y la fase cuantitativa a través de la prueba de consistencia interna Alfa de Cronbach, posteriormente se aplicó a la muestra de estudio para extraer los datos que ayuden a responder al problema de investigación a través de la comprobación de hipótesis

mediante el análisis estadístico descriptivo e inferencial de acuerdo al nivel y objetivo de investigación.

Con la intención de profundizar en el análisis se aplicaron entrevistas los cuales brindaron perspectivas que corroborase la situación problemática evidenciada, generando de esta manera una teorización que ayude a la integración de un análisis con mayor soporte en concordancia con las variables observadas.

Cabe resaltar que una de las dificultades en el presente estudio, fue el proceso de recolección de datos, debido a que los operarios por los general cumplen funciones de guardia de manera rotativa en el buque en mención, lo cual determinó invertir un mayor tiempo dentro del proceso de recolección de datos para poder responder al objetivo del presente trabajo de investigación.

De igual manera el contenido de la presente investigación se desarrolló en seis capítulos, los cuales se refieren a los siguientes aspectos:

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, Se presenta la descripción y formulación del problema, los objetivos, la justificación, las limitaciones y la viabilidad de la investigación.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO, Comprende, los antecedentes de la investigación, sus bases teóricas y las definiciones conceptuales.

CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES, Se formulan la hipótesis general, específicas y su variable.

CAPITULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO, Se presenta el diseño de investigación, su población y muestra, la operacionalización de la variable y sus dimensiones, la técnica de recolección de datos, la técnica usada para el procesamiento y análisis de los datos (el paquete estadístico usado) y se mencionan los aspectos éticos.

CAPITULO V: RESULTADOS, Se presenta los niveles de mantenimiento y productividad del sistema de ósmosis inversa según las perspectivas de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020; con sus respectivas frecuencias y porcentajes a través de las tablas y gráficos, así como las tablas de correlación estadística para la verificación de las hipótesis.

CAPITULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, Se formulan la discusión, conclusiones y recomendaciones en relación a nuestros objetivos.

Finalmente se incluyen las referencias generales y sus anexos correspondientes.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La productividad del sistema de ósmosis inversa a bordo del buque determina la capacidad productiva de la producción de agua purificada tomando en cuenta factores tales como el uso de insumos y tiempo, lo cual corresponde a observar atributos económicos asentadas por un eficiente mantenimiento preventivo que se aplique al sistema.

A partir de 1982, año en el cual se implementó el primer sistema de ósmosis inversa para un buque mercante, se han mejorado condiciones de desabastecimiento de agua principalmente en aquellos que suelen realizar cabotaje y que realizan operaciones constantes de abastecimiento de combustible, lo cual determina que se encuentran fondeados constantemente (ROCHEM, 2015).

Respecto al mantenimiento preventivo proveído por los fabricantes de sistemas de ósmosis inversa, se sabe que suele ser económico y hasta cierto punto sencillo,

el cual básicamente se encuentra ligado a actividades programadas de sustitución de diversos filtros y la membrana de tal manera de que se pueda garantizar el buen funcionamiento y obtener agua de calidad (Eden, 2020).

En tal sentido, podría corresponderse que actividades de relacionadas con la renovación de componentes del tratamiento, overhaul de las bombas y la limpieza de los componentes de tablero de control podrían influir en establecer una alta productividad del sistema de osmosis inversa a bordo del buque, de los cuales pueden observarse en indicadores relacionados con la autonomía, el factor económico y la calidad del agua propiamente dicha.

A nivel nacional, según Elcolobarrutia y Pajuelo (2019) no existe un marco regulatorio que obligue la instalación del sistema a bordo de los buques y que por otra parte existen evidencias de que no existe conocimiento técnico a profundidad sobre la operación, funcionamiento y mantenimiento en los buques que opcionalmente han implementado el sistema, desde ya creando una situación que presenta oportunidades de mejora.

En el buque científico Humboldt, que realiza estudios pelágicos en la zona marina peruana, instaló en el año 2010 el sistema a raíz de la necesidad de agua durante los días de navegación y poca capacidad en los tanques de agua; y actualmente se vienen observando malas prácticas respecto a la operación y mantenimiento del sistema por parte de los técnicos operadores del buque.

La causa a dicha problemática podría vincularse a la deficiente formación del personal, el cual no realiza un adecuado mantenimiento preventivo, ya que se observa una producción de agua no adecuada para el desarrollo normal de las actividades a bordo del buque.

En consecuencia, se visualizan eventos constantes de fallas y averías que limiten el funcionamiento correcto del sistema determinando gastos innecesarios respecto a los elementos críticos para que pueda volver a operar de manera correcta.

Ante lo establecido, el presente trabajo de investigación busca establecer la relación entre las variables “mantenimiento preventivo” y “productividad” en referencia del sistema de ósmosis inversa en el buque en mención, desde la perspectiva de los técnicos operadores que interactúan con la misma, buscando asentar un conocimiento científico base a fin mejorar condiciones desde diversas perspectivas en un contexto operacional particular.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la relación entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la relación entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020?

- b) ¿Cuál es la relación entre el overhaul de las bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020?

- c) ¿Cuál es la relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la relación entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la relación entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

- b) Determinar la relación entre el overhaul de las bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

- c) Determinar la relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

1.4. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación se justifica por las siguientes razones:

1.4.1. Justificación teórica

Con el presente estudio se provee una base de conocimiento sobre las variables “mantenimiento preventivo” y “productividad” en relación del sistema de ósmosis inversa, el cual presenta un corpus teórico que pueda servir como marco de referencia para futuros trabajos de investigación que planteen estudios similares.

Por otra parte, con los resultados que se establecen se expresa un patrón de comportamiento de dos variables observadas desde la perspectiva de técnicos operadores del buque científico Humboldt, con lo cual se establece una consideración teórica que pueda estar sujeta a discusión y crítica frente a los resultados obtenidos en otros contextos específicos similares dentro del ámbito de operación de buques mercantes dentro de la jurisdicción nacional.

1.4.2. Justificación metodológica

En el desarrollo del presente trabajo de investigación fue necesario operacionalizar las variables observadas con el fin de obtener datos a través de las mediciones en las unidades que componen la muestra de estudio, para lo cual fue necesario elaborar dos instrumentos de medición documentada en forma de escala, los cuales buscan captar la percepción u opiniones de los encuestados respecto a un conjunto de enunciados establecidos.

Conforme a protocolos metodológicos y estadísticos los instrumentos de medición son válidos y confiables, ya que fueron validados de forma cualitativa y cuantitativa garantizando de esta manera su uso para futuros estudios y/o investigadores quienes propongan estudios de alcances investigativos similares en relación con el propósito del presente estudio.

1.4.3 Justificación práctica

Con la situación problemática observada, se hace necesario formular estudios dentro de una línea de investigación la cual propongan intervenciones en la realidad contextual vinculado a la operación del buque científico Humboldt respecto a la productividad del sistema de ósmosis inversa tomando en cuenta como factor fundamental el mantenimiento preventivo del mismo.

Ante dicha postura, el presente estudio genera conocimiento base para poder alcanzar fines prácticos a partir del establecimiento de relaciones

causales que tomen en cuenta la evidencia provista en los resultados del presente trabajo de investigación, lo cual ayudará a la operatividad del sistema, el elemento humano responsable y la gestión eficiente a bordo del buque científico Humboldt.

1.5. Limitaciones de la investigación

1.5.1. Limitación temporal

Los resultados del presente estudio aplican para un tiempo limitado respecto a la fecha en la cual se recabaron los datos de las unidades de estudio, ya que las percepciones pueden ir cambiando por los relevos que afectan a los técnicos operadores como parte del plan organizacional de la Institución a donde pertenecen.

En tal sentido, las decisiones que se puedan adoptar con base al presente trabajo de investigación deberían formularse en el corto plazo posible de tal manera que se cumplan con los principios lógicos y coherentes aplicados a todo proceso investigativo.

1.5.2. Limitación bibliográfica

En el contexto peruano no se pudieron encontrar estudios que permitan tomarse como base teórica para determinar directamente los aspectos sobre

los cuales se puedan formular las dimensiones correspondientes con el establecimiento de las métricas correspondientes en las variables de estudio.

En consecuencia, se tomaron en cuenta antecedentes relacionados con la línea de investigación o temáticas los más afines posibles, los cuales ayudaron a contar con una base sobre lo cual aplicando principios constructivistas determinaron adoptar una perspectiva teórica coherente con el objetivo de investigación.

1.5.3. Limitación de extensión

Los resultados del presente estudio se hallan estrechamente relacionados con el sistema de ósmosis inversa en el buque científico Humboldt, por lo que no podrían ser generalizados directamente a otros contextos, más sin embargo tomarse como una referencia para establecer discusiones o aperturas a otros estudios que ayuden a solidificar teorías respecto a la problemática expuesta.

1.5.4. Limitación de cobertura

Las unidades de observación respecto a las variables estudiadas se corresponden con la propuesta teórica establecida. Respecto a la variable “mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa” se consideran las dimensiones: Renovación de componentes de tratamiento; overhaul de las bombas; y limpieza de los componentes del tablero de control; mientras que con respecto a la variable “productividad del sistema de ósmosis inversa” se

dimensiona con las unidades de observación: Autonomía, factor económico, y calidad de agua.

1.6. Viabilidad de la investigación

El presente trabajo investigación fue viable porque se contó con la anuencia del Comandante del buque científico Humboldt, quien autorizó al recurso humano representado por los técnicos operadores a realizar las encuestas necesarias para poder cumplir con el proceso empírico que ayude a cumplir con el objetivo del presente trabajo de investigación.

Así también, se tuvo el apoyo del mencionado comando con respecto a los recursos materiales y logísticos que fueron necesarios para abordar el buque mientras se encontraba en la condición de “fondeado”, cumpliéndose de esta forma con todas las condiciones necesarias con respecto a la viabilidad de la investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

La presente investigación se respalda en los antecedentes nacionales de Elcolobarrutia y Pajuelo (2019), quienes realizaron un trabajo de investigación titulado: *“Análisis sobre la implementación del sistema de ósmosis inversa en buques mercantes de bandera peruana, 2018”*. Se propuso como objetivo analizar la implementación del sistema de ósmosis inversa en buques mercantes de bandera peruana, 2018. Fue un estudio de ruta cualitativa, tipo básica, nivel exploratorio, diseño fenomenológico. Se aplicó un muestreo casos-tipo el cual estuvo conformado por 09 entrevistados entre los que figuran representantes de la autoridad marítima, superintendentes de buques, y oficiales del nivel gestión del departamento de máquinas de los buques mercantes de bandera peruana; por otro lado, se aplicó un muestreo teórico el cual hace referencia a los documentos proporcionados por las empresas navieras propietarias de los buques analizados. Los resultados indicaron algunas deficiencias sobre aspectos normativos y

operativos. Por otro lado, los hallazgos corroboraron el beneficio económico a mediano plazo para las empresas navieras que significa la instalación del sistema en los buques. Asimismo, entre las principales conclusiones se tiene que existe una falta de capacitación en el personal que opera el sistema, que existen niveles altos de contaminación en el litoral lo que hace que los filtros se cambien con frecuencia, que existe probabilidad de que el sistema afecte a seres bentónicos del ecosistema marino y que los materiales utilizados en el acoplamiento podrían no ser los más adecuados para el óptimo funcionamiento del sistema.

Angulo y Centeno (2018), realizaron un estudio titulado: *“Nivel de conocimiento y operación de la planta ósmosis inversa en egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Promoción XLIII”*. Se propuso como objetivo determinar la relación entre el nivel de conocimiento y operación de la planta de ósmosis inversa en egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” Promoción XLIII. Fue un estudio de enfoque cuantitativo, nivel relacional, tipo básico y diseño no experimental de corte transversal. La técnica de recolección de datos aplicado fue la encuesta y utilizaron como instrumentos de medición a dos escalas los cuales fueron validados por jueces expertos y mediante la prueba de consistencia interna Alfa Cronbach obteniendo un valor de 0.772 y 0.764 respectivamente considerando en tal sentido una fuerte confiabilidad de acuerdo con los baremos de confiabilidad. La población estuvo compuesta por 24 egresados a quienes se les aplicó un muestreo no probabilístico censal. Los resultados obtenidos a través de la prueba estadística de “rho” de Spearman determinó un p-valor menos que el nivel de significancia y un coeficiente de correlación de 0.685. Concluyeron estableciendo que existe una

relación entre el nivel de conocimiento y operación de la planta de ósmosis inversa en egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” Promoción XLIII.

Leyva (2017), realizó un trabajo de investigación titulado: *“Propuesta de implementación de un sistema de ósmosis inversa para el abastecimiento de agua dulce para submarino”*. Se planteó como objetivo establecer una propuesta para mejorar el abastecimiento de agua dulce en un submarino. Abordó su estudio desde una perspectiva cualitativa, en donde utilizó como técnicas de recolección de datos a la observación y el análisis documental. Realizó un análisis situacional en base al consumo de agua, la cantidad de agua dulce faltante para navegación larga de 40 días y de la capacidad de días de navegación del submarino. Así también analizó alternativas de solución en base a equipos tales como la evaporadora, ósmosis inversa modular y ósmosis inversa compacta. En base a un análisis comparativo sobre el sistema actual de abastecimiento de agua dulce y el sistema de ósmosis inversa, se observó que es recomendable y factible este último por sus diferentes ventajas. Concluyó que el equipo más adecuado para realizar la instalación a bordo es el sistema de ósmosis inversa compacta, debido a que es un equipo ensamblado con todos sus componentes, el cual ayuda para la distribución de un espacio pequeño como el submarino, además que su mantenimiento es más rápido y el cambio de repuesto de membrana se realiza mínimo anualmente.

Espinoza y Julian (2015), realizaron un trabajo de investigación titulado: *“Una nueva propuesta para la empresa consorcio naviero peruano: El cambio del generador de agua dulce o evaporadora a una planta de ósmosis inversa para el*

buque M/V CNP Ilo”. Se propusieron como objetivo mejorar la planta de producción de agua dulce implementando un sistema de osmosis inversa en reemplazo de la evaporadora (generador de agua dulce). Fue una investigación cualitativa, tipo básico, nivel exploratorio y diseño fenomenológico. La muestra estuvo conformada por los tripulantes de máquinas del buque en mención considerando a oficiales y marineros. Utilizaron como técnicas de recolección de datos la entrevista y como herramienta de recolección de datos una guía de entrevista. Los resultados establecieron diversas orientaciones teóricas sobre diversas subcategorías de análisis entre los que resaltaron aspectos económicos, de operatividad y mantenimiento con respecto al uso del sistema de osmosis inversa en virtud de su implementación en el buque. Concluyó estableciendo que la implementación del sistema es oportuna considerando que podría mantener una autonomía con respecto al agua que pueda producir con respecto a la evaporadora mientras el buque no se encuentre navegando, lo que determina un menor consumo energético para obtener un mismo fin.

Entre los antecedentes internacionales destaca Fajardo (2018), quien realizó un estudio titulado: *“Desalinización del agua: ¿Una alternativa sostenible para la potabilización del agua?”*. Se propuso como objetivo exponer los diferentes procesos de desalinización de agua y las diferentes tecnologías con las que se desarrollan. Fue una investigación de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación y como herramienta de recolección de datos fichas de investigación. La muestra estuvo conformada por diferentes unidades de información tanto bibliográficas como electrónicas. Los resultados establecieron

definiciones sobre las tecnologías aplicadas, experiencias a escala industrial, problemáticas en países africanos, ventajas, desventajas y la perspectiva reflexiva sobre el suministro de agua potable a nivel mundial. Entre las principales conclusiones destaca que existen dos grupos de procesos de desalinización, uno que se relaciona con el uso de energía térmica para llevar a cabo un cambio de fase y una separación del agua de las sales, destacándose la destilación multi-etapa (MSF) y la destilación multi-efecto (MED), mientras que el segundo grupo abarca técnicas que utilizan membranas para llevar a cabo la separación del agua de las sales, la ósmosis inversa (OI), o la separación de las sales del agua, como la electrodiálisis (ED).

Amezcuca (2015) realizó un estudio titulado: *“Diseño de un sistema portable de desalinización de agua de supervivencia marina para consumo humano mediante energía solar fotovoltaica mediante osmosis inversa”*. Se propuso como objetivo implementar un nuevo método de obtención de agua dulce que se pueda transportar a bordo de las balsas salvavidas. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño investigación acción. Utilizó como técnicas de recolección de datos la observación y la documentación. Los resultados permitieron plasmar explicaciones teóricas de todos los elementos que formarían parte del sistema desalinizador portátil, las consideraciones sobre el funcionamiento en las proximidades de la provincia de Pontevedra dimensionando los elementos en función de la radiación solar recibida en dicho espacio geográfico, los aspectos vinculantes con cada propiedad de los diferentes componentes que conforman el equipo de desalinización fotovoltaico y un estudio económico sobre los elementos que conformaran el sistema. Concluyó estableciendo que la

tecnología hoy existente permite la incorporación de un sistema de ósmosis inversa a través del uso de paneles fotovoltaicos en un balsa salvavidas, ya que muchos de los distintos componentes que ofrece el mercado determina la elaboración de un sistema compacto, portátil y de fácil uso.

López (2015) realizó un estudio titulado: *“Diseño de planta de tratamiento de agua potable por ósmosis inversa para un buque de pasaje”*. Se propuso como objetivo diseñar una planta de tratamiento de agua potable por ósmosis inversa, para un buque de pasaje de 290 metros de eslora, con capacidad para transportar un número total de 4 890 personas (pasaje y tripulación). Fue una investigación de enfoque cualitativo, nivel exploratorio, diseño investigación-acción y tipo básica. Utilizó como técnicas de recolección de datos la observación y la documentación. Partiendo de una revisión de la literatura la cual considera antecedentes de la desalación, así como una comparativa sobre las técnicas actuales que existen y la justificación que plantea una instalación de ósmosis inversa a bordo de los buques inició el proceso para cumplir con el objetivo del estudio. Los resultados le permitieron establecer información organizada y sistematizada sobre los cálculos y planos; pliego de condiciones; y presupuestos; los cuales forman parte de la información requerida para poder satisfacer el problema de investigación. Concluyó estableciendo que la propuesta beneficiaría económicamente al buque otorgándole además autonomía con respecto a disponer de agua purificada para las necesidades convenientes propias de la operación del buque.

Por último, Colmenares y Villalobos (2011) desarrollaron un trabajo de investigación titulado: *“Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo”*. Se propuso como objetivo aplicar un programa de mantenimiento preventivo de un equipo que permita simplificar el marco de los componentes de un equipo en subconjuntos, a los cuales se pueda realizar mantenimiento preventivo o ya sea correctivo a partir de valores operativos o funcionales. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño investigación-acción. Utilizó como técnicas de recolección de datos la observación y la entrevista. A través de la aplicación del ciclo Deming (actuar, planificar, hacer y revisar) desglosaron el equipo en sistemas operacionales con la intención de caracterizar la función de cada elemento para luego agruparlas en subconjuntos. Los resultados permitieron estructurar un manual de procedimientos por subconjuntos los cuales a su vez permitieron elaborar el programa de mantenimiento preventivo por subconjuntos, caracterizado por mostrar la descripción del sistema, evaluar el desempeño del sistema y evaluar la operatividad del proyecto. Concluyó estableciendo que implementar el programa de mantenimiento preventivo por subconjuntos funcionales, lo cual permitirá generar una cultura de asistencia a los equipos desde la operatividad de los componentes, reunidos en una sola función, lo cual se logrará trabajando sobre la caracterización previa de operación por elementos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa

Para establecer un fundamento teórico adecuado que permita orientar una métrica objetiva, es importante asentar una base de conocimiento que conlleve a fundamentar de manera racional el concepto que se quiere evaluar en la muestra de estudio.

En tal sentido, partiendo de un análisis de cada uno de los términos que componen la estructura sintáctica del concepto asociado a la variable que se pretende definir, se construye una perspectiva teórica en coherencia con la orientación teórica bajo una síntesis integral.

El sistema de ósmosis inversa consiste en la alimentación de agua de mar la cual mediante el uso de unas membranas y la bomba de alta presión genera un agua de rechazo y otro de permeado. El paso del agua a través de una membrana semipermeable, retiene sales y purifica el agua, permitiendo eliminar sales, minerales, etc. dentro de un rango de 96 % y 99 % (Ecopreneur, 2018).

Así también, de acuerdo con Sharon y Reddy (2015):

Los sistemas de ósmosis inversa funcionan haciendo pasar agua presurizada por un módulo con membranas permeables; cuando el fluido entra con una presión superior a la osmótica, el agua fresca

puede transportarse a través de la membrana, y se genera un flujo de agua desalinizada que es recolectado. Los principales componentes del sistema son el sistema de alimentación, las bombas, el módulo de RO, un sistema de recuperación de energía (turbinas o intercambiadores de presión), así como depósitos de almacenamiento para el agua tratada y la salmuera (p. 1086).

De acuerdo con lo establecido por los autores, el sistema de ósmosis inversa a bordo de un buque, busca purificar el agua de mar a través de un proceso de desalinización utilizando filtros (bolsa, cartuchos), membranas, bombas, entre otros, separando las diferentes sales minerales de un agua catalogada como purificada.

Figura 1

Sistema de ósmosis inversa a bordo de un buque



Nota. Equipo auxiliar empleado en algunos buques para generar agua dulce, en la mayor parte de los casos para generar agua sanitaria o potable para su consumo, complementando algunos sistemas más como mineralizadores y sistemas de desinfección (<https://ingenieromarino.com/>)

Entre otras características resaltantes a tomar en cuenta sobre el sistema de ósmosis inversa se tiene:

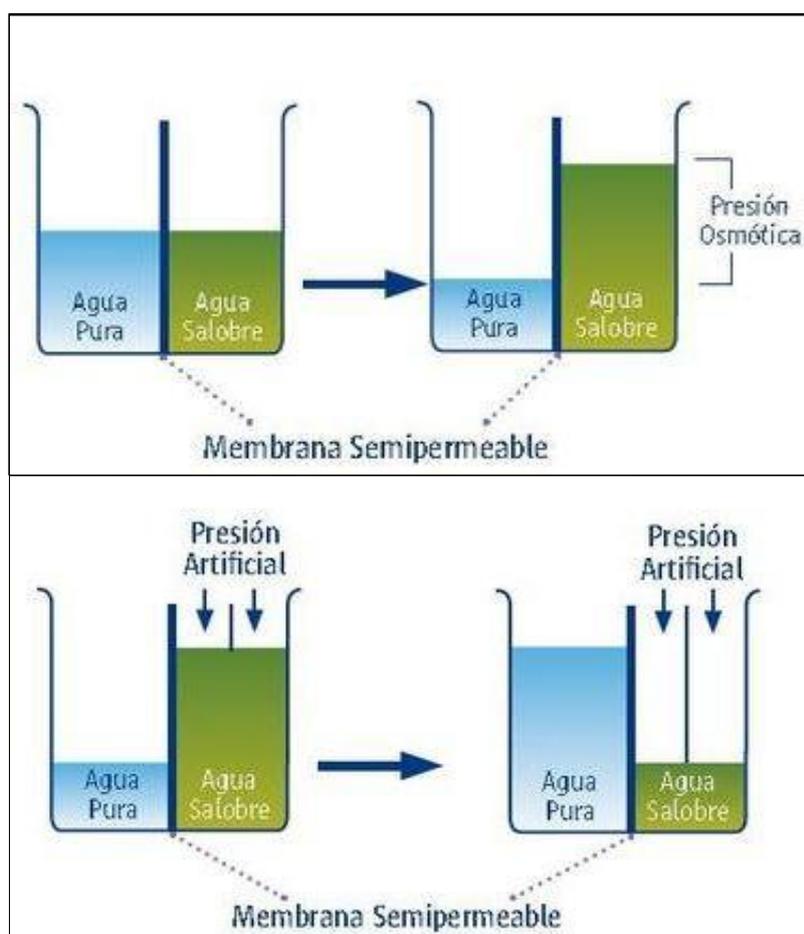
- Membrana en espiral y tubos delgados resistentes.
- Usa módulos de fibra hueca.
- Requiere de un tratamiento previo para obstruir la membrana (Medina y Vargas, 2018).

Con el sistema de ósmosis inversa, se puede producir agua purificada para distintos fines a partir de agua salada, utilizando un conjunto de componentes los cuales a partir del principio de ósmosis se logran retener gran cantidad de sales minerales purificando el agua de la misma con altos porcentajes favorables.

Ósmosis refiere a un principio basado en el proceso para lograr la salinidad equilibrada, en el cual dos líquidos de diferentes concentraciones están divididas por una membrana semipermeable, que permite el paso del líquido con menor concentración salina al líquido de mayor concentración formado por la presión osmótica generada (García, 2020).

Por consiguiente, en cuanto a ósmosis inversa se refiere García (2020) señala que es un proceso similar al mencionado en el párrafo anterior, empleando una presión elevada con respecto a la presión osmótica y así poder realizar que el sentido del equilibrio se invierta donde el fluido de mayor concentración se desplazara hacia el fluido de menor concentración.

Figura 2
Ósmosis inversa



Nota. La presión osmótica del agua de mar se encuentra aproximadamente en 25 kg/cm² (<https://ingenieromarino.com/>)

En tal sentido, el sistema de ósmosis inversa a bordo del buque representa un conjunto de componentes los cuales funcionan de manera sincronizada para producir agua purificada para ser utilizada como agua potable y agua técnica a partir del uso del agua de mar (Ver Anexo 2).

Por otra parte, con respecto al mantenimiento preventivo Infraspak (2020) señala que consiste en actividades programadas las cuales tiene como objetivo prevenir averías y disminuir la probabilidad de que un activo, sistema o equipo pueda fallar.

En ese orden de ideas, Loli y Merino (2017) afirman que el mantenimiento preventivo, llamado también planificado, se suele realizar antes de que una falla o avería pueda evidenciarse, buscando garantizar la operatividad del sistema o equipo en todo momento.

García (2018) y Gonzáles (2012) agregan que el mantenimiento preventivo posee las siguientes:

- Se realiza en horas no productivas.
- Se lleva a cabo bajo un programa de secuencias y actividades.
- Es elaborado por el área de máquinas considerando los manuales de los fabricantes.
- Detecta defectos tales como desequilibrios, ruidos, vibraciones y resonancias.
- Busca anomalías en componentes que se encontraban en funcionamiento por realizar un trabajo defectuoso.
- Efectúa reparaciones a elementos los cuales no serían totalmente necesarias, pero para aprovechar la parada del equipo se realizan.

En síntesis, el mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa se define como el conjunto de actividades programadas con el objetivo de prevenir fallas o averías en el sistema de ósmosis inversa, garantizando de esta manera la producción de agua purificada (agua técnica o potable) para uso exclusivo de la tripulación en el buque.

Así también, es importante establecer el fundamento científico de las dimensiones que ayudaran a establecer los aspectos empíricos y observables sobre los cuales se podrá medir la variable cuya orientación teórica fue desarrollada en párrafos anteriores.

En efecto, las variables intermedias para el presente trabajo de investigación serán: Renovación de componentes de tratamiento; Overhaul de las bombas y limpieza de los componentes del tablero de control; los cuales representan a acciones resaltantes que determinan un mantenimiento eficiente respecto al sistema de osmosis inversa a bordo de un buque.

2.2.1.1. Renovación de componentes de tratamiento

En el sistema de ósmosis inversa de un buque los componentes de tratamiento más importantes suelen estar considerados por los diferentes filtros que suele poseer el sistema, así como las membranas. En tal sentido, en el mantenimiento preventivo son dos componentes importantes a tomar en cuenta.

Los filtros cumplen uno de los papeles más relevantes en el sistema de ósmosis inversa porque es donde se realiza el pre tratamiento del proceso de producción de agua potable a bordo de una embarcación. Los filtros están conformados por:

-Filtro de bolsa: Es el primer medio de pre filtración del sistema, por lo general es de 50 micras (μm), además cuenta con un manómetro a la salida del filtro.

-Filtro multimedia: Es un tipo de pre filtración que tiene varios tipos de media y arenas esenciales (grava, granate, arena, etc.) en donde el agua pasa a través de este por filtrantes de más gruesos a más fino, reteniendo todo tipo de impurezas.

-Filtros de cartucho: Son un medio de filtración de 2 etapas, el primer filtro es de 25 micras y el otro es de 5 micras (μm) generalmente son de papel o de polipropileno.

-Filtros de carbón: El filtro de carbón funciona por el mismo principio que el filtro de arena, la diferencia es reducir los elementos orgánicos como el mal sabor, el olor y el cloro de agua.

La renovación de los filtros es una acción de suma importancia en el tratamiento preventivo del sistema de ósmosis inversa, debido a que las membranas semipermeables pueden llegar a atascarse por la suciedad o sólidos disueltos, reduciendo la producción de filtrado de agua producto. (Eden ,2020).

García (2020), afirma que la frecuencia de renovación de los diferentes filtros está estrechamente vinculada al porcentaje de suciedad y sólidos disueltos que contenga el agua de mar que se está filtrando, es por ello que el cambio de filtros que se realiza en un buque mercante es cada 2 o 3 días de forma referencial.

Además, otro aspecto que se debe tener en cuenta para el intercambio de filtros es el desfase de presiones que se presenta el sistema de ósmosis inversa en servicio, causados por la obstrucción de la suciedad y sólidos disueltos.

Por lo tanto, es imprescindible que el personal del departamento de máquinas encargado del funcionamiento del sistema osmosis conozca su operatividad y componentes para realizar un procedimiento correcto en el cambio de filtros.

El procedimiento para la renovación de filtros se encuentra dividido en:

- Cierre de las válvulas de ingreso y salida de agua: Con la planta fuera de servicio, se cierran las válvulas con la finalidad de evitar que siga drenando el agua que aún se encuentra en las tuberías.
- Desmonte de porta filtros: Con la llave circular de la porta filtros se efectúa el desmontaje y se procede a renovar el filtro sucio por el nuevo.
- Llenado de agua salada en el porta filtro: Con el filtro nuevo se procede al montaje del porta filtro y se introduce agua de mar para evitar la presencia de aire en el sistema y se pueda dañar la bomba de alta presión.
- Purga del filtro: Antes de poner en servicio la planta se procede al aperturamiento de las válvulas, de esta manera poder purgar el aire presente en la porta filtro.

Figura 3

Renovación del filtro de cartucho a bordo de un buque mercante.



Nota. El presente filtro se cambia dependiendo de las presiones que se muestran en el manómetro que está ubicado en el tablero de control. (<https://ingenieromarino.com/>)

Por otra parte, las membranas que pertenecen al tratamiento del agua, en ellas se realiza la osmosis inversa y están constituidas en finas películas semipermeable de capas intercalados entre un espaciador de filtrado y un canal de alimentación, estas capas son luego enrolladas en espiral sobre un tubo de plástico perforado.

Así también Maldonado (2017), sostiene que las membranas deben ser de un material de alta gama en la cual pueda ser estable con la temperatura y el PH del agua de mar, esto depende la vida útil de las membranas porque se pretende mejorar el rendimiento (permeabilidad y rechazo de sal), existen dos tipos de materiales polímeros, que son el acetato de celulosa (AC) y poliamida (PA) de las cuales se componen las membranas.

Por esta razón se podría afirmar que las membranas cumplen la función más importante dentro del sistema de osmosis inversa donde el proceso de purificación está relacionado directamente con su producción y calidad de agua.

El Procedimiento para la renovación de las membranas se encuentra dividido en los siguientes pasos:

-Desmonte de la carcasa: Se desconecta el tubo que esta al extremo grande de la carcasa, después se desprende la carcasa de la planta y posteriormente se retira la tapa circular del extremo donde se desconectó el tubo.

-Reemplazo de membrana: Realice el cambio de membrana y coloque la tapa circular usando grasa de silicona para lubricar la junta tórica y el sello principal.

-Purga del sistema: Se abre las válvulas del suministro de agua y del tanque para que el sistema sea llenado y se pueda purgar el aire presente en el sistema. Este proceso debe realizarse dos veces y dos horas en cada enjuague.

Figura 4

Renovación de membrana a bordo de un buque mercante.



Nota. La vida útil de la membrana depende del pre – tratamiento que se hacen en los filtros, estos pueden durar de seis meses a dos años. (<https://ingenieromarino.com/>)

2.2.1.2. Overhaul de bombas

El sistema de ósmosis inversa posee una bomba de alta presión como de baja, denominado también bomba de alimentación. El overhaul (mantenimiento general) de las bombas representa un conjunto de tareas que tiene como objetivo realizar una revisión integral de los diferentes equipos a intervalos programados antes que aparezca una falla o avería. (Núñez, 2010).

Las revisiones periódicas consisten en dejar al sistema de osmosis inversa en cero horas de funcionamiento, realizando esta revisión es como si el equipo recién saliera de fábrica para que pueda operar correctamente sin ninguna falla.

Pure Aqua INC. (2020), menciona que la bomba de alta presión debe ser de alto grado para no tener una tasa de rechazo en el sistema por eso es vital para el sistema asegurarse de que la bomba coincida con la cantidad y el tamaño de la membrana de forma adecuada.

La bomba de alta presión generalmente trabaja con una mayor potencia porque esto beneficia a mejorar el rendimiento del sistema de osmosis inversa para poder tener las tasas de rechazo y recuperación del permeado.

Ante lo antes expuesto la bomba de alta presión o también conocida como bomba de pistón o de embolo tienen la función de elevar la presión con una presión de trabajo de 950 psi en el sistema de osmosis inversa hacia las membranas en donde se produce la purificación de agua salada.

Con respecto a la bomba de alta presión el departamento de máquinas debe darle constante mantenimiento verificando lo siguiente:

- Cambio por servicio de los sellos y O-ring: Se cambian el kit completo, el LO- pressure seal y el HI- pressure seal cada 1500 horas.
- Cambio por servicio de las válvulas: Se hacen recorrido de la válvula y se cambia los resortes de ser necesario este mantenimiento se realiza cada 3000 horas.
- Cambio por servicio de los émbolos: Se renuevan los émbolos de cerámica de ser necesario este mantenimiento se realiza a las 1500 horas.

- Cambio de aceite del Carter: Se renueva cada 50 horas la primera vez y después cada 500 horas o después de 3 meses de uso.

Figura 5

Bomba de alta presión o de embolo.



Nota. Es también conocida como una bomba de embolo que alimenta las membranas con respecto al sistema de osmosis inversa. (<https://www.lenntech.es/productos/cat-pumps.htm>)

MATRIX (s.f.) sostiene que la bomba de baja presión suministra el agua de alimentación del sistema osmosis inversa necesaria para la operación de la bomba de alta presión, cuya presión generalmente esta entre 3 y 2 bares de presión.

Con lo antes expuesto se puede afirmar que esta bomba de baja presión es centrífuga y debe tener la capacidad suficiente por lo cual se requiere sumo cuidado con su mantenimiento para poder evitar la cavitación, baja presión, fuga en los sellos e incremento de temperatura en la bomba.

Con respecto a la bomba de baja presión el departamento de máquinas debe darle constante mantenimiento verificando lo siguiente:

-Cambio por servicio de los sellos mecánicos: Este sello se cambia normalmente según el manual establecido del fabricante o al presentar una fuga.

-Cambio por servicio del rodamiento: Los rodamientos se cambian según lo establecido por el manual del fabricante o por sonido anómalo.

-Cambio del impulsor: Se cambia dependiendo si se presenta desgaste o no levanta presión de trabajo de la bomba.

Figura 6

Bomba de baja presión o centrífuga.



Nota. La vida útil de la membrana depende del pre tratamiento que se hacen en los filtros, estos pueden durar de seis meses a dos años. (<https://www.bombasdeagua.cl/producto/bomba-calpeda-nm40-16b-4hp-380v-copia-8/>)

2.2.1.3. Limpieza de los componentes del tablero de control

Angulo y Centeno (2018), el tablero de control es la parte del sistema de ósmosis inversa, que desarrolla la función de proporcionar información de forma visual, los niveles de calidad y pureza del agua potable usada para el consumo de la tripulación.

De lo antes expuesto, se deduce que el panel de control es una parte primordial del sistema de ósmosis inversa, para su correcto funcionamiento y operatividad, en el cual se da seguimiento del desarrollo de la producción del agua potable.

Además, el panel brinda los datos desarrollados en el proceso de producción de agua potable, para la seguridad y prevención de algún evento de riesgo que se pueda producir, tales como: presiones de la membrana y filtros, partes por millón del agua producto y la producción de agua por día en litros.

Se concluye que para el correcto funcionamiento del sistema de ósmosis inversa es imprescindible un tratamiento preventivo, lo cual será desarrollado por los ingenieros del departamento de máquinas, ya que el panel contiene partes importantes para la operatividad del sistema.

Por lo tanto, los ingenieros del departamento de máquinas deberán estar capacitados para realizar un buen mantenimiento del sistema, así como conocer los diferentes componentes que conforman el panel de control para su correcta limpieza y mantenimiento, tales como:

- Componentes eléctricos: Está conformado por contactores, relés, transformadores, temporizadores, fusibles, terminales los cuales deben ser cuidadosamente limpiado con limpia contactos y alcohol isopropílico.

-Componente electrónico: El panel de control eléctrico es un componente que contiene los controles e instrumentos eléctricos que permite llevar una secuencia sistematizada y energización para la operatividad desde la etapa de arranque hasta el apagado del sistema, además de contar con los sensores de las bombas.

-Componente mecánico: Está conformado por válvula de regulación, manómetros de los filtros de cartucho y los visores de producción del agua producto y agua salmuera.

Figura 7

Tablero de control del sistema de ósmosis inversa.



Nota. El departamento de ingeniería debe darle un correcto tratamiento preventivo a las partes importantes de este panel de control. (<http://www.bochimarinecorp.com/10-6-20-fog-horn-ontrol-panel.html>)

2.2.2. Productividad del sistema de ósmosis inversa

Según Ordaya y Montero (2017) la productividad representa un aspecto el cual evalúa el rendimiento de las máquinas y de los operarios en un lapso de tiempo. Además, aclara que con respecto a un sistema o equipo dicha variable puede ser determinada por características técnicas.

Para Fajardo (1995) la productividad consiste en una relación entre el volumen de producción y los recursos utilizados por unidad de tiempo, lo cual determina un valor que ayuda a conocer la capacidad de producción de un sistema o equipo.

Así también, Prokopenko (1989) afirma que:

La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal, y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema (p. 3).

En tal sentido, de acuerdo a lo mencionado por los autores la productividad de un sistema trae consigo la consideración de aspectos tales como capacidad producción y tiempo; lo cual en perspectiva específica relacionado al sistema de ósmosis inversa se puede visualizar por las características técnicas y económicas observables.

En el sistema de ósmosis inversa una de los aspectos técnicos que podrían observarse podría relacionarse con la autonomía y la calidad de agua la cual suele ser producida, de tal manera que en conjunto podrían establecer valores finales con respecto a la productividad del sistema en sí.

Otro factor a tomar en cuenta tendría que ver con el ahorro económico y la rentabilidad en beneficio de la gestión del buque, lo que determina un factor

económico a ser medible para tomar decisiones oportunas en cuento el uso y mantenimiento respectivo.

Pueden comprenderse al concepto de productividad como una medida económica que calcula lo que se ha producido por cada factor utilizado (Sevilla, 2020), lo cual enfocado al sistema tendría que ver con diversas actividades relacionadas con el mantenimiento preventivo el cual suele aplicarse a bordo del buque.

Si bien es cierto, muchos otros factores podrían relacionarse con el sistema de ósmosis inversa, los mencionados pueden ser considerados con mayor relevancia, ya que representan criterios los cuales ayudan a establecer la capacidad productiva del sistema a bordo del buque de manera directa.

Figura 8

Sistema de ósmosis inversa



Nota. Características técnicas que pueden observarse en el sistema de ósmosis inversa son: Autonomía y la calidad de agua (<https://ingenieromarino.com/>)

2.2.2.1. Autonomía

Según Pellegrino, A. (1990), define a la autonomía como la facultad que posee un ente, sistema o máquina para gobernarse así mismo, manteniendo la seguridad en todo aspecto, sin depender de medios externos para el desarrollo del objetivo planteado.

Por otro lado, Ceballos (2011), afirma que la autonomía referida a las embarcaciones marítimas, es la capacidad que los buques tienen, el cual le permite transportarse a través del mar por largas distancias y tiempos, sin la necesidad de reabastecerse de las provisiones necesarias.

Bajo lo mencionado por ambos autores, y puntualizando en el sistema de ósmosis inversa la autonomía corresponde a observar las variables tiempo y cantidad con la cual el buque puede operar sin necesidad de depender del uso de la evaporadora o una fuente externa que provea agua.

Los buques que no realizan viajes largos, o no se encuentran en continua actividad, por lo general, suelen presentar un alto grado de dificultad para producir u obtener agua para el consumo de las máquinas e inclusive para usos comunes de la tripulación que la opera.

Los sistemas de ósmosis inversa implementados a bordo de los buques, suelen brindar la capacidad de que el buque pueda disponer de

agua sin tener la necesidad de recurrir a la evaporadora y la compra de agua dulce de una barcaza o chata, lo cual, permite cierta autonomía que dependería del correcto funcionamiento del sistema.

Si el sistema de ósmosis inversa es capaz de poder llenar los tanques de agua dulce a su máxima capacidad, el buque garantiza la autonomía para poder operar brindando a la tripulación la posibilidad de poder abastecer agua purificada en todo momento.

Por otra parte, una acción importante a considerar para garantizar la autonomía del buque respecto a la generación de agua purificada por el sistema de ósmosis, tiene que ver con el monitoreo del autoabastecimiento, ya que establecerá indicadores de la cantidad y la necesidad de agua para poder equilibrar el uso del sistema.

De esta manera, a través de una operación racional del sistema, se podría alargar la vida del mismo, lo cual trae beneficios integrales tanto en aspectos de funcionamiento, operatividad y economía, otorgando al buque el agua necesaria para que pueda operarse con normalidad, sin hacer uso de una fuente energética mayor como lo es en la evaporadora.

Figura 9
Evaporadora



Nota. La evaporadora necesita mayor poder calorífico para poder operar (<https://korean-machinery.com/tag/fresh-water-generator/>)

2.2.2.2. Factor económico

Según Retamozo (2015) las bondades para el uso competitivo del sistema de ósmosis inversa tienen que ver con el menor costo operativo, la mayor vida útil de los elementos filtrantes y el mantenimiento preventivo que no perjudica la performance de las membranas.

Así también, según García (2020):

Una vida útil más larga de la membrana significa cuatro cosas para la economía de una planta: Menor tiempo de inactividad de la planta, coste reducido del personal de mantenimiento, menores costes de reemplazo de membranas y menor coste de eliminación de las membranas usadas (párr. 4).

Bajo lo establecido, el sistema de ósmosis inversa es económico, en la cual bajo distintos factores que tienen que ver con el mantenimiento

adecuado se puede obtener beneficios económicos que mejoran la rentabilidad de la naviera.

Si bien es cierto, el punto de comparación a bordo del buque es con el uso de la evaporadora, el sistema de ósmosis suele ser un equipo sencillo en el cual monitorear principalmente los filtros y membranas permitirá que el sistema brinde ahorros constantes en base a los cambios de dichos componentes.

Por otra parte, para darle mantenimiento o ante una falla el ahorro pasaría por garantizar que el personal disponga de las capacitaciones idóneas para poder responder ante una avería o falla sin depender de un taller externo.

Para los buques que realizaban cabotaje en territorio peruano y solían comprar agua para poder abastecerse, Elcolobarrutia y Pajuelo (2019) realizan el siguiente análisis de costos y beneficios:

Costos de tonelada de agua	
Costo prom. por tonelada de agua en puerto	\$ 10
Costo prom. por tonelada en barcasas	\$ 20
Costo prom. por tonelada de agua	\$ 15
Consumo de agua en el buque	
Consumo promedio de agua por toneladas al mes	200 toneladas
Costo de instalación del sistema de ósmosis inversa	
Costo promedio del sistema de ósmosis inversa	\$ 30 000
Gastos de transporte, instalación, otros elementos y mano de obra	\$ 10 000
Total	\$ 40 000

Con el alcance establecido, se puede deducir que el costo de agua representa un gasto de 3000 dólares al mes, lo cual, con la compra del sistema y con una adecuada gestión del mantenimiento, el gasto recuperable sería en aproximadamente poco más de un año.

Es importante considerar que, en el litoral peruano, debido a la presencia de altos niveles de contaminación podría existir una frecuencia respecto al cambio de los filtros, los cuales deberían ser considerados bajo, pero que, a pesar de dicho gasto, el sistema resulta rentable.

Otro aspecto que impulsa el uso del sistema de ósmosis inversa no solo tiene que ver con el factor económico, sino que en el contexto marítimo peruano muchas veces los proveedores no se abastecen en el litoral para poder brindar tal servicio (Elcolobarrutia y Pajuelo, 2019).

En los buques mercantes peruanos los sistemas de osmosis inversa son de la marca PURE AQUA, INC. en su mayoría todos tienen dicho sistema ya que es más rentable implementar a bordo y así las compañías tendrían un ahorro significativo con respecto a este sistema.

La instalación del sistema osmosis inversa en el buque ayuda a generar un gran ahorro en el abastecimiento y producción de agua para así evitar gastos de agua en la estadía del puerto, garantizando el suministro de agua purificada al buque para distintos usos.

Además, los factores que fomentan una instalación del sistema de osmosis inversa en los buques mercantes son las siguientes:

- Altos costos por tonelada de agua en el puerto.
- La mala calidad del agua suministrada o disponibilidad del muelle.
- Pocos puntos de abastecimiento que existen en el litoral peruano.
- Poca disponibilidad de la evaporadora para generación de agua dulce en los buques.

El impacto económico referente a la instalación del sistema de osmosis inversa es muy buena y rentable para los buques que realizan cabotaje a nivel nacional ya que trae muchas ventajas como, por ejemplo:

- Rentabilidad: El sistema de ósmosis inversa es económicamente rentable ya que se puede determinar que el costo-beneficio entre comprar agua potable y recuperar el dinero invertido es beneficioso a corto plazo para la naviera asegurando el autoabastecimiento del buque en todo momento, sin generar pérdidas económicas alguna.
- Costos: A pesar del alto costo de los equipos que componen el sistema de osmosis inversa, tales como: membranas, filtros, bombas entre otras las cuales varían entre 2000 y 5000 dólares, implementar dicho sistema sigue siendo ventajoso para las compañías que realizan cabotaje en el Perú ya que al autoabastecer al buque reduce los gastos a la compañía.
- Ahorro: La principal ventaja del sistema es el ahorro económico por el costo del agua ya que, al tener un sistema de ósmosis inversa, el buque deja de comprar agua a las barcazas o puertos, por lo que hace que el

buque mantenga su autonomía respecto a la producción y generación de su misma agua (Elcolobarrutia y Pajuelo, 2019).

Ante lo expuesto, para un buque que se encuentra en condiciones en donde no se realizan navegaciones largas y frecuentan estar fondeados gran cantidad de días, el sistema de ósmosis inversa representa una alternativa económica, cuya rentabilidad y ahorros sería maximizado con una buena gestión del mantenimiento y monitoreo principalmente de filtros y membranas.

Figura 10

El sistema de ósmosis inversa un beneficio económico dentro de la gestión del buque



Nota. A través del uso del sistema de ósmosis inversa, las compañías podrían ahorrar dinero con respecto a la compra de agua, particularmente en buques que no realizan navegaciones largas y se vinculan al tráfico marítimo de cabotaje.

2.2.2.3. Calidad de agua

Con respecto a la calidad de agua que es producida por el sistema de ósmosis inversa a bordo de un buque es importante poner atención en el

tratamiento y el análisis respectivo que puede aplicarse a dicho recurso útil.

A lo largo de la historia se ha venido desarrollando diferentes sistemas para la desalinización del agua de mar, entre los cuales podemos mencionar la evaporadora y el sistema de ósmosis inversa, en los cuales el último mencionado es el más económico y eficaz para la producción de potabilizada.

Según Angulo y Centeno (2018), el sistema de ósmosis inversa produce una alta calidad de agua para el suministro a bordo, la cual es obtenida por la eliminación de la salmuera, bacterias, sustancias sólidas y sales minerales.

La OMS (2008), afirma que, para garantizar la alta calidad e inocuidad del agua, se deberá seguir un conjunto de protocolos y la realización de tratamientos preventivos, los cuales optimizarán la calidad del agua y evitará enfermedades, intoxicación y en caso extremo la muerte de la tripulación, causadas por: virus y bacterias, sustancias químicas, tóxicas y radioactivas.

Por consiguiente, es de suma importancia que los ingenieros de máquinas u operadores técnicos estén completamente familiarizados y capacitados para manejar los parámetros de medición para la calidad del agua a bordo, tales como:

-Escala del pH: Según Water boards (2021), el pH es el porcentaje de iones de hidrógeno contenido en el agua, el cual mediante su escala de 0 a 14, se puede medir la calidad del líquido por el nivel de acides o alcalinidad en el que se encuentre, tomando como referencia la medida 7, al cual se le denominó como pH neutro.

La escala del pH es muy importante a bordo de las embarcaciones, ya que al medir y conocer el parámetro en el que se encuentra, se podrá identificar si el agua tratada cumple con el valor aceptable para el consumo de la tripulación, el cual se encuentra entre 6.5 a 9.5. (Grupo Corsa 2019).

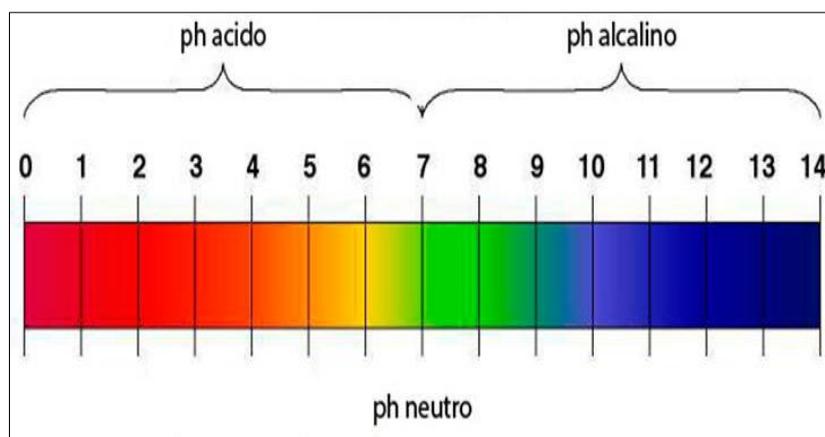
Ya que, si el agua tiene un pH menor de lo recomendable será más ácido, resultando contraproducente para la salud de la tripulación, además se podrá identificar si el sistema de ósmosis inversa usado para la producción de agua potable se encuentra funcionando de forma correcta o está presentando fallas.

En el caso que el operador o encargado de verificar los niveles de acides o alcalinidad en el agua, compruebe que el pH se encuentra bajo el 6.5 deberá informar al jefe de máquinas para realizar una inspección de la situación para encontrar la avería y solucionarlo, lo cual afectará la producción del agua, ya que tendrá que poner fuera de servicio el sistema. (OMS, 2012)

Por tal razón, para evitar o reducir las fallas y la baja producción del agua potable se deberá hacer mantenimientos preventivos al sistema de ósmosis inversa, en el cual se deberá verificar si los filtros, membranas, bombas de alta y baja presión se encuentren en óptimas condiciones

Figura 11

Ph acido vs. Ph alcalino



Nota. Escala del pH para medir la acidez o alcalinidad del agua.
(<https://www.experimentoscientificos.es/ph/escala-del-ph/>)

-Nivel de conductividad: Según Experimentos Científicos (2021), afirma que la conductividad es la facultad que desarrolla el agua a través de concentraciones de sales minerales disueltas, para transportar corriente eléctrica, el cual se mide a través de un conductímetro, y cuya unidad de medición es en Siemens por centímetros (uS/cm).

OMI (2012), menciona que este parámetro es sumamente relevante para verificar la re mineralización eficiente del agua tratada a bordo de las embarcaciones, el cual está relacionada directamente con la cantidad de residuos de sustancias sólidas, y a pesar que no se mencione en la guía para la calidad del agua de la OMI.

Cabe resaltar, que a través de este parámetro también se puede detectar posibles contaminaciones por la filtración del agua de mar al agua tratada, ya que el valor alto de conductividad que posee es sumamente mayor al de la conductividad del agua tratada a bordo, produciendo que la calidad del agua se pierda.

Por otro lado, el agua pura por la cantidad casi nula de las sales minerales disueltas no tiene la propiedad de conducir corriente eléctrica. En el siguiente cuadro se muestran las cantidades aproximadas de conductividad:

A. pura: 0.055 $\mu\text{S}/\text{cm}$
A. destilada: 0.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$
A. potable: 10055 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como máximo.
A. de mar: 52 mS/cm
(Experimentos científicos, 2021)

Figura 12

Conductímetro usado a bordo de los buques mercantes.



Nota. Conductímetro usado a bordo para medir la conductividad del agua.
(https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor)

-Temperatura: Este factor cumple también un rol importante en la medición de la calidad del agua tratada, que se deberá tener en cuenta, para medir y monitorearla, durante el proceso de la producción y el almacenamiento, cuya medición se realiza a través de un sensor integrado al sistema.

OMI (2012), afirma que debido al peligro de producción de bacterias por un nivel determinado de temperatura el cual oscila entre los 25°C y 50°C, los oficiales de máquinas u personal de guardia deberá verificar

constantemente su temperatura ideal para evitar la proliferación de bacterias, manteniéndola sobre los 50°C o bajo los 25°C.

Figura 13

Termómetro digital usado a bordo de los buques mercantes.



Nota. Termómetro digital para medir la temperatura del agua a bordo.
(http://www.fondear.org/infonautic/Equipo_y_Usos/Equipamiento)

2.3. Definiciones conceptuales

-Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa: Percepción sobre el conjunto de actividades programadas con el objetivo de prevenir fallas o averías en el sistema de ósmosis inversa, garantizando de esta manera la producción de purificada (agua técnica o potable) para uso exclusivo de la tripulación en el buque.

- Renovación de componentes de tratamiento: Actividades de mantenimiento relacionadas con los filtros (bolsa, cartuchos) y membranas, lo cual representan dos componentes importantes para purificar el agua a través del sistema.
- Overhaul de bombas: Mantenimiento general aplicado a la bomba de alta presión (bomba de émbolo), o a la bomba de baja (bomba de alimentación), con el objetivo de realizar una revisión integral de los diferentes componentes e intervalos programados antes que aparezca una falla o avería.
- Limpieza de los componentes de tablero de control: Actividades relacionadas con mantener los componentes eléctricos y mecánicos para monitorear, asimismo controlar el proceso del monitoreo de purificación del agua de mar.

-Productividad del sistema de ósmosis inversa: Percepción sobre la producción de agua purificada por parte del sistema tomando en cuenta factores tales como la autonomía, factor económico y la calidad del agua.

- Autonomía: Capacidad de autoabastecimiento de agua dulce utilizando el sistema de ósmosis inversa a bordo del buque.

- Factor económico: Conjunto de consideraciones respecto al costo y rentabilidad del sistema tomando en cuenta los gastos de cambios de renovación de los componentes de tratamiento (filtros y membranas) y otros.
- Calidad de agua: Análisis de alcalinidad, acidez, temperatura y conductividad aplicado al agua producto obtenido del sistema de ósmosis inversa.

Ver Anexo 3.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Formulación de la hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

H_i . Existe relación positiva y significativa entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

H_0 . No existe relación positiva y significativa entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

(Ver Anexo 4)

3.1.2. Hipótesis específicas

- Hipótesis específica 1

H₁. Existe relación positiva y significativa entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

H₀. No existe relación positiva y significativa entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

- Hipótesis específica 2

H₂. Existe relación positiva y significativa entre el overhaul de bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

H₀. No existe relación positiva y significativa entre el overhaul de bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

- Hipótesis específica 3

H₃. Existe relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

H₀. No existe relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

3.1.3. Variables

3.1.3.1. Variable de asociación: Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa

Dimensiones:

- Renovación de componentes de tratamiento.
- Overhaul de bombas.
- Limpieza de los componentes de tablero de control.

3.1.3.2. Variable de supervisión: Productividad del sistema de ósmosis inversa

Dimensiones:

- Autonomía.
- Factor económico.
- Calidad de agua.

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Diseño de la Investigación

En conformidad con las características de la investigación científica, tomando en consideración las posturas de Valderrama (2018) y Hernández et. al. (2014) con respecto al presente trabajo de investigación se establece que es de enfoque cuantitativo, tipo básica, nivel correlacional, diseño no experimental y de corte transversal.

Las investigaciones de enfoque cuantitativo se caracterizan por utilizar como herramienta de análisis de datos a la estadística, buscando probar teorías con base a la medición numérica observando variables en un conjunto de unidades de análisis. De esta manera, establece pautas de comportamiento respecto a un fenómeno o problema planteado (Hernández et al., 2014).

El presente estudio busca determinar la relación entre dos variables, con el fin de poder evidenciar relaciones probabilísticas entre la variable mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa (variable de asociación) y la variable productividad del sistema de ósmosis inversa (variable de supervisión) para lo cual es imprescindible el uso de la estadística para poder comprobar la hipótesis planteada. Bajo dicha característica el enfoque cuantitativo es concordante con el proceso.

Con respecto a los estudios de tipo básica Valderrama (2018) señala que se caracterizan por proveer resultados sin fines prácticos, los cuales solo buscan, ahonda el conocimiento científico sobre una línea de investigación con el fin ordenado y sistemático de mejorar condiciones a través de estudios de nivel aplicado.

Al generar conocimiento sobre una exámen de las relaciones probabilísticas que pueden existir entre las variables observadas, se genera conocimiento base con el fin de que en futuros estudios se amplíen trabajos de investigación que busquen determinar relaciones causales, los cuales en conjunto puedan brindar mayor evidencia científica con el fin de mejorar condiciones en beneficio de la población de estudio.

Sobre los estudios de alcance correlacional Hernández et. al (2014) señala lo siguiente:

Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en

una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro, o más variables (p. 93).

La orientación teórica sobre el alcance correlacional concuerda con el objetivo del presente trabajo de investigación, ya que se realiza un análisis bivariado que determina el grado de relación entre las variables, con el fin de determinar un patrón predecible que parte de las percepciones de las unidades de análisis quienes muestran apreciaciones sobre las variables mantenimiento preventivo y productividad del sistema de ósmosis inversa.

Sobre el diseño no experimental Valderrama (2018) señala:

En este diseño, la población muestral es observada en su ambiente natural y en su realidad. La tarea sustancial del investigador es la de observar los problemas para luego analizarlos en su ambiente natural y, así, describirlos o medir los niveles de correlación, o explicando las causas y efectos y, en otros casos, prediciendo algún problema que podría suceder en un futuro (p.178)

Con base a los procedimientos estratégicos para la recolección de los datos el presente trabajo de investigación se ciñe al diseño no experimental ya que las variables son medidas en una forma natural, con lo cual se pueda buscar establecer que una pueda depender de la otra, pero argumento científico.

En tal sentido, al no existir manipulación entre las variables, cuyo criterio es el que define al diseño no experimental, en análisis de los datos se realizan sin buscar que una variable dependa de la otra, lo cual es muy usual en los diseños experimentales.

Por otra parte, Hernández et. al. (2014) sostiene que con respecto al corte transversal o transeccional caracteriza a estudios cuyo proceso de medición de las variables se realizan en un solo evento. Dicha apreciación se corresponde con el presente estudio, ya que se realiza una medición por cada variable en las unidades de análisis. A continuación, se presenta el diagrama para los estudios correlacionales,

Donde:

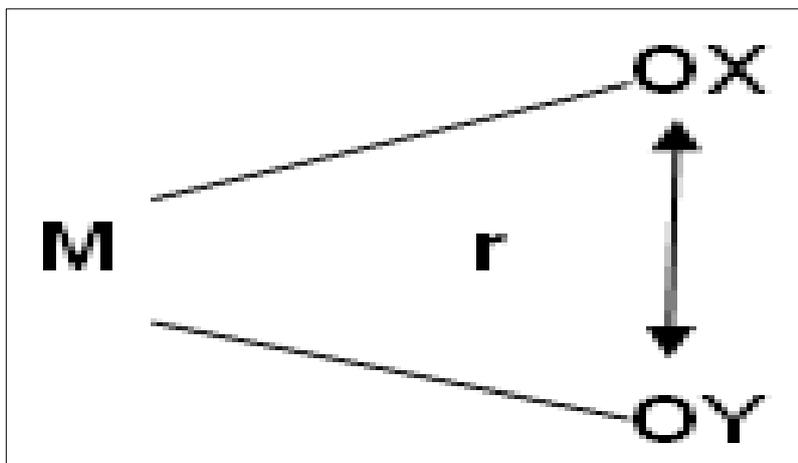
M = Muestra de estudio.

O_x = Observación de la variable de asociación.

O_y = Observación de la variable de supervisión.

r = Relación entre dichas variables.

Figura 14
Esquema correlacional



Nota. Los estudios correlacionales buscan determinar el nivel de relación que pueden existir entre dos variables observadas en una muestra de estudio (<https://www.monografias.com/>)

4.2. Población y muestra

4.2.1. Población

Según Hernández et. al. (2014) la población corresponde al conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones observables y que son de interés de los investigadores, los cuales son necesarias para cumplir con los objetivos de un estudio.

Respecto al presente trabajo de investigación, la población queda determinada por el conjunto de técnicos operadores del buque científico Humboldt, quienes tienen responsabilidades en cuanto al sistema de ósmosis inversa implementado en el buque, quienes en conjunto se encuentran conformados por 20 unidades de estudio.

4.2.2. Muestra

Hernández et. al. (2014) señala que la muestra es un subgrupo de la población, lo cual se determina cuando no es posible acceder a todos los casos que comprende la población de estudio para efectos de un trabajo investigativo.

Por otra parte, cuando se puede acceder a toda la población se aplica un censo. En tal sentido, para efectos del presente trabajo de investigación se eligen a todas las unidades de análisis que conforman la población de estudio, determinados mediante un muestreo no probabilístico censal.

Bajo dicha apreciación, la muestra del presente trabajo de investigación queda definida por 20 unidades de análisis sobre quienes se aplicarán los instrumentos de medición respectivos para poder obtener los datos finales que ayuden a responder a la pregunta de investigación.

Así mismo, con el fin de profundizar en el análisis, se seleccionaron a 8 unidades de información, quienes forman parte de la muestra a quienes se les aplicó entrevistas con el fin de obtener un alcance que ayude a establecer una teorización integral que complemente al análisis estadístico.

Tal muestra se define como un muestreo no probabilístico de casos tipo, que de acuerdo a la postura de Hernández et. al. (2014) se aplican cuando objetivo es enriquecer la información previa obtenida, aplicando criterios de profundidad y calidad de la información, dejando de lado a la cantidad o la estandarización, captando experiencias y significados sobre un fenómeno en particular.

4.3. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Definición operacional de la variable mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa.

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala y Valores	Niveles y Rangos
Renovación de componentes de tratamiento	-Filtros	1,2,3,4,	(5) Muy frecuentemente	Deficiente [15 – 35]
	-Membranas	5,	(4) Frecuentemente	Regular [36 – 56]
Overhaul de bombas	-Bomba de alta presión	6, 7, 8,	(3) Ocasionalmente	Eficiente
	-Bomba de baja o alimentación	9, 10,	(2) Raramente	
			(1) Nunca	[57 – 75]

Limpieza de los componentes del tablero de control	-Contactor -Visores -Manómetros	11, 12, 13, 14, 15.
--	---------------------------------------	---------------------------

Tabla 2.

Definición operacional de la variable productividad del sistema de ósmosis inversa.

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala y Valores	Niveles y Rangos
Autonomía	-Producción del sistema -Capacidad de los tanques -Monitoreo -Comparativa con la evaporadora	1,2,3,4, 5,	(5) Siempre (4) Casi siempre (3) A veces (2) Casi nunca (1) Nunca	Bajo [15 – 35] Medio [36 – 56] Alta 57 – 75]
Factor económico	-Costo -Gastos en base a filtros y membranas -Inversión -Rentabilidad	6, 7, 8, 9, 10,		
Calidad de agua	-Porcentaje de hidrógeno (Ph) -Nivel de conductividad -Temperatura	11, 12, 13, 14 y 15.		

4.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

4.4.1. Técnicas

Las técnicas utilizadas fueron la encuesta y la entrevista.

4.4.2. Instrumentos

-Respecto a la encuesta: Se utilizaron instrumentos de medición documentada en forma de escala para evaluar las variables mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa y productividad del sistema de ósmosis inversa.

a) Escala de medición sobre mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa (Ver Anexo 5): El instrumento fue estructurado a través de 15 reactivos considerando las dimensiones: Renovación de componentes de tratamiento, Overhaul de bombas y Limpieza de los componentes del tablero de control; los cuales fueron medidos utilizando la escala de Likert con los siguientes valores: Muy frecuentemente, Frecuentemente, Ocasionalmente, Raramente, y Nunca; asignándole los valores de 5, 4, 3, 2, y 1 respectivamente cuya baremación se plasma en la siguiente tabla.

Tabla 3.

Baremación de la variable mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa

Niveles	Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	Renovación de componentes de tratamiento	Overhaul de bombas	Limpieza de los componentes de tablero de control
Deficiente	15 - 35	5 - 12	5 - 12	5 - 12

Regular	36 - 56	13 - 20	13 - 20	13 - 20
Eficiente	57 - 75	21 - 25	21 - 25	21 - 25

El instrumento fue validado a través del juicio de 5 jueces expertos (Ver Anexo 6) y las propiedades métricas a través de la prueba de consistencia interna Alfa de Cronbach mediante la aplicación de una prueba piloto en 5 unidades de análisis de características similares a la muestra analizada, con lo cual se obtuvo un índice de 0.861 como se muestra en la tabla 4, calificando al instrumento de adecuada confiabilidad. (Ver Anexo 7).

Tabla 4.

Coefficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach para la escala de mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa.

Alfa de Cronbach	Número de elementos
0.861	15

b) Escala de medición sobre productividad del sistema de ósmosis inversa (Ver Anexo 8): El instrumento fue estructurado a través de 15 reactivos considerando las dimensiones: Autonomía, Factor económico y Calidad de agua; los cuales fueron medidos utilizando la escala de Likert con los siguientes valores: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, En desacuerdo, y Totalmente en desacuerdo; asignándole los valores de 5, 4, 3, 2, y 1 respectivamente cuya baremación se plasma en la siguiente tabla.

Tabla 5.*Baremación de la variable productividad del sistema de ósmosis inversa*

Niveles	Productividad del sistema de ósmosis inversa	Autonomía	Factor económico	Calidad de agua
Bajo	15 - 35	5 - 12	5 - 12	5 - 12
Medio	36 - 56	13 - 20	13 - 20	13 - 20
Alta	57 - 75	21 - 25	21 - 25	21 - 25

El instrumento fue validado a través del juicio de 5 jueces expertos (Ver Anexo 6) y las propiedades métricas a través de la prueba de consistencia interna Alfa de Cronbach mediante la aplicación de una prueba piloto en 5 unidades de análisis de características similares a la muestra analizada, con lo cual se obtuvo un índice de 0.912 como se muestra en la tabla 6, calificando al instrumento de muy satisfactoria confiabilidad. (Ver Anexo 7).

Tabla 6.*Coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach para la escala de productividad del sistema de ósmosis inversa.*

Alfa de Cronbach	Número de elementos
0.912	15

-Respecto a la entrevista: Hernández et. al (2014) señala que el instrumento en la aplicación de una entrevista son los investigadores, ya que forman parte del medio físico por el cual se recaba la información y quienes la interpretan. La información fue recopilada con la ayuda de una guía de entrevista (Ver Anexo 9) para obtener información de rasgos cualitativos que permita un análisis de mayor profundidad respecto a la problemática planteada.

Tabla 7.

Tipo de información, técnicas, instrumentos y herramientas de recolección de datos.

Tipo de información	Técnicas	Instrumentos	Herramientas
Información primaria	Encuesta	Escalas de medición	-
	Entrevista	Investigadores	Guía de entrevista

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos

Los datos obtenidos de las encuestas fueron codificadas y tabuladas utilizando el programa Microsoft Excel, para luego en forma de matriz ser trasladado al programa SPSS versión 26 (Statistical Package for the Social Sciences), para posteriormente realizar el análisis correspondiente con el objetivo de investigación y el nivel investigativo, y responder realizar el análisis estadístico descriptivo e inferencial que responda a la verificación de las hipótesis planteadas.

Para la estadística descriptiva se realizaron los cortes respectivos en concordancia con los niveles y rangos determinados para plasmar las variables en función frecuencias y porcentajes, lo cual es coherente con una variable medida en escala ordinal. Asimismo, se establecieron los gráficos de barra que es donde mejor se visualizan variables cualitativas ordinales.

Posteriormente, para la comprobación de las hipótesis se utilizó el test estadístico de Tau “b” de Kendall, lo cual es coherente tomando en cuenta el tipo, nivel, diseño y características de las variables analizadas (relación de dos variables cualitativas ordinales).

De acuerdo con las baremaciones establecidas para los valores de correlación se establecen que van de -1 a +1 como se muestra en la tabla. El signo del coeficiente indica la dirección de la relación y el valor absoluto del coeficiente indica la fuerza de la relación entre las variables estudiadas en la muestra específica.

Tabla 8.
Interpretación de Coeficiente de Correlación

Valores	Interpretación
De -0.91 a -1	Correlación muy alta
De -0.71 a -0.90	Correlación alta
De -0.41 a -0.70	Correlación moderada
De -0.21 a -0.40	Correlación baja
De 0 a -0.20	Correlación prácticamente nula
De 0 a 0.20	Correlación prácticamente nula
De 0.21 a 0.40	Correlación baja
De 0.41 a 0.70	Correlación moderada
De 0.71 a 0.90	Correlación alta
De 0.91 a 1	Correlación muy alta

Por último, con la información proveniente de las entrevistas, se realizó tablas de contingencia con el fin de visualizar las ideas o categorías emergentes con los cuales se realizó la teorización final con base a los cuestionamientos que se pueden visualizar en la guía de entrevista.

Cabe resaltar que para el análisis cualitativo en donde se pudieron extraer las ideas finales para establecer la teorización respectiva se hizo uso del programa de análisis cualitativo QDA Miner, lo cual permitió mayor facilidad para poder analizar e interpretar las entrevistas correspondientes.

4.6. Aspectos éticos

Conforme a los principios éticos con base a la protección de datos y el anonimato de cada uno de los entrevistados se aplicaron consentimientos informados tanto para la aplicación de encuestas y entrevistas respectivamente. De esta manera se informó a las unidades de análisis e información sobre los objetivos que pretende el estudio y el uso de los datos e información solicitada (Ver Anexo 10 y 11).

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Análisis estadístico descriptivo

5.1.1. Variable mantenimiento del sistema de ósmosis inversa

De acuerdo con los datos obtenidos de la muestra encuestada, tal como se muestra en la tabla 9 y figura 15; el 65.0 % que representa a un total de 13 técnicos operadores percibe el mantenimiento del sistema de ósmosis inversa a un nivel regular, un 20.0 % que representa a 4 técnicos operadores lo percibe a un nivel deficiente, y un 15.0 % que representa a 3 técnicos operadores lo percibe a un nivel eficiente.

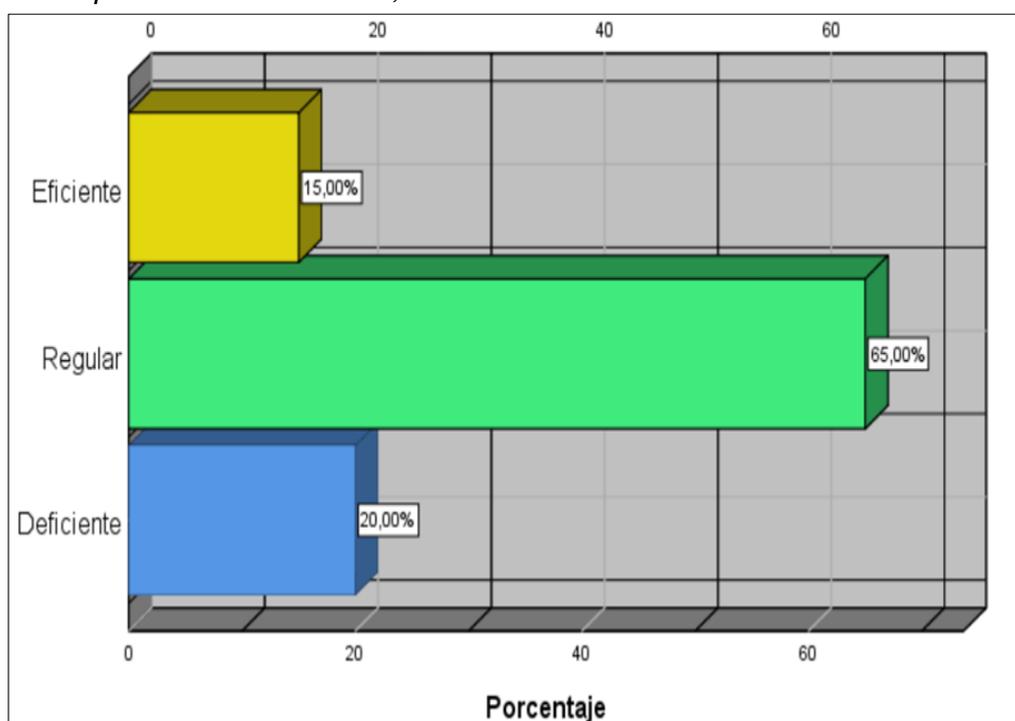
Tabla 9.

Distribución de frecuencias y porcentajes por niveles de la variable mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa

Niveles	N	%
Deficiente	4	20.0
Regular	13	65.0
Eficiente	3	15.0
Total	20	100.0

Figura 15

Distribución porcentual por niveles de la variable mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa según la percepción de técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020



5.1.1.1. Dimensión renovación de componentes de tratamiento

De acuerdo con los datos obtenidos de la muestra encuestada, tal y como se muestra en la tabla 10 y figura 16; el 65.0 % que representa a un total de 13 técnicos operadores percibe la renovación de componentes de tratamiento a un nivel regular, un 25.0 % que representa a 5 técnicos operadores lo percibe a un nivel deficiente, y un

10.0 % que representa a 2 técnicos operadores lo percibe a un nivel eficiente.

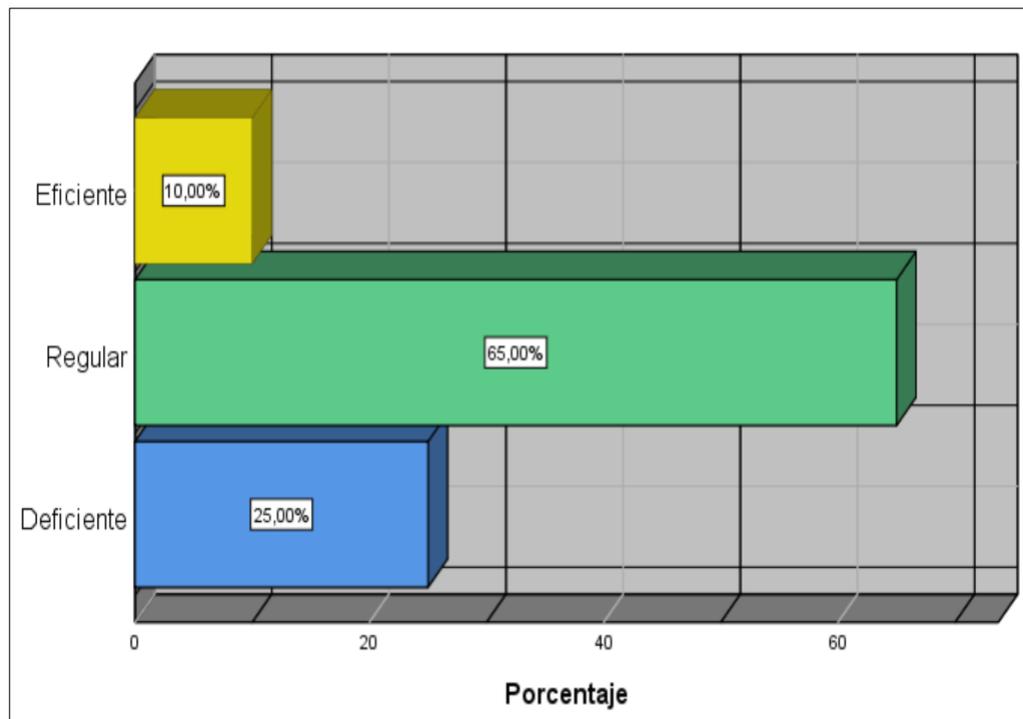
Tabla 10

Distribución de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión renovación de componentes de tratamiento

Niveles	N	%
Deficiente	5	25.0
Regular	13	65.0
Eficiente	2	10.0
Total	20	100.0

Figura 16

Distribución porcentual por niveles de la dimensión renovación de componentes de tratamiento según la percepción de técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020



5.1.1.2. Dimensión overhaul de bombas

De acuerdo con los datos obtenidos de la muestra encuestada, tal y como se muestra en la tabla 11 y figura 17; el 75.0 % que representa a un total de 15 técnicos operadores percibe el overhaul de bombas a nivel

regular, un 20.0 % que representa a 4 técnicos operadores lo percibe a un nivel deficiente, y un 5.0 % que representa a 1 técnico operador lo percibe a un nivel eficiente.

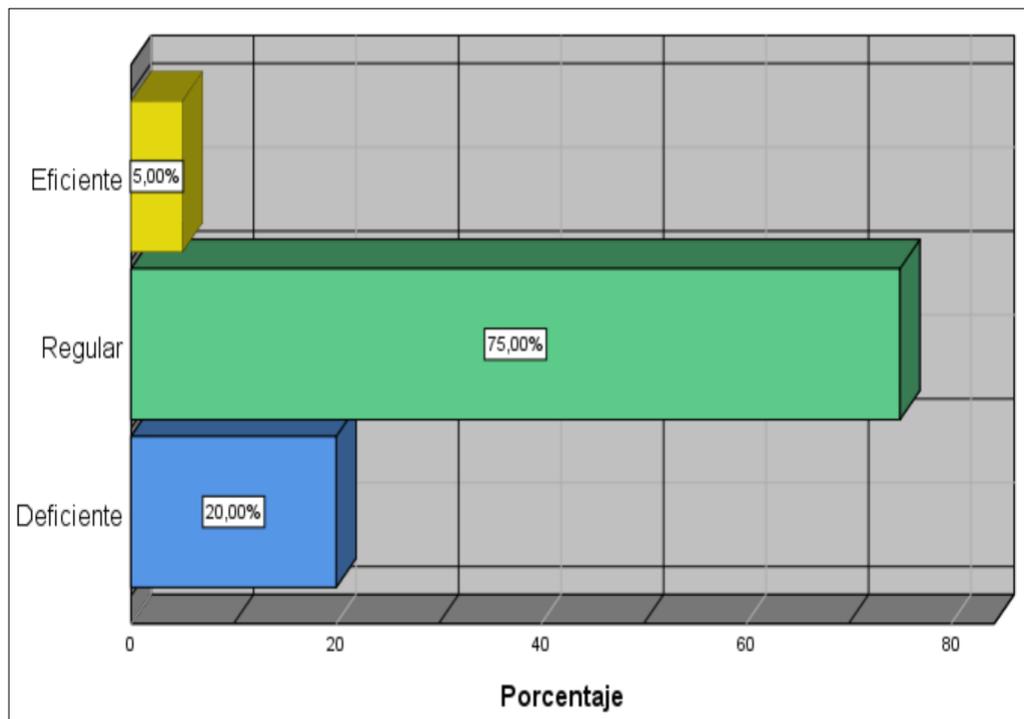
Tabla 11

Distribución de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión overhaul de bombas

Niveles	N	%
Deficiente	4	20.0
Regular	15	75.0
Eficiente	1	5.0
Total	20	100.0

Figura 17

Distribución porcentual por niveles de la dimensión overhaul de bombas según la percepción de los técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020



5.1.1.3. Dimensión limpieza de los componentes de tablero de control

De acuerdo con los datos obtenidos de la muestra encuestada, tal y como se muestra en la tabla 12 y figura 18; el 55.0 % que representa a un total de 11 técnicos operadores percibe la limpieza de los componentes de tablero de control a nivel regular, un 25.0 % que representa a 5 técnicos operadores lo percibe a un nivel deficiente, y un 20.0 % que representa a 4 técnicos operadores lo percibe a un nivel eficiente.

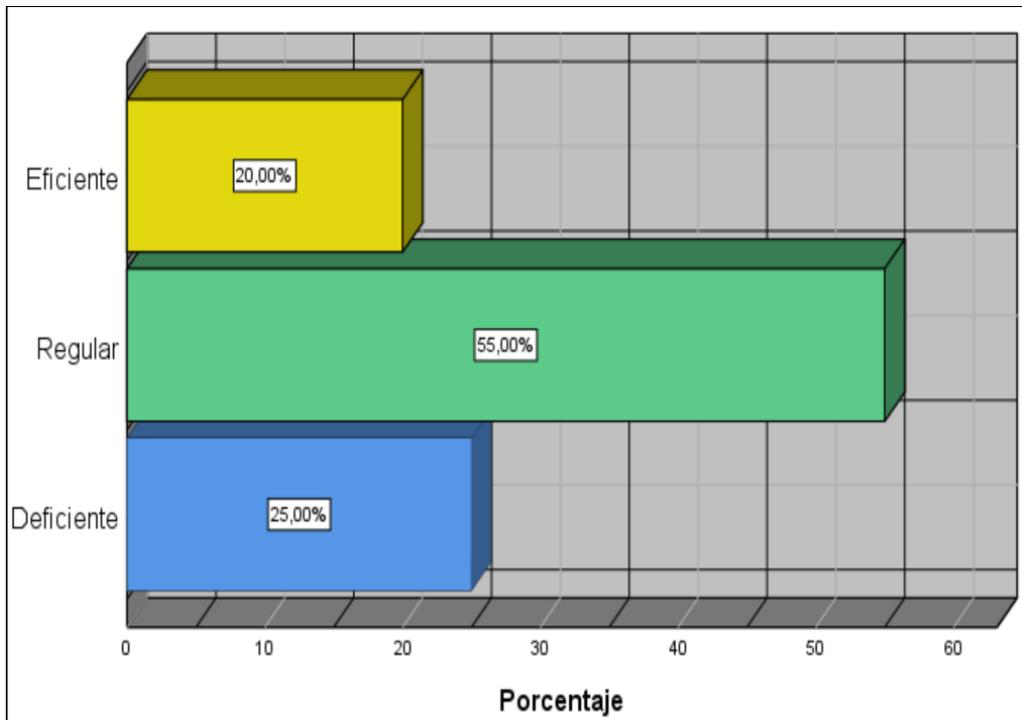
Tabla 12

Distribución de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión limpieza de los componentes de tablero de control

Niveles	N	%
Deficiente	5	25.0
Regular	11	55.0
Eficiente	4	20.0
Total	20	100.0

Figura 18

Distribución porcentual por niveles de la dimensión limpieza de los componentes de tablero de control según la percepción de los técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020



5.1.2. Variable productividad del sistema de ósmosis inversa

De acuerdo con los datos obtenidos de la muestra encuestada, tal como se muestra en la tabla 13 y figura 19; el 50.0 % que representa a un total de 10 técnicos operadores percibe la productividad del sistema de ósmosis inversa a nivel medio, un 25.0 % que representa a 5 técnicos operadores la percibe en un nivel alto, y un 25.0 % que representa a 5 técnicos operadores la percibe en un nivel bajo.

Tabla 13

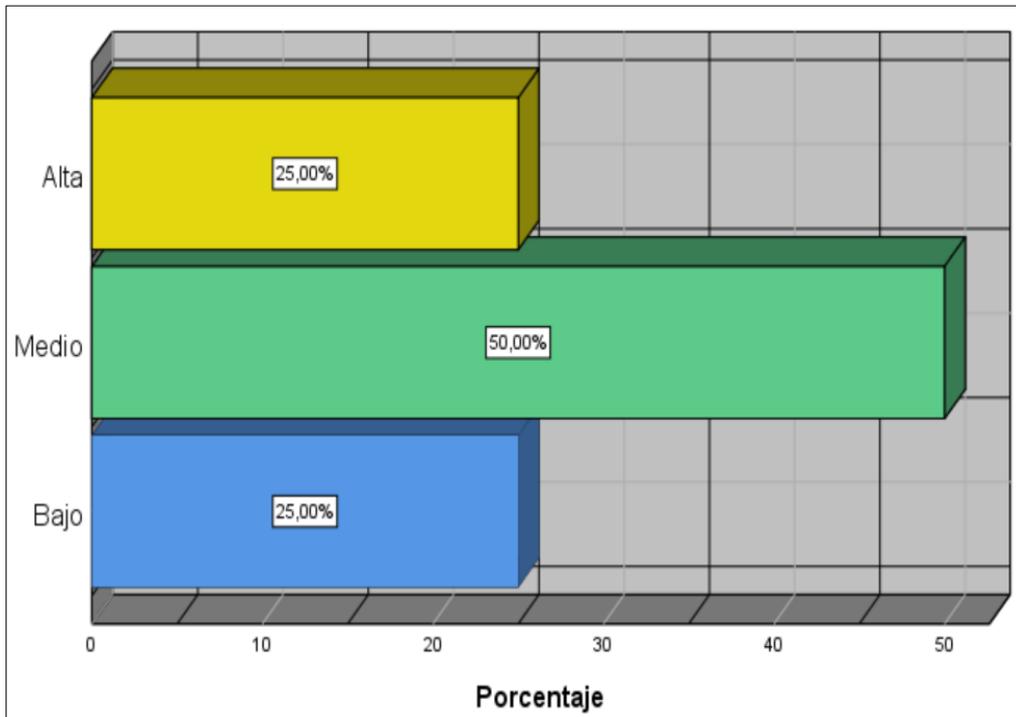
Distribución de frecuencias y porcentajes por niveles de la variable productividad del sistema de ósmosis inversa

Niveles	N	%
Bajo	5	25.0
Medio	10	50.0

Alta	5	25.0
Total	20	100.0

Figura 19

Distribución porcentual por niveles de la variable productividad del sistema de ósmosis inversa según la percepción de los técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020



5.1.2.1. Dimensión autonomía

De acuerdo con los datos obtenidos de la muestra encuestada, tal y como se muestra en la tabla 14 y figura 20; el 60.0 % que representa a un total de 12 técnicos operadores percibe la autonomía en nivel medio, un 25.0 % que representa a 5 técnicos operadores lo percibe en un nivel bajo, y un 15.0 % que representa a 3 técnicos operadores lo percibe en un nivel alto.

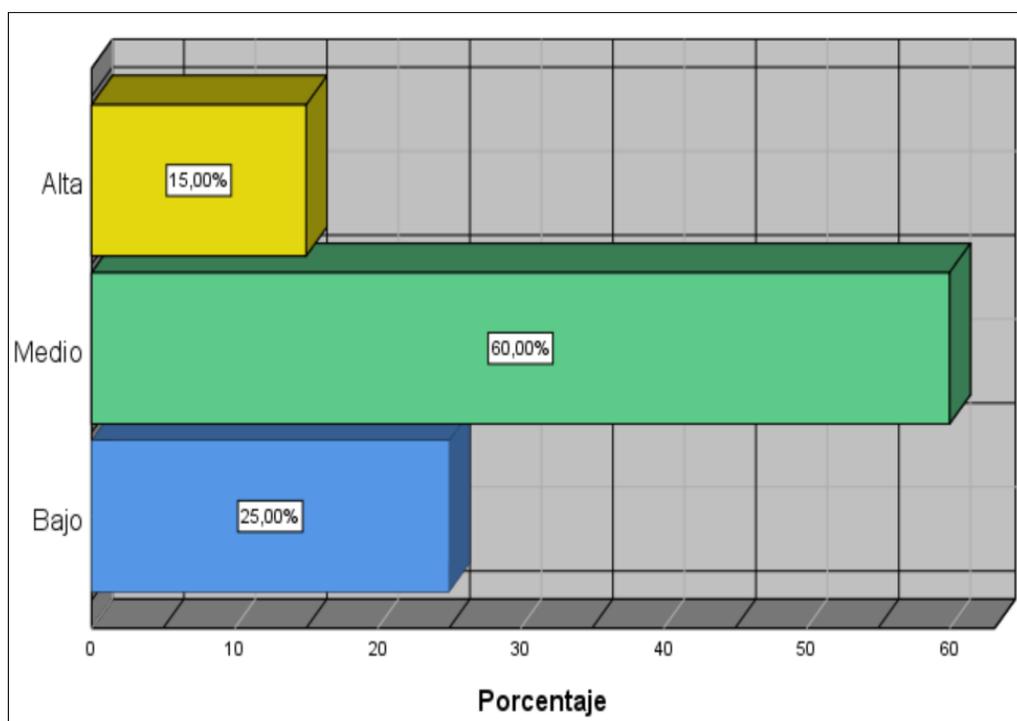
Tabla 14

Distribución de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión autonomía

Niveles	N	%
Bajo	5	25.0
Medio	12	60.0
Alta	3	15.0
Total	20	100.0

Figura 20

Distribución porcentual por niveles de la dimensión autonomía según la percepción de los técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020



5.1.2.2. Dimensión factor económico

De acuerdo con los datos obtenidos de la muestra encuestada, tal y como se muestra en la tabla 15 y figura 21; el 60.0 % que representa a un total de 12 técnicos operadores percibe el factor económico a nivel medio, un 25.0 % que representa a 5 técnicos operadores lo percibe a

un nivel bajo, y un 15.0 % que representa a 3 técnicos operadores lo percibe a un nivel alto.

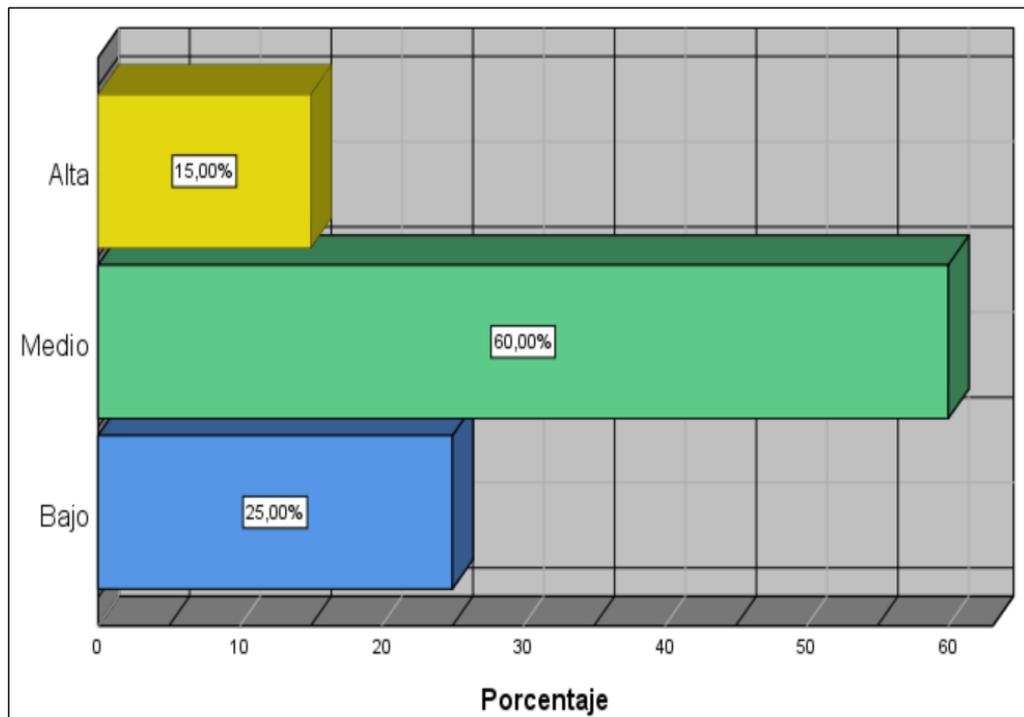
Tabla 15

Distribución de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión factor económico

Niveles	N	%
Bajo	5	25.0
Medio	12	60.0
Alta	3	15.0
Total	20	100.0

Figura 21

Distribución porcentual por niveles de la dimensión factor económico según la percepción de los técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.



5.1.2.3. Dimensión calidad de agua

De acuerdo con los datos obtenidos de la muestra encuestada, tal y como se muestra en la tabla 16 y figura 22; el 45.0 % que representa a un total de 9 técnicos operadores percibe la calidad de agua a nivel

medio, un 35.0 % que representa a 7 técnicos operadores lo percibe en un nivel bajo, y un 20.0 % que representa a 4 técnicos operadores lo percibe en un nivel alto.

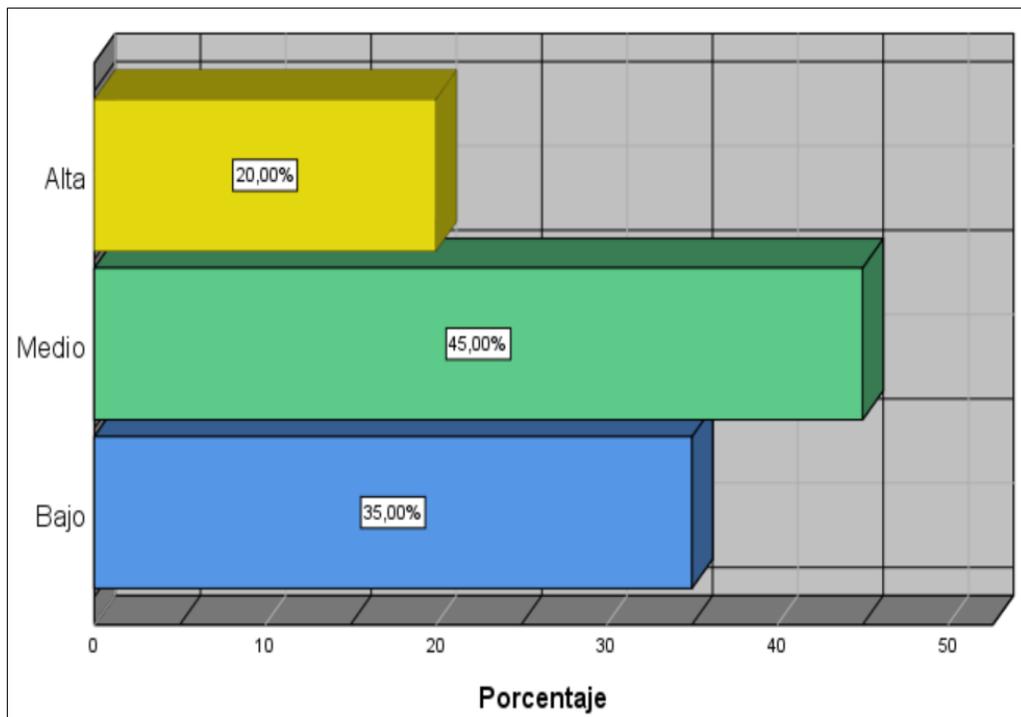
Tabla 16

Distribución de frecuencias y porcentajes por niveles de la dimensión calidad de agua

Niveles	N	%
Bajo	7	35.0
Medio	9	45.0
Alta	4	20.0
Total	20	100.0

Figura 22

Distribución porcentual por niveles de la dimensión calidad de agua según la percepción de los técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020



5.2. Análisis estadístico inferencial

5.2.1. Prueba de Hipótesis General

-Hipótesis general:

H_i . Existe relación positiva y significativa entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

H_0 . No existe relación positiva y significativa entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

-Nivel de confianza: 95 % ($\alpha = 0.05$)

-Regla de decisión:

- Si $p < \alpha$; se rechaza la hipótesis nula
- Si $p \geq \alpha$; se acepta la hipótesis nula

-Descripción del grado de relación entre variables: Según la tabla 17 los resultados del análisis estadístico dan cuenta de un valor del coeficiente de correlación "Tau b" de 0.106 entre las variables. Este grado de correlación indica que la relación entre las variables es positiva y tiene un nivel de correlación prácticamente nula.

-Decisión estadística: Así también la significancia de $p = 0.613$ muestra que p es mayor a 0.05, lo que permite señalar que la relación no es significativa, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

En consecuencia, se interpreta que: No existe relación positiva y significativa entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

Tabla 17

Prueba Tau b de Kendall entre mantenimiento preventivo y productividad del sistema de ósmosis inversa.

Correlaciones		Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	Productividad del sistema de ósmosis inversa
Tau b de Kendall	Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	Coficiente de correlación	,106**
		Sig. (bilateral)	,613
		N	20
	Productividad del sistema de ósmosis inversa	Coficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,613
		N	20

5.2.2. Prueba de Hipótesis Específicas

-Hipótesis específica 1:

H₁. Existe relación positiva y significativa entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

H₀. No existe relación positiva y significativa entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

-Nivel de confianza: 95 % ($\alpha = 0.05$)

-Regla de decisión:

- Si $p < \alpha$; se rechaza la hipótesis nula
- Si $p \geq \alpha$; se acepta la hipótesis nula

-Descripción del grado de relación entre variables: Según la tabla 18 los resultados del análisis estadístico dan cuenta de un valor del coeficiente de correlación "Tau b" de -0.116 entre las variables. Este grado de correlación indica que la relación entre las variables es negativa y tiene un nivel de correlación prácticamente nula.

-Decisión estadística: Así también la significancia de $p = 0.583$ muestra que

p es mayor a 0.05, lo que permite señalar que la relación no es significativa, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

En consecuencia, se interpreta que: No existe relación positiva y significativa entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

Tabla 18

Prueba Tau b de Kendall entre renovación de componentes de tratamiento y productividad del sistema de ósmosis inversa

Correlaciones		Componentes de tratamiento	Productividad del sistema de ósmosis inversa
Tau b de Kendall	Renovación de componentes de tratamiento	Coeficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	-,116**
		N	,583
Productividad del sistema de ósmosis inversa	Productividad del sistema de ósmosis inversa	Coeficiente de correlación	20
		Sig. (bilateral)	-,116**
		N	,583
			20

-Hipótesis específica 2:

H₂. Existe relación positiva y significativa entre el overhaul de bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

H₀. No existe relación positiva y significativa entre el overhaul de bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

-Nivel de confianza: 95 % ($\alpha = 0.05$)

-Regla de decisión:

- Si $\rho < \alpha$; se rechaza la hipótesis nula
- Si $\rho \geq \alpha$; se acepta la hipótesis nula

-Descripción del grado de relación entre variables: Según la tabla 19 los resultados del análisis estadístico dan cuenta de un valor del coeficiente de correlación "Tau b" de 0.000 entre las variables. Este grado de correlación indica que la relación entre las variables es positiva y tiene un nivel de correlación prácticamente nula.

-Decisión estadística: Así también la significancia de $p = 1.000$ muestra que ρ es mayor a 0.05, lo que permite señalar que la relación no es significativa, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

En consecuencia, se interpreta que: No existe relación positiva y significativa entre el overhaul de bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

Tabla 19

Prueba Tau b de Kendall entre overhaul de bombas y productividad del sistema de ósmosis inversa

Correlaciones		Overhaul de bombas	Productividad del sistema de ósmosis inversa
Tau b de Kendall	Coefficiente de correlación	1,000	,000**
	Overhaul de bombas		
	Sig. (bilateral)		1,000
	N	20	20
Productividad del sistema de ósmosis inversa	Coefficiente de correlación	,000**	1,000
	Productividad del sistema de ósmosis inversa		
	Sig. (bilateral)	1,000	.
	N	20	20

-Hipótesis específica 3:

H₃. Existe relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

H₀. No existe relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

-Nivel de confianza: 95 % ($\alpha = 0.05$)

-Regla de decisión:

- Si $p < \alpha$; se rechaza la hipótesis nula
- Si $p \geq \alpha$; se acepta la hipótesis nula

-Descripción del grado de relación entre variables: Según la tabla 20 los resultados del análisis estadístico dan cuenta de un valor del coeficiente de correlación "Tau b" de 0.090 entre las variables. Este grado de correlación indica que la relación entre las variables es positiva y tiene un nivel moderado de correlación.

-Decisión estadística: Así también la significancia de $p = 0.664$ muestra que p es mayor a 0.05, lo que permite señalar que la relación no es significativa, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

En consecuencia, se interpreta que: No existe relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

Tabla 20

Prueba Tau b de Kendall entre limpieza de los componentes de tablero de control y productividad del sistema de ósmosis inversa

Correlaciones		Limpieza de los componentes de tablero de control	Productividad del sistema de ósmosis inversa	
Tau b de Kendall	Limpieza de los componentes de tablero de control	Coeficiente de correlación	1,000	
		Sig. (bilateral)	,090**	
		N	20	
	Productividad del sistema de ósmosis inversa	Coeficiente de correlación	,090**	1,000
		Sig. (bilateral)	,664	.
		N	20	20

5.3. Análisis cualitativo

5.3.1. Teorización

Al observar los resultados obtenidos de las entrevistas aplicadas (Ver Anexo 12) se lograron extraer categorías emergentes con lo cual se pudieron realizar síntesis conceptuales en base al mantenimiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa a bordo del buque.

Luego de cotejar las opiniones de las 8 unidades de información (técnicos operadores) respecto a las preguntas planteadas se puede destacar lo siguiente:

-Con respecto a la gestión del mantenimiento que debido al diseño de la planta no se puede realizar un mantenimiento adecuado ya que no suele contarse con un filtro multimedia para un adecuado filtrado. La presente situación determina una falta de conocimiento técnico base sobre el funcionamiento del sistema de tal manera que se garantice la operatividad minimizando afectaciones a la calidad del agua y en aspectos económicos. Ante dicho panorama negativo recae la responsabilidad en el departamento de logística de IMARPE.

-Los entrevistados consideran que, si sería importante contar con un programa de mantenimiento, en el cual se establezcan los pasos claros a seguir, los repuestos en stock, el requerimiento de los mismos y las tareas programadas para la producción de agua purificada a bordo del buque, lo cual hasta el momento no se considera. Dicho panorama representaría un

aspecto importante a tomar en cuenta, ya que si bien es cierto el sistema de ósmosis inversa se considera un equipo sencillo, es importante que se provean instrucciones para garantizar la operatividad de acuerdo con las instrucciones que pueda proveer el fabricante o expertos en el sistema.

-Se pudo conocer que en el mantenimiento que se aplica al sistema de ósmosis inversa siempre se suele contar con un taller externo, por lo que los técnicos operadores muchas veces terminan realizando labores de ayudante y supervisión, lo que determina una situación en la cual se haría uso mal del recurso humano, el cual con formación y capacitación podrían realizar dichas labores considerando el número que lo conforman. Dicha disposición también recae sobre lo que establece IMARPE.

-Considerando que el mar peruano suele estar contaminado se realizó la pregunta sobre cada cuánto tiempo se renovaban los componentes de tratamiento tales como filtros y membranas a lo que los entrevistados señalaron que no existe un tiempo exacto. Por ejemplo, con respecto al filtro bolsa se suelen cambiar a los 4 días y los de cartucho según indique el manómetro un desfase. Además, se pudo conocer que cuando el buque está cerca a costas los filtros suelen cambiarse con mayor frecuencia, mientras que cuando se encuentra mar adentro de las 30 millas la frecuencia de cambios de filtros disminuye sustancialmente. Cabe resaltar que algunos de los operarios desconocían los filtros que utilizan el sistema.

-Con respecto a la consulta de los filtros muchos de los operarios brindaron alcances mediante los cuales se pudo saber que desconocen los componentes más importantes que posee el sistema. Sin embargo, entre

algunos de los más experimentados pudieron sostener que el sistema cuenta con un filtro metálico, filtro de bolsa y el filtro de cartucho.

-Entre los operarios más experimentados coincidieron en que la instalación de sensor de temperatura ayudará a que el motor no se pueda fundir, ya que ha habido situaciones en la cuales dicho caso ha sido un problema al quedarse sin aceite, repercutiendo económicamente en costos de reparación lo cual con una adecuada gestión que involucre el uso de componentes importantes que un sistema de ósmosis debe poseer no traería tal consecuencia. Sobre dicho cuestionamiento, otros técnicos operadores no tuvieron la más mínima idea al respecto.

-Uno de los entrevistados pudo brindar información que la presión de trabajo del filtro de cartucho de 3 bares se puede observar en los manómetros de entrada y salida, mientras que por ejemplo las membranas trabajan a una presión de 50 bares. Por otra parte, el resto de técnicos operadores desconocían la presión de trabajo de los filtros.

-Se conoció por dos técnicos operadores que las normas NEMA que se cumple son las 4x, ya que en el tablero se cuenta con un aislamiento que busca evitar el ingreso de polvo, humedad y otras partículas sólidas y/o líquidas, evitando la corrosión de los diferentes componentes eléctricos que posee el control.

-Los operarios no conocen el manual del sistema de ósmosis inversa, ya que argumentan que lo que saben es por las explicaciones que el taller brinda o simplemente por los trabajos que se realizan cuando existe alguna falla o avería. Para muchos de ellos el manual es engorroso, y sostiene que debería haber capacitaciones o que un experto pueda hacer un manual

más comprensible al existente. Así también, el manual se presente en inglés y muchos de los técnicos operadores señalaron poseer un nivel de inglés limitado.

-En muchas ocasiones se ha tenido problemas con la producción del agua debido a que no se cuenta con un filtro multimedia lo cual produce un desgaste mayor y rápido de las membranas, por lo que el sistema simplemente tiende a pararse. Dicha situación determina un conocimiento no acorde con los elementos críticos del sistema para garantizar un adecuado funcionamiento, generando gastos que pudieran evitarse con una gestión estratégica con respecto al sistema.

-La producción del agua depende del estado de los filtros, sin embargo, se pudo conocer que la producción del agua en galones es de 1.5 GPM, lo que en promedio representa una producción de 8 a 9 toneladas de agua al día según distintas condiciones. Así también se conoció que el consumo de agua por día navegado a bordo del buque es de entre 6 y 7 toneladas.

-No se ha hecho un estudio sobre los factores económicos con respecto al sistema de osmosis inversa. Los entrevistados manifestaron que existe una demanda muy frecuente en los cambios de los filtros pero que, a pesar de ello, el sistema podría ser rentable que a comprar agua tanto en barcasas o en puerto. Sostienen que sería interesante realizar un estudio de los factores económicos para poder establecer un indicador claro de los gastos que se realizan y como se puede mejorar.

-No se realiza la prueba de pH por lo que solo se monitorea con el conductímetro para garantizar que se cumplan con las PPM para el consumo humano.

Con base a la información recopilada se pudo comprender que uno de las falencias con respecto a la problemática tiene que ver con una adecuada formación y capacitación con respecto al sistema de ósmosis a bordo del buque en los técnicos operadores, ya que algunos pocos poseen apreciaciones coherentes, mientras que la gran mayoría posee ideas vagamente no muy acertadas con respecto al mantenimiento y la operatividad del sistema.

Por último, los aspectos negativos que se pueden evidenciar como parte de las entrevistas realizadas brindan oportunidades de mejora los cuales pueden ayudar sustancialmente a que el área o dirección encargada de IMARPE pueda tomar en cuenta para mejorar la gestión del mantenimiento con respecto al sistema de ósmosis inversa, considerando el factor económico, la formación del personal y las garantías de mantener al buque con una autonomía adecuada con respecto al agua purificada que se pueda generar.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación permitieron aceptar la hipótesis general nula planteada por lo que se afirma que no existe relación positiva y significativa entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.

En el presenta trabajo de investigación se buscó determinar la relación probabilística entre el mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa y la productividad del mismo tomando como referencia las apreciaciones u opiniones de los técnicos operadores, quienes según las responsabilidades otorgadas respecto al mantenimiento y la operatividad interactúan con el sistema.

El método general del proceso investigativo utilizado fue el hipotético deductivo, el cual con base a la teoría establecida por cada variable permitió responder de manera tentativa a la pregunta de investigación, para luego recabar los datos necesarios para poder verificar las posibles relaciones de acuerdo con el propósito establecido.

Con respecto a la validez interna se puede establecer que la metodología que caracteriza al diseño no experimental y el alcance correlacional brinda las herramientas necesarias para poder verificar las relaciones, lo cual se realizó con base a la medición numérica y el análisis estadístico producto de los datos obtenidos de la muestra de estudio.

Los instrumentos de medición documentada utilizados fueron escalas de Likert, lo cual permite cuantificar las percepciones de los técnicos operadores para poder realizar las correlaciones con base a los valores finales producto de la codificación y cortes en relación con los niveles y rangos establecidos. Así también, tomando consideración la naturaleza de la medición de las variables se aplicó la prueba estadística de Tau b de Kendall. Dichas estrategias fueron coherentes con el propósito de estudio.

Cabe resaltar que las encuestas fueron validadas tanto cualitativa como cuantitativamente, lo que determinó criterios para aceptar que los resultados son válidos y confiables. Así mismo, con la intención de poder ampliar la información con respecto al fenómeno que caracteriza el planteamiento del problema se aplicaron entrevistas lo cual otorga una perspectiva teórica que complementa al análisis

estadístico. En efecto, se puede establecer que los resultados y conclusiones son válidos y confiables.

Con respecto a la validez externa, se puede establecer que los resultados no pueden ser generalizados a otros contextos, ya que el análisis se realiza tomando en consideración el contexto específico representado por el buque científico Humboldt, el cual realiza navegaciones dentro de la jurisdicción marítima peruana, realizando estudios sobre los recursos pelágicos del medio marino. Por otra parte, los hallazgos del presente estudio pueden servir como una referencia comparativa de teorías en relación con la línea de investigación y propósitos afines a la problemática de estudio.

Con respecto a los resultados de Elcolobarrutia y Pajuelo (2019) no existen similitudes con respecto al nivel investigativo ya que fue desarrollado dentro de un nivel exploratorio. Los autores señalaron que implementar el sistema de ósmosis inversa en buque que realiza cabotaje en el Perú resulta económico a diferencia de buscar el abastecimiento de chatas o en instalaciones portuarias, lo cual se reafirma con el presente estudio, pero que sin embargo, considerando la condiciones de contaminación en la cual se encuentra el mar de Perú genera una afectación a los componentes de tratamiento tales como filtros y membranas, lo que determina que se suela cambiar periódicamente.

Respecto al trabajo de Angulo y Centeno (2018) se encontraron similitudes con respecto al nivel relacional de investigación. Los autores evalúan variables tales como nivel de conocimiento y operación de la planta de ósmosis inversa en egresados de

ENAMM de la promoción XLIII tomando una población de 24 unidades de estudio, número similar al del presente trabajo de investigación (20). Determinaron la existencia de una relación entre las variables observadas mientras que en el presente estudio no se pudo evidenciar que a un mayor mantenimiento la productividad del sistema sería garantizada.

Con el estudio realizado por Leyva (2017) caracterizado como de enfoque cualitativo a diferencia del enfoque cuantitativo en el cual se desarrolló el presente trabajo de investigación. El autor considera que el sistema de ósmosis inversa es un equipo que ocupa un espacio pequeño para su operación en el cual el mantenimiento suele ser rápido y donde los cambios de respuesta deberían realizarse anualmente. Con respecto a la problemática evidenciada en el buque Humboldt, dicha apreciación del autor no se corresponde, ya que dicho sistema está constantemente sometido a reparaciones y a cambios de filtros y membranas por una mala gestión del mantenimiento.

Con el trabajo de Espinoza y Julián (2015), no se hallan coherencias con respecto al nivel investigativo ya que fue desarrollado en un nivel exploratorio mientras que el presente estudio se desarrolló en un nivel relacional. Los autores señalan que para buques quienes no suelen poseer navegaciones largas el sistema es una alternativa muy beneficiosa, ya que podría mantener una autonomía con respecto al uso de la evaporadora. Dicha apreciación se pudo corroborar en el proceso investigativo del presente estudio, pero, sin embargo, existen algunos aspectos que deben tomarse cuenta a pesar de que representa un sistema considerado como sencillo, de no

aplicarse tareas de mantenimiento adecuados podría representar diversos problemas que puedan llegar hasta la parada del sistema, lo cual perjudicaría a la gestión operativa del buque.

Por otra parte, en la investigación realizado por Fajardo (2018) no se encontraron similitudes con respecto al enfoque de investigación, ya que desarrolló un estudio desde una perspectiva cualitativa. El autor enfatiza que el sistema de ósmosis inversa representa una alternativa viable para los buques, en la cual con la tecnología actual en donde existen cada vez filtros y membranas con mayores virtudes se pueden generar una calidad de agua purificada para las necesidades de los buques. Por otra parte, es importante poner atención en que si no se implementa un buen mantenimiento o los operadores no tienen la formación mínima para realizar tareas básicas tanto en el mantenimiento mismo o por la parte operativa, se podrían presentar diversas fallas y averías que paren el sistema determinando perjuicios económicos.

Con el estudio realizado por Amezcua (2015) se refuerza las teorías que establecen que el sistema de ósmosis inversa representa un avance muy necesario para los buques quienes tienen problemas de autoabastecimiento de agua, en donde las tecnologías producen agua de mayor calidad. La perspectiva del estudio del autor se orienta a implementar un sistema a través del uso de placas fotovoltaicas para las balsas salvavidas, lo cual representa una buena idea que pueda aplicarse para el contexto del buque científico Humboldt y cualquier otro buque mercante. Sin embargo, podría evaluarse diversas perspectivas de acuerdo a las necesidades específicas que

cada buque requiera. Con respecto a la metodología no existen coherencias con respecto al enfoque de investigación.

Con la investigación de López (2015) de la misma manera que con muchos estudios no se guardan concordancias con respecto al enfoque de investigación, ya que lo realizó desde del paradigma cualitativo. El autor propone la instalación de un sistema de ósmosis inversa en un buque de pasaje sobre la cual establece que deben tomarse criterios tales como el consumo de agua del buque y aspectos técnicos con respecto al diseño del mismo. Con respecto a la especificidad del contexto de estudio, para la instalación del sistema no se tomaron en cuenta criterios técnicos y con base a lo que los entrevistados sostuvieron no se evidencia una buena gestión del mantenimiento lo que no determina una operatividad continua del equipo y se encuentre supeditado a fallas, averías, cambios de filtros, membranas, etc.

Por último, con el estudio realizado por Colmenares y Villalobos (2011) quien realizo un trabajo desde la perspectiva cualitativa a diferencia de la perspectiva cuantitativa que se abordó en el presente estudio, se avala la propuesta de la aplicación del ciclo Deming (actuar, planificar, hacer y revisar) lo cual representa una idea adecuada para mejorar un mantenimiento preventivo que sería susceptible de utilizar para cualquier sistema o equipo y en particular el sistema de ósmosis inversa. Para efectos de mejorar una gestión del mantenimiento, el planteamiento establecido por el autor podría generar beneficios, siempre y cuando se tome en cuenta cuestiones específicas de un equipo, sistema y el espacio geográfico en donde se operará. Cabe resaltar que la propuesta del autor está basada en la mejora continua, filosofía la cual dentro del

ámbito industrial ha podido traer beneficios en gestión y que podría optimizar los procesos de mantenimiento a bordo de los buques también.

6.2. Conclusiones

Primera: No existe relación positiva y significativa entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020; a una significatividad estadística de 0.613 y un coeficiente de correlación “Tau b” de 0.106.

Segunda: No existe relación positiva y significativa entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020; a una significatividad estadística de 0.583 y un coeficiente de correlación “Tau b” de -0.116.

Tercera: No existe relación positiva y significativa entre el overhaul de bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020; a una significatividad estadística de 1.000 y un coeficiente de correlación “Tau b” de 0.000.

Cuarta: No existe relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt,

2020; a una significatividad estadística de 0.664 y un coeficiente de correlación "Tau b" de 0.090.

6.3. Recomendaciones

- Primera: Se recomienda al área encargada del mantenimiento del buque científico Humboldt de IMARPE a realizar un estudio del sistema de ósmosis inversa con el fin de mejorar el plan de mantenimiento, priorizando en el programa del mantenimiento en el cual se establezca las tareas y actividades concretas y específicas que los técnicos operadores deben realizar para mejorar la operatividad del sistema.
- Segunda: Se sugiere mejorar el monitoreo de los tres manómetros que existen en los filtros, de tal manera que se pueda mejorar la vida útil de la membrana y evitar paradas del sistema. Así mismo, es importante dotar a los técnicos operadores de conocimiento práctico base sobre el mantenimiento y operatividad del sistema, ya que, de no ser así, situaciones de averías y fallas seguirán evidenciándose generando mayor gasto en cambios de repuesto y tareas de mantenimiento.
- Tercera: Se propone realizar un correcto mantenimiento a las bombas de alta presión por considerarse un equipo crítico dentro del sistema. Por otra parte, poner la misma atención a la bomba de alimentación del sistema, estableciéndose un mantenimiento general los cuales repercutirán en la calidad y producción del agua del sistema.

Cuarta: Se sugiere que se supervise constantemente que los visores del panel de control de la parte mecánica se encuentren limpios, lo cual ofrecerá un mejor monitoreo para los técnicos operadores. Así también se debe revisar el aislamiento del tablero de control (parte eléctrica) con el fin de evitar corrosión dentro de los componentes eléctricos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias bibliográficas

- Angulo, A., & Centeno, J. (2018). *Nivel de conocimiento y operación de la planta de ósmosis inversa en egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” Promoción XLIII* [Tesis de pregrado]. Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Perú.
- Amezcuca, P. (2015). *Diseño de un sistema portable de desalinización de agua de supervivencia marina para consumo humano mediante energía solar fotovoltaica mediante osmosis inversa* [Tesis de pregrado]. Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar, España.
- Colmenares, O. & Villalobos, D. (2014). *Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo*. Universidad de ECCI, Colombia.
- Elcolobarrutia, K. & Pajuelo, J. (2019). *Análisis sobre la implementación del sistema de ósmosis inversa en buques mercantes de bandera peruana, 2018* [Tesis de pregrado]. Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Perú.
- Espinoza, W. & Julián, Teófilo. (2015). *Una nueva propuesta para la empresa consorcio naviero peruano: El cambio del generador de agua dulce o evaporadora a una planta de ósmosis inversa para el buque M/V CNP Ilo* [Tesis de pregrado]. Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Perú.
- Fajardo, A. (2018). *Desalinización del agua: ¿Una alternativa sostenible para la potabilización del agua?* [Tesis de pregrado]. Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Perú.

- González, R. (2012). *Diseño del plan de mantenimiento para una embarcación de 32 metros* [Tesis de pregrado]. Universidad de Cantabria, España.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta Ed.). Mc Graw Hill.
- Loli, E., & Merino, L. (2017). *Conocimiento y cumplimiento del plan de mantenimiento de los equipos de máquinas por la tripulación de los buques mercantes consorcio naviero peruano Ilo y Paita 2016* [Tesis de pregrado]. Escuela Nacional de Marina Mercante "Almirante Miguel Grau", Perú.
- Leyva, L. (2017). *Propuesta de implementación de un sistema de ósmosis inversa para el abastecimiento de agua dulce para submarino* [Tesis de pregrado]. Escuela Nacional de Marina Mercante "Almirante Miguel Grau", Perú.
- López, M. (2015). *Diseño de una planta de tratamiento de agua potable por ósmosis inversa para un buque de pasaje* [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Técnica Superior de Náutica, España.
- Maldonado, L. (2017). *Obtención y caracterización de membranas poliméricas para desalinización de agua* [Tesis de pregrado]. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnología, A. C., México.
- MATRIX. (s.f.). *Manual de operación e instalación*. AQA Química S.A.
- Mediana, M., & Vargas, C. (2018). *Implementación de un sistema de tratamiento de agua de pozo mediante osmosis inversa para la empresa de productos lácteos "el ganadero" de la parroquia pucayacu cantón la mana*. Universidad técnica de cotopaxi, Ecuador.

- Núñez, C. (2010). *Optimización de la eficiencia en línea de una inyectora sopladora de botellas PET mediante mantenimiento general Overhaul* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Sharon, H., & Reddy, K. (2015). *Una revisión de las tecnologías de desalinización impulsadas por la energía solar* [Tesis de pregrado]. Instituto Indio de Tecnología de Madrás, India.
- Ordaya, J., & Montero, M. (2017). *Deficiencias en el proceso productivo de la planta de agua de ultrafiltración por osmosis inversa de una refinería en el año 2017* [Tesis de pregrado]. Universidad Privada del Norte, Perú.
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad. Manual práctico*. Oficina Internacional del Trabajo.
- Valderrama (2018). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica* (2da Ed.). Editorial San Marcos.

Referencias hemerográficas

Fajardo, C. (1995). Del concepto de productividad en el management clásico al concepto de eficacia en el management contemporáneo. *Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 67- 79.

Referencias electrónicas

Ceballos, R. (2011). *Modulo teoría del buque 1*. Slidshare.

<https://es.slideshare.net/renatoceballos/modulo-teoria-del-buque-i-7021244#:~:text=Autonom%C3%ADa%20%3A%20Capacidad%20que%20tiene%20un,provisiones%20a%20una%20velocidad%20dada>.

Eden. (2020). *El mantenimiento de los filtros de osmosis inversa*. Eden.

<https://www.aguaeden.es/blog/el-mantenimiento-de-los-filtros-de-osmosis-inversa>

Ecopreneur. (2018). *Osmosis inversa en la purificación del agua*. Ecopreneur.

<https://www.ecopreneur.pe/osmosis-inversa-en-la-purificacion-del-agua/>

Experimentos Científicos. (2021). *Conductividad del agua*. Experimentos Científicos.

<https://www.experimentoscientificos.es/conductividad/conductividad-del-agua/>

García, V. (2020). *Durabilidad y sostenibilidad: invertir en ósmosis inversa para ahorrar agua, esfuerzo y dinero*. IAGUA.

<https://www.iagua.es/noticias/duPont-water-solutions/durabilidad-y-sostenibilidad-invertir-osmosis-inversa-ahorrar-agua>

García, S. (2018). *Tipos de mantenimiento*. Ingeniero marino

<http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110->

García, S. (2020). *Sistema de osmosis inversa a bordo*. Ingeniero marino.

<https://ingenieromarino.com/sistema-de-osmosis-inversa-como-generador-de-agua-dulce/>

García, V. (2020). *Durabilidad y sostenibilidad: invertir en ósmosis inversa para ahorrar agua, esfuerzo y dinero.* Iagua.

<https://www.iagua.es/noticias/duPont-water-solutions/durabilidad-y-sostenibilidad-invertir-osmosis-inversa-ahorrar-agua>

Grupo Corsa (2019). *Todo lo que debes saber sobre el pH del agua potable.* (Grupo corsa). <https://corsa.es/todo-lo-que-debes-saber-sobre-el-ph-del-agua-potable/>

Infraspeak. (2020). *Mantenimiento Preventivo: Guía definitiva [2021].* Infraspeak. <https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-preventivo/#Definicion>

OMS (2012). *Reglamento sanitario internacional 2005: Manual para la inspección de buques y emisión de certificados de sanidad a bordo.* (OMS). https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44835/9789243548197_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OMS (2008). *Guías para la calidad del agua potable, (3era edición, Vol1).* (OMS). https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/

Pure Aqua, INC. (2020). *¿Qué es la osmosis inversa?* Pure Aqua INC. <https://es.pureaqua.com/que-es-la-osmosis-inversa/>

Pellegrino, E. (1990). *La relación entre la autonomía y la integridad en la ética médica.* PAHO. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/16838/v108n%285-6%29p379.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Retamozo, R. (2015). *Ósmosis inversa*. Slidshare.

<https://es.slideshare.net/ritamargaretretamozolopez/osmosis-inversa-47652358>

Sevilla, A. (2020). *Productividad*. Economipedia.

<https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>

Water boards (2021). *Folleto informativo pH*. (Water boards).

https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3140sp.pdf

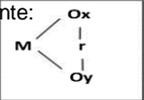
ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: RELACIÓN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA DESDE LA PERSPECTIVA DE TÉCNICOS OPERADORES EN EL BUQUE CIENTIFICO HUMBOLDT, 2020.

AUTORES: Bachiller en Ciencias Marítimas AGUIRRE Santisteban, Christian Giorgio – Bachiller en Ciencias Marítimas TANCUM Carhuamaca, Paul Michael

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuál es la relación entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar la relación entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>Existe relación positiva y significativa entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.</p>	<p>V₁: MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA</p> <p><u>Dimensiones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Renovación de componentes de tratamiento • Overhaul de bombas • Limpieza de los componentes de tablero de control <p>V₂: PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA</p> <p><u>Dimensiones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Autonomía • Factor económico • Calidad del agua 	<p>ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN Cuantitativo</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Básica</p> <p>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN Relacional</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN No experimental de corte transversal.</p> <p>El diagrama representado para los estudios relacionales es el siguiente:</p>  <p>MÉTODO: Hipotético-Deductivo</p> <p>TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p>	<p>POBLACIÓN: La población está compuesta por los técnicos operadores del buque científico Humboldt, 2020, quienes en total representan un conjunto de 20 unidades de estudio.</p> <p>MUESTRA: Muestreo no probabilístico censal.</p> <p>n = 20</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>1. ¿Cuál es la relación entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020?</p> <p>2. ¿Cuál es la relación entre el overhaul de bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>1. Determinar la relación entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.</p> <p>2. Determinar la relación entre el overhaul de bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>1. Existe relación positiva y significativa entre la renovación de componentes de tratamiento y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.</p> <p>2. Existe relación positiva y significativa entre el overhaul de bombas y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.</p>			

<p>3. ¿Cuál es la relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020?</p>	<p>3. Determinar la relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.</p>	<p>científico Humboldt, 2020.</p> <p>3. Existe relación entre la limpieza de los componentes del tablero de control y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humboldt, 2020.</p>		<p>-Encuesta -Entrevista</p> <p>INTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Escalas de medición para V_1 y V_2. – Investigadores.</p> <p>HERRAMIENTA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS: Guía de entrevista</p>	
---	---	--	--	--	--

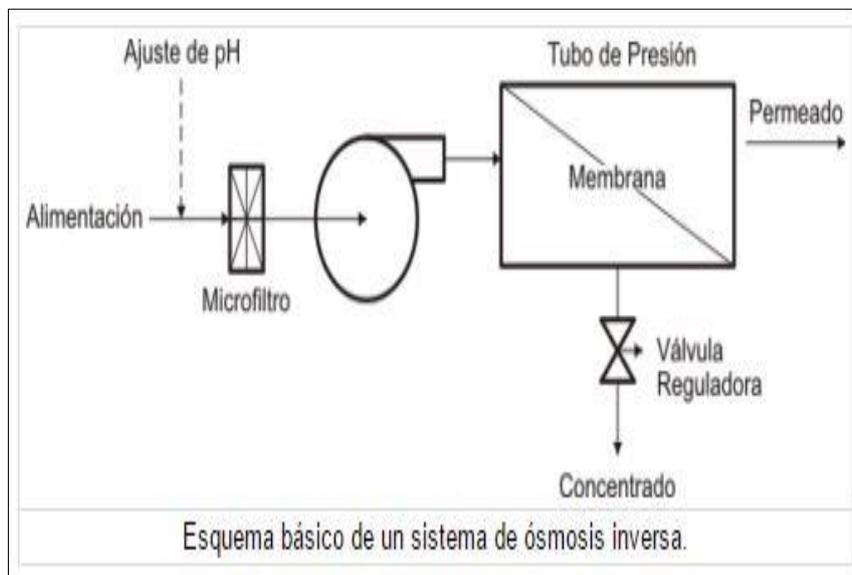
ANEXO 2

SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

SISTEMA DE OSMOSIS INVERSA

Descripción del Sistema de OI:

El sistema recoge agua salada del mar y la hace pasar a una presión mayor a la presión osmótica a través de la membrana permeable, separando por un lado la salmuera y por otro el agua libre de sales disueltas, aprovechando estas últimas para refrigeración de sistemas a bordo o la posterior conversión en agua potable.



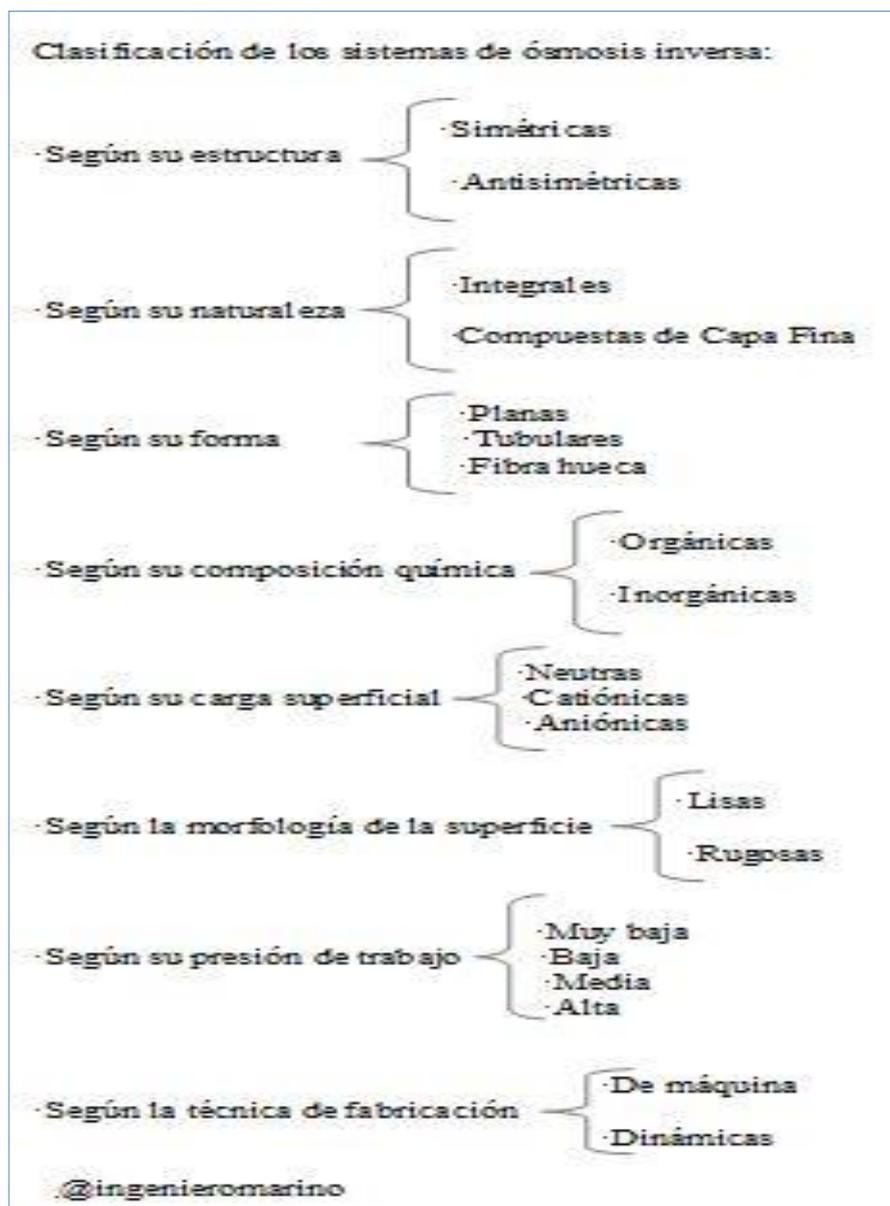
- Definiciones de las distintas soluciones y coeficiente de permeabilidad:
 - **Aportación (alimentación):** Se denomina aportación a la solución que llega a la membrana de ósmosis. (parte superior)
 - **Permeado:** Se denomina permeado a la solución que se obtiene al otro lado de la membrana después de atravesarla.
 - **Rechazo (concentrado):** Se denomina rechazo a la solución que no logra atravesar la membrana debido a una mayor concentración salina que la aportación. El rechazo se conoce comúnmente como la salmuera.

- **Coefficiente de Permeabilidad:** Volumen de agua que atraviesa la membrana por unidad de superficie, tiempo y presión a una temperatura y concentración dadas y constantes.

Nota*: Es necesario al menos una presión de 55 Kg/cm² para alcanzar un caudal mínimo de agua producida.

Nota*: La retención de sustancias disueltas varía en función del ph de la aportación, por ello se introduce en el sistema un ajustador de ph para mantener unos niveles óptimos de retención.

Classification de los sistemas de OI:



Configuraciones de las Membranas:

Las membranas o módulos están diseñadas para dejar pasar el permeado evitando el paso de sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas en la aportación.

Retención de las membranas:

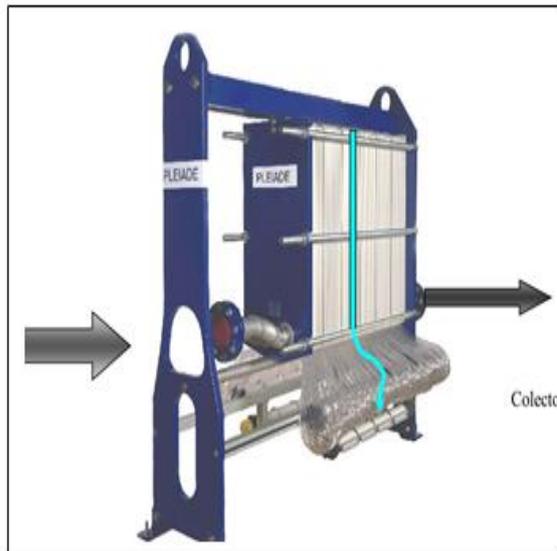
Inorgánicos					
Cationes			Aniones		
Nombre	Símbolo	%Rechazo	Nombre	Símbolo	%Rechazo
Sodio	Na ⁺	94-96	Cloruro	Cl ⁻	94-95
Calcio	Ca ⁺⁺	96-98	Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	95-96
Magnesio	Mg ⁺⁺	96-98	Sulfato	SO ₄ ⁻	99*
Potasio	K ⁺	94-96	Nitrato	NO ₃ ⁻	93-96
Hierro	Fe ⁺⁺	98-99	Fluoruro	F ⁻	94-96
Manganeso	Mn ⁺⁺	98-99	Silicato	SiO ₂ ⁻	95-97
Aluminio	Al ⁺⁺⁺	99*	Fosfato	PO ₄ ⁻	99*
Amonio	NH ₄ ⁺	88-95	Bromuro	Br ⁻	94-96
Cobre	Cu ⁺⁺	96-99	Borato	B ₄ O ₇ ⁻	35-70**
Níquel	Ni ⁺⁺	97-99	Cromato	CrO ₄ ⁻	90-98
Estroncio	Sr ⁺⁺	96-99	Cianuro	CN ⁻	90-95**
Cadmio	Cd ⁺⁺	95-98	Sulfito	SO ₃ ⁻	98-99
Plata	Ag ⁺	94-96	Tiosulfato	S ₂ O ₃ ⁻	99*
Arsénico	As ⁺⁺⁺	90-95	Ferrocianuro	Fe(CN) ₆ ⁻	99*

Nota*: Los datos de retención de sustancias disueltas varía en función del ph de la aportación.

Orgánicos		
Nombre	Peso Molecular	%Rechazo
Sucrosa	342	100
Lactosa	360	100
Proteínas	Mayor 10.000	100
Glucosa	198	99,9
Fenol	94	93-99**
Acido Acético	60	65-70
Tinturas	400 a 900	100
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	-----	90-99
Demanda química de oxígeno (COD)	-----	80-95
Urea	60	40-60
Bacterias y Virus	5.000-100.000	100
Pirógenos	1.000 - 5.000	100

Módulos de placas o láminas planas:

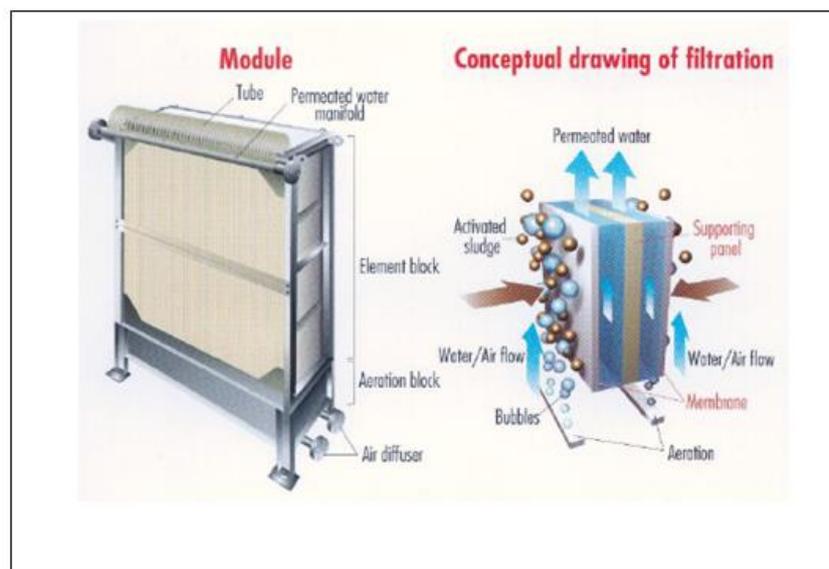
Es el primer tipo de configuración que se utilizó, está constituido por una serie de membranas planas con forma rectangular o de disco circular; éstas se apoyan sobre platos soporte porosos, que suministran resistencia mecánica a la membrana, recogen el permeado de forma uniforme y lo evacuan al exterior. Estas configuraciones representan superficies pequeñas, lo que implica poca capacidad de producción.



Las membranas estarán separadas entre sí por espaciadores, siendo la misión de éstos:

- Conseguir que la solución a tratar esté debidamente repartida sobre las membranas permitiendo así el paso del líquido entre ambas.
- Separar las capas activas de dos membranas consecutivas.
- Recoger el rechazo de manera uniforme.

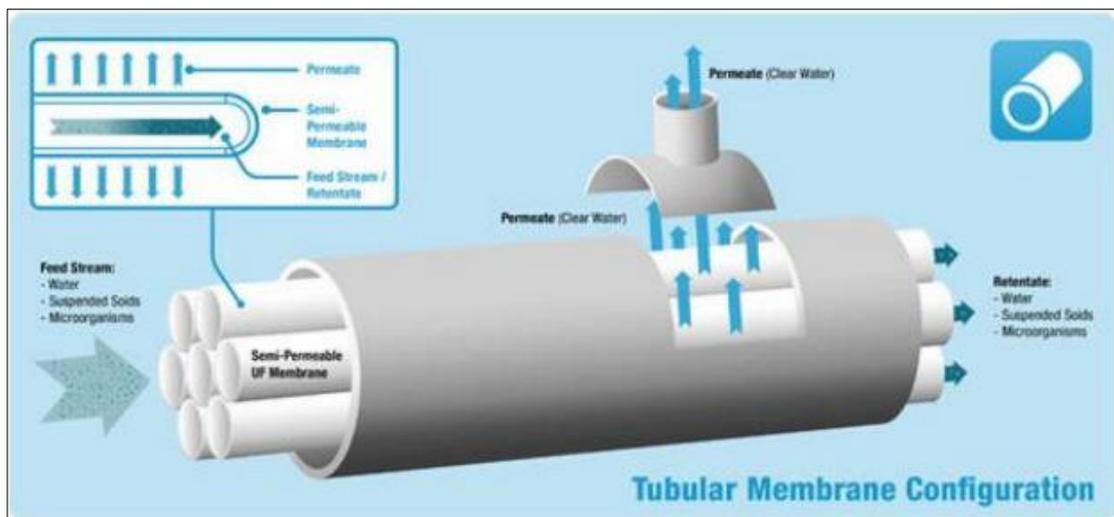
Por tanto, la configuración de estos módulos planos consiste en aplicar conjuntos formados por espaciador-membrana-placa soporte membrana y así sucesivamente.



Estas membranas tienen una vida útil larga, obteniéndose altos rendimientos en el agua permeada. Disponen de válvulas de cierre individuales para cada placa pudiendo de esta forma aislar individualmente las placas de cara a operaciones de mantenimiento y/o limpieza sin detener la producción.

Módulos Tubulares:

Están constituidos por carcassas cilíndricas que contienen un número variable de membranas tubulares. La aportación se bombea por el interior de las membranas, produciéndose un flujo lateral de permeado a través de las paredes. La carcasa tiene los dispositivos adecuados para recoger los flujos de permeado y concentrado.



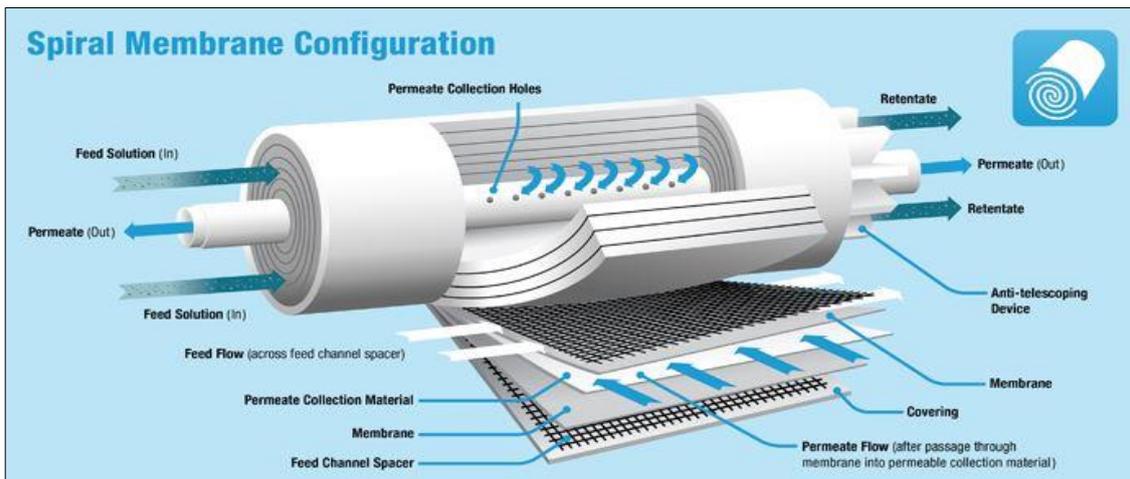
Nota*: También se construyen en materiales cerámicos.

Los módulos tubulares suelen tener longitudes de (13 cm – 20 cm), con (4 – 6 membranas) de (0.5 cm – 1 cm de diámetro), dispuestas en su interior.

La velocidad de circulación de la alimentación por el interior de las membranas es de (2 m/s – 6 m/s), lo que se traduce en pérdidas de carga de 14 – 21 kPa por módulo.

El consumo de energía de las plantas que utilizan este tipo de módulos es del orden de (0.8 – 2.5 kWh/100 L) permeado.

Módulos de Fibra Hueca (Hollow-Fiber):

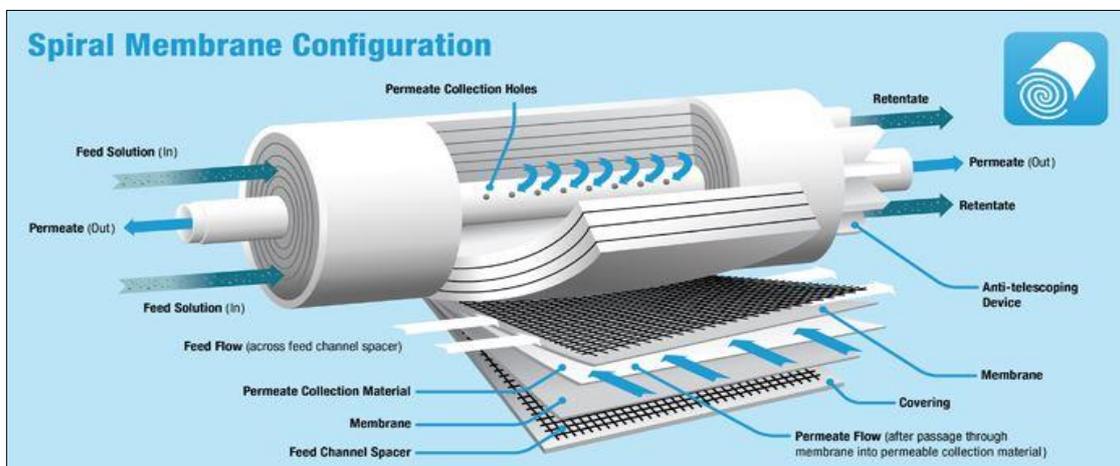


Las fibras huecas son estructuras tubulares con 0.1-1.0 mm de diámetro externo y 50 mm de diámetro interno, dimensiones que son un orden de magnitud inferior a las denominadas membranas tubulares. La mayoría de ellas son de tipo anisótropo, donde la estructura responsable de la separación se dispone en la superficie externa o interna de la fibra.

Las fibras huecas se disponen en módulos compactos con mayor superficie filtrante que los módulos de láminas planas y de membranas tubulares, permitiendo separaciones más eficientes.

El desarrollo de materiales para la fabricación de membranas que permitan separaciones eficientes y su disposición en configuraciones o módulos de fácil instalación y sustitución que puedan agruparse para conseguir superficies filtrantes de centenas o millares de m^2 , ocupando volúmenes aceptables, han sido los hechos que han condicionada la utilización de membranas a escala industrial.

Módulos Espirales (Spiral Wound):



Son las más utilizadas actualmente y tienen una estructura compleja donde una membrana en forma de “sobre”, junto a un separador interno de las paredes de la membrana, se enrolla en espiral alrededor del tubo colector de permeado a través de la parte abierta del «sobre».

Las paredes exteriores de la membrana, que forman las espirales, se encuentran separadas por estructuras huecas que permiten que la alimentación discurra a través de ellas y que el permeado fluya, lateralmente, a través de las paredes de las membranas. Estos módulos suelen tener 20 cm de diámetro y 100 cm de largo con varias membranas enrolladas que proporcionan una superficie de membrana de (1 – 2 m²).

Este tipo de membrana presenta una serie de ventajas a tener en cuenta a la hora de escoger que tipo de módulos usar:

- Mucho más económicas.
- Muy resistentes al ensuciamiento lo que permite trabajar con aguas más cargadas.
- Fácil reposición.
- Mayor facilidad y efectividad de lavado.
- Mejor control de la calidad de fabricación.

Ventajas y Desventajas de Emplear un Sistema de OI en un buque:

- **Ventajas:**
 - Sistema ideal para la producción de agua potable
 - Mantiene el circuito de agua libre de sarro.
 - Ajustable de acuerdo con la dureza del agua.
 - Reduce el costo operacional y de energía.
 - Elimina la necesidad de limpieza utilizando productos químicos.
 - De fácil Instalación.
 - Ecológico, no contamina el agua.
 - Permite la reutilización del agua.

- **Desventajas:**

- Requiere de pre-tratamiento, dependiendo del caso.
- No se debe utilizar el agua obtenida como agua técnica ya que contiene unas 200 ppm y se producen incrustaciones
- Requiere de gran consumo de energía.
- Genera entre un 30 y 60 % de rechazo (lavado de la membrana) según el agua tratada que deben disponerse o tratarse
- No son eficientes para el tratamiento de aguas con elevado contenido de elementos.
- A pequeñas escalas puede resultar más cara que a mayores escalas (economía de escalas).

Factores que Influyen en el Rendimiento de la Osmosis:

Conversión-Producción: es la relación porcentual del caudal de agua producida respecto al caudal alimentado. El aumento de este Los principales factores que influyen en el rendimiento de la ósmosis son los cuatro primeros puntos, el resto afectan de una manera más específica o sensible el rendimiento.

- **Presión:** La presión aplicada influye directamente sobre la cantidad de agua que atraviesa la membrana de tal forma que a mayor presión mayor será la cantidad de agua osmotizada que obtendremos y mayor será su calidad.
- **Calidad del agua de entrada en el sistema (Aporte):** Un aumento de la concentración de sales provocará una disminución de la cantidad de agua permeada y además una pérdida de calidad de dicha agua que se obtendrá con mayor concentración de sales. Del mismo modo a mayor concentración de sales, mayor presión se necesita para obtener un caudal determinado de permeado.
- **Temperatura:** Un aumento de la temperatura produce un aumento del caudal de permeado mientras que una disminución de temperatura provocará un descenso de este caudal. Este fenómeno se produce por

la variación de la densidad del agua en función de la temperatura y afecta en forma muy significativa a la producción de permeado.

Nota*: Por cada 1 °C que aumenta la temperatura, la membrana puede producir aproximadamente un 3 % más de permeado.

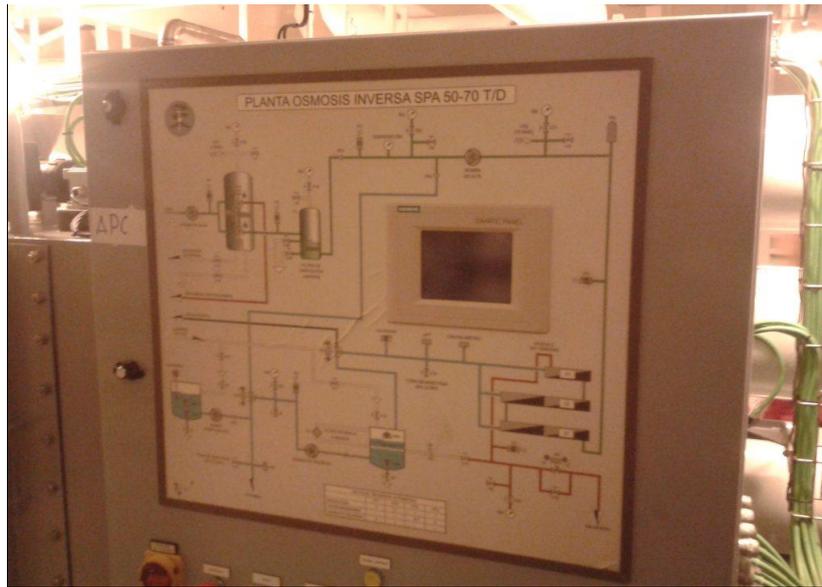
En el caso de un buque real: Se puede disponer de unos intercambiadores de calor que permiten regular la temperatura de la aportación al sistema de OI para así controlar de forma más eficaz la producción de agua dulce.

- porcentaje indica un mayor aprovechamiento del agua a costa de una mayor concentración de sales presentes en el rechazo. Por ejemplo:

La conversión de las membranas con arrollamiento en espiral se sitúa normalmente (según modelo) alrededor del (10 – 15 – 20 %); esto significa que partiendo de 100 litros de aporte, para obtener (10- 15-20 litros de permeado), se deberán rechazar (90- 85 -80 litros) respectivamente.

- **Partículas en suspensión:** Las membranas de ósmosis inversa son impermeables a las partículas en suspensión, no obstante estas partículas cuando son muy finas no se retienen en los filtros previos y pueden acumularse en la membrana e interferir en su correcto funcionamiento.
- **Agentes oxidantes:** Las membranas de poliamida, son sensibles a los agentes oxidantes enérgicos como el cloro que se utiliza frecuentemente para la desinfección del agua.
- **Gases solubles:** Los gases disueltos en el agua se difunden a través de las membranas. En forma particular, el anhídrido carbónico las atraviesa, como consecuencia, el agua permeada posee un pH relativamente bajo alrededor de (6,0 – 6,5) e incluso inferior.
- **Contaminación bacteriana:** Las membranas de ósmosis inversa no permiten el paso de bacterias ni de virus, pero la presencia de una contaminación bacteriana importante en el agua de aporte puede causar subproductos orgánicos que se acumulen en las membranas y reduzcan su efectividad.

Operación del Sistema de OI:



Como hemos dicho anteriormente, la presión osmótica del agua de mar es de 27Kg/cm^2 , el sistema debe aportar una presión superior a los 55Kg/cm^2 aproximadamente para alcanzar un caudal mínimo de agua producida. A continuación, explicaremos el proceso de operación que se lleva a cabo a bordo.

Para que este sistema trabaje de manera eficaz manteniendo la vida útil de las membranas aceptable, es importante prestar atención a 3 cosas principalmente:

- 1. El pre-tratamiento de la aportación**
- 2. Bomba de alimentación**
- 3. Caudal continuo**



El pre-tratamiento es importante para evitar que las membranas lleguen a atascarse y perder efectividad de filtrado. Para ello se disponen de un ajustador del ph y una serie de filtros.

Ejemplo de un proceso de filtrado en un buque real: En primer lugar el agua de mar se hace pasar por un filtro de láminas, después por un filtro de 50 micras y finalmente por uno de 5 micras. El mantenimiento de estos filtros se realiza cada dos/tres días ya que la suciedad acumulada implica un descenso de presión en la entrada de agua de mar al grupo de OI y esto conlleva una menor producción de agua

Nota*: Para mantener la durabilidad de la membrana el máximo tiempo posible

La bomba de alimentación bombeará la aportación desde la entrada de la máquina a una presión aproximada de (2-3Kg/cm²). Cuando la bomba de alimentación supere una presión de 0,7Kg/cm² (valor prefijado en el presostato de baja presión), se podrá arrancar la bomba de alta presión que elevará la presión según la válvula de regulación permita.

Los rangos de operación normales se encuentran entre (50 y 65 Kg/cm²), aunque la presión de entrada puede llegar hasta los 70Kg/cm², valor de operación no utilizado, ya que el sistema incluye un presostato de seguridad de alta presión ajustada a dicho valor, su función es parar la bomba si detecta valores superiores a 70Kg/cm².

Ejemplos:

- La presión de trabajo a 18°C para una producción diaria de 2000L es de 52,7 Kg/cm².
- La presión de trabajo a 25°C para una producción diaria de 3200L es de 64 Kg/cm².

La presión de trabajo se regula con la válvula reguladora de presión. Esta válvula reguladora se rige por la siguiente fórmula:

$$\Pi = iCRT$$

Parámetros de la fórmula:

Π =Presión osmótica

i: grado de ionización

C: concentración salina

R: constante universal de los gases

T: Temperatura

Para asegurarnos de que existe un **caudal continuo**, se instala una lectura de baja presión entre el filtro y la bomba de alta presión. Esta medición le aporta al operario información sobre si la entrada o el filtro se encuentran atascados o el nivel de suciedad, esta lectura en definitiva advierte si es necesaria efectuar una limpieza.

En el caso de realizar una parada del equipo, podemos distinguir 3 tipos de paradas:

- Paradas hasta de 1 hora: Las membranas se mantienen húmedas 1 hora aproximadamente según el fabricante, por lo que se puede llevar a cabo el arranque sin problema.
- Si la parada se prolonga más de 1 hora: Se recomienda mantener la membrana en agua dulce.
- Si la parada es superior por tareas de mantenimiento: Es necesario llevar a cabo un endulce y un lavado químico especial.

Nota*En caso de no realizar estos protocolos de mantenimiento, las membranas acortarían su vida útil rápidamente.

Por otro lado, una vez la aportación entra filtrada y presurizada en el sistema, **podemos dividir los flujos obtenidos en 2 caudales**:

- **El caudal de Rechazo**, se mide mediante un caudalímetro localizado en la línea de salida de salmuera. Este rechazo se deshecha al mar.
- **El caudal de Permeado**, se mide a través de un caudalímetro localizado en la línea de agua producida, posteriormente atraviesa un sensor de salinidad que envía una señal a una válvula selenoide. En caso de superar el parámetro de salinidad máximo fijado en el panel de control, la válvula deriva el flujo de agua producida a la salida de agua no potable.

señal a una válvula selenoide. En caso de superar el parámetro de salinidad máximo fijado en el panel de control, la válvula deriva el flujo de agua producida a la salida de agua no potable.

Es la mayor temperatura por encima de la cual un material emite vapores en cantidad suficiente produciendo una mezcla "demasiado rica" en vapores combustibles, la cual no inicia o mantiene la combustión.

Fuente: <https://ingenieromarino.com/sistema-de-osmosis-inversa-como-generador-de-agua-dulce/>

ANEXO 3

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

- Abastecimiento: Acción que consiste en la provisión resultando necesario para un fin en específico.
- Agua producto: Es el agua a utilizar a bordo para diferentes fines, producto del sistema osmosis inversa, generalmente es considerada adecuada para producir agua potable sin embargo no corresponde a los criterios de calidad de agua potable.
- Agua dulce: Se distingue del agua de mar o agua salubre por contener cantidades mínimas de sales disueltas en el agua.
- Agua salmuera: Es el agua rechazo del Sistema osmosis inversa presentando una concentración elevada en sales, finalmente siendo enviada nuevamente a la mar.
- Agua técnica: Agua producto de la evaporadora para la refrigeración de determinados equipos.
- Autonomía: Capacidad de autogobernarse y auto determinarse obteniendo un correcto desarrollo.
- Barcaza: Plataforma flotante dedicado al transporte de carga liquida como seca.
- Bomba centrífuga: Se utiliza para conducir los líquidos a través de la energía hidráulica, de esta manera transportar el mayor volumen de líquido posible
- Bomba de embolo triple: Es un equipo crítico del sistema osmosis inversa para producir alta presión necesaria a través de la membrana y finalmente cumplir con sus tareas periódicamente.
- Cavitación: También llamada aspiración en vacío y se produce cuando se crea cavidades de vapor dentro del agua o cualquier otro fluido.
- Encuesta: Serie de preguntas a un número determinado de personas para reunir datos o detectar opinión personal sobre un asunto determinado.
- Gestión: Conjunto de procesos que se llevan a cabo para resolver un asunto o coordinar todos los recursos disponibles para conseguir determinados objetivos, teniendo en cuenta el alcance de la visión y obtención de mejora constante.

- Impulsor: Es la pieza dentro de la bomba el cual transfiere la energía del motor impulsando el fluido dentro de dicho equipo en un movimiento centrifugo.
- Junta torica: También conocido como O-RING, su forma es toroidal, usualmente son de goma y su función es de asegurar la estanqueidad de fluidos.
- Manómetro: Es utilizado para medir la presión de un gas o liquido como agua, aceite o aire, teniendo en cuenta su funcionamiento principal como indicador analógico.
- Membrana: Contienen poros diminutos en la cual a través de ella puede fluir el agua de sistema osmosis inversa con una presión superior a la presión osmótica, están hecha de una gruesa película de poliamida.
- Micras: Es una unidad de medición que se utiliza para medir objetos microscópicos, conocida como la millonésima parte un metro.
- Siemens: Es la unidad de medida que se utiliza para medir la conductividad en los fluidos.
- Overhaul: Llamado también mantenimiento general, es el conjunto de actividades que tiene como finalidad dejar el equipo o sistema a cero horas.
- OMS: La organización mundial de la salud es el organismo especializado en la gestión de políticas de prevención e intervención a nivel mundial de la salud.
- Permeabilidad: Indica la penetración o traspasado del agua a través de una membrana o materia sin alterar su composición.
- PH: Es la abreviatura de potencial de hidrógeno, indica la concentración de iones que existe en una solución midiendo el grado de acidez.
- Presión osmótica: Es la diferencia de niveles de fluidos en distintas concentraciones separados por una membrana semipermeable asimismo es necesario para detener el flujo de agua a través de la membrana semipermeable manifestado un equilibrio osmótico en una diferencia de altura.
- Proliferación: Es el proceso de reproducción o multiplicación de algún organismo vivo.
- Relés: Es un componente que es utilizado en los tableros de mando y sirven para abrir o cerrar un contacto de baja potencia.
- Rentabilidad: Es la capacidad que tiene un equipo para poder generar suficiente ganancia, utilidad y rendimiento con la finalidad de generar mayores ingresos.

ANEXO 4

COMPONENTES DE HIPÓTESIS

HIPOTESIS	COMPONENTES METODOLOGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
<p>Existe relación positiva y significativa entre el mantenimiento preventivo y la productividad del sistema de ósmosis inversa desde la perspectiva de técnicos operadores en el buque científico Humbolt, 2020.</p>	<p>Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa</p> <p>Productividad del sistema de ósmosis inversa</p>	<p>Técnicos operadores</p>	<p>Existe relación positiva y significativa</p>	<p>Buque científico Humbolt</p>	<p>2020</p>

ANEXO 5

ESCALA SOBRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

ESCALA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA PARA TECNICOS OPERARIOS EN EL BUQUE CIENTIFICO "HUMBOLDT" EN ESTUDIO

Fecha:

INTRODUCCIÓN

El presente instrumento de medición documentada pretende medir el nivel de mantenimiento preventivo en la planta osmosis inversa en la cual Ud. Labora, en base a sus declaraciones y/o percepciones.

AUTORES: Bachiller en Ciencias Marítimas Paul Michael, Tancum Carhuamaca
Bachiller en Ciencias Marítimas Christian Giorgio, Aguirre Santisteban

INSTRUCCIONES

- Por favor, desarrolle todos los reactivos.
- Desarrolle el instrumento con la sinceridad que a Ud. lo caracteriza.
- El desarrollo de este cuestionario tiene una duración máxima de 20 minutos.
- Para calificar cada reactivo, utilice la siguiente leyenda:

Valores				
Nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy Frecuentemente
1	2	3	4	5

EJECUCIÓN

INDICADORES	N.º	RENOVACIÓN DE COMPONENTES DE TRATAMIENTO	RESPUESTA				
			1	2	3	4	5
Filtros	1	El filtro de bolsa no sobrepasa la presión límite de acuerdo a lo establecido en el manual cuando opera el sistema					
	2	El sistema de ósmosis inversa en el buque utiliza un filtro multimedia					
	3	Los filtros son cambiados de acuerdo al plan de mantenimiento establecido por el fabricante					
Membranas	4	Las membranas se inspeccionan de acuerdo a las disposiciones establecidas por el departamento de máquinas					

	5	Se supervisa la temperatura del agua para verificar la vida útil de la membrana					
--	---	---	--	--	--	--	--

INDICADORES	N.º	OVERHAUL DE BOMBAS	RESPUESTA				
			1	2	3	4	5
Bomba de alta presión	1	La bomba suministra la presión necesaria para producir el proceso de ósmosis inversa					
	2	Se realizan los cambios de émbolos apenas se visualiza una variación de los parámetros de trabajo					
	3	Los cambios de aceite se realizan cumplimiento criterios de las normas ISO 68 (Aceite hidráulico)					
Bomba de baja o alimentación	4	El sello no presenta fugas mientras el sistema se encuentra operando					
	5	No se visualizan sobrecargas del motor eléctrico con respecto a la bomba de alimentación presentando una baja presión					

INDICADORES	N.º	LIMPIEZA DE LOS COMPONENTES DEL TABLERO DE CONTROL	RESPUESTA				
			1	2	3	4	5
Contactor	1	Se realiza limpieza del carboncillo que se generan en el contactor del tablero de control					
	2	Se visualiza chispa eléctrica en el contactor cuando se cierra el contacto					
Visores	3	La limpieza es realizada sobre los visores donde se verifican los niveles de GPM					
	4	El agua de rechazo o agua producto suele visualizarse adecuadamente en el visor					
Manómetros	5	El valor final de los manómetros brindan datos confiables					

ANEXO 6

VALIDACIONES A CRITERIO DE JUECES EXPERTOS DE ESCALAS DE MEDICIÓN APLICADOS A LA MUESTRA DEL PRESENTE ESTUDIO.

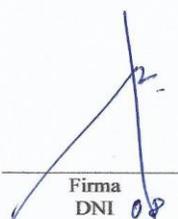
1)

DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : Harbond Italo Trigueros Villavicencio
Profesión : Capitan de Marina Mercante
Grado académico : Oficial de Marina Mercante

Características que lo determinan como experto:

Egresado de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau - ENAMM con la XV promoción, tiene 31 años de experiencia a bordo de buques mercantes de los cuales tienen 23 años navegando en ERSHIP en la cual se desempeña como Capitán.


Firma
DNI 08 749849 .

Fecha: 15-10-20

Autores del instrumento evaluado: Bachiller en Ciencias Marítimas Aguirre Santisteban, Christian Giorgio
Bachiller en Ciencias Marítimas Tancum Carhuamaca Paul Michael

FICHA DE EVALUACIÓN POR ITEMS

Estimado Evaluador (a)

Indique si cada uno de los items que conforman el instrumento cumple con los criterios que se señalan. Para aquellos que no cumplen, especifique el por qué en la parte de comentarios.

ESCALA DE EVALUACIÓN SOBRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA PARA TÉCNICOS OPERARIOS EN EL BUQUE CIENTIFICO "HUMBOLT"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES / ITEMS	CRITERIOS					COMENTARIO
			Está bien redactado o	Mide la variable de estudio	Está expresado de manera que puede ser medible	Está redactado para el público en que se dirige	Mide el indicador (variable que dice medir)	
Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	1. Renovación de componentes de tratamiento	1.1. Filtros	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.2. Membranas	✓	✓	✓	✓	✓	
	2. Overhaul de bombas	2.1. Bomba de alta presión	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.2. Bomba de baja alimentación	✓	✓	✓	✓	✓	
	3. Limpieza de los componentes del tablero de control	3.1. Contactor	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.2. Visores	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.3. Manómetros	✓	✓	✓	✓	✓	

ESCALA DE EVALUACIÓN SOBRE PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA ÓSMOSIS INVERSA PARA TÉCNICOS OPERARIOS DEL BUQUE CIENTÍFICO "HUMBOLT"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES / ITEMS	CRITERIOS					COMENTARIO
			Está bien redactado	Mide la variable de estudio	Está expresado de manera que puede ser medible	Está redactado para el público en que se dirige	Mide el indicador (variable que dice medir)	
Productividad del sistema de ósmosis inversa	1. Autonomía	1.1. Producción del sistema	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.2. Capacidad de los tanques	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.3. Monitoreo	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.4. Comparativa con la evaporadora	✓	✓	✓	✓	✓	
Productividad del sistema de ósmosis inversa	2. Factor económico	2.1. Costo	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.2. Gastos en base a filtros y membranas	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.3. Inversión	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.4. Rentabilidad	✓	✓	✓	✓	✓	
Productividad del sistema de ósmosis inversa	3. Calidad de agua	3.1. Porcentaje de hidrógeno (Ph)	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.2. Nivel de conductividad	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.3. Temperatura	✓	✓	✓	✓	✓	

FICHA DE EVALUACIÓN GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimado Evaluador (a)

Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si su respuesta es de manera negativa a algunos de ellos especifique el por qué en comentarios.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	✓		
2. Si las instrucciones son fáciles.	✓		
3. Si el instrumento está organizado de forma lógica.	✓		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	✓		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	✓		
6. Si las alternativas de respuesta son las apropiadas.	✓		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	✓		
8. Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	✓		
9. Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	✓		
10. Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.			

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

NOMBRE DEL JUEZ (A)

Horacio Edo Tijero Viteriano

INSTITUCIONES DONDE LABORA

ECSHIP

FIRMA

[Firma manuscrita]

DNI

08745849

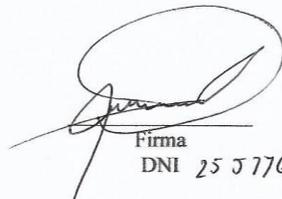
2)

DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : Antonio Flores Herrera.
Profesión : Oficial de Marina Mercante
Grado académico : Doc. Ciencias Marítimas

Características que lo determinan como experto:

- 15 Años de experiencia a bordo de buques mercantes.
- Experiencia en Asuntos de Protección Portuaria.
- Harime Supervisor de Hong Operating Company, LNG.



Firma
DNI 25 577624

Fecha: 17-10-20

Autores del instrumento evaluado: Bachiller en Ciencias Marítimas Aguirre Santisteban, Christian Giorgio
Bachiller en Ciencias Marítimas Tancum Carhuamaca Paul Michael

FICHA DE EVALUACIÓN POR ITEMS

Estimado Evaluador (a)
 Indique si cada uno de los ítems que conforman el instrumento cumple con los criterios que se señalan. Para aquellos que no cumplen, especifique el por qué en la parte de comentarios.

ESCALA DE EVALUACIÓN SOBRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA PARA TÉCNICOS OPERARIOS EN EL BUQUE CIENTÍFICO "HUMBOLT"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES / ITEMS	CRITERIOS					COMENTARIO
			Está bien redactado o	Mide la variable de estudio	Está expresado de manera que puede ser medible	Está redactado para el público que se dirige	Mide el indicador (variable que dice medir)	
Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	1. Renovación de componentes de tratamiento	1.1. Filtros	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.2. Membranas	✓	✓	✓	✓	✓	
	2. Overhaul de bombas	2.1. Bomba de alta presión	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.2. Bomba de baja alimentación	✓	✓	✓	✓	✓	
	3. Limpieza de los componentes del tablero de control	3.1. Contactor	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.2. Visores	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.3. Manómetros	✓	✓	✓	✓	✓	

ESCALA DE EVALUACIÓN SOBRE PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA ÓSMOSIS INVERSA PARA TÉCNICOS OPERARIOS DEL BUQUE CIENTÍFICO "HUMBOLT"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES / ITEMS	CRITERIOS					COMENTARIO
			Está bien redactado	Mide la variable de estudio	Está expresado de manera que puede ser medible	Está redactado para el público que se dirige	Mide el indicador (variable que dice medir)	
Productividad del sistema de ósmosis inversa	1. Autonomía	1.1. Producción del sistema	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.2. Capacidad de los tanques	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.3. Monitoreo	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.4. Comparativa con la evaporadora	✓	✓	✓	✓	✓	
Productividad del sistema de ósmosis inversa	2. Factor económico	2.1. Costo	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.2. Gastos en base a filtros y membranas	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.3. Inversión	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.4. Rentabilidad	✓	✓	✓	✓	✓	
3. Calidad de agua	3. Calidad de agua	3.1. Porcentaje de hidrógeno (Ph)	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.2. Nivel de conductividad	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.3. Temperatura	✓	✓	✓	✓	✓	

FICHA DE EVALUACIÓN GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimado Evaluador (a)

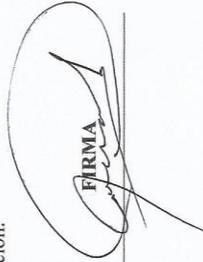
Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si su respuesta es de manera negativa a algunos de ellos especifique el por qué en comentarios.

	CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1.	Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	✓		
2.	Si las instrucciones son fáciles.	✓		
3.	Si el instrumento está organizado de forma lógica.	✓		
4.	Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	✓		
5.	Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	✓		
6.	Si las alternativas de respuesta son las apropiadas.	✓		
7.	Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	✓		
8.	Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	✓		
9.	Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	✓		
10.	Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.	✓		

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

NOMBRE DEL JUEZ (A)
Antonio Flores H.

INSTITUCIONES DONDE LABORA
AVANT LMG

FIRMA


DNI
20 277 624

3)

DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : Carlos Borja García
Profesión : Oficial de Marina Mercante-(Ingeniería)
Grado académico : Doctor.

Características que lo determinan como experto:

✓ Oficial de Marina Mercante con 30 años de experiencia en el sector marítimo y portuario, doctor en administración marítima portuaria egresado del doctorado en Ciencias Marítimas. actualmente docente en la Escuela Nacional de Marina Mercante.


Firma
DNI 08732456

Fecha: 18-10-20

Autores del instrumento evaluado: Bachiller en Ciencias Marítimas Aguirre Santisteban, Christian Giorgio
Bachiller en Ciencias Marítimas Tancum Carhuamaca Paul Michael

FICHA DE EVALUACIÓN POR ITEMS

Estimado Evaluador (a)
 Indique si cada uno de los items que conforman el instrumento cumple con los criterios que se señalan. Para aquellos que no cumplen, especifique el por qué en la parte de comentarios.

ESCALA DE EVALUACIÓN SOBRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA PARA TÉCNICOS OPERARIOS EN EL BUQUE CIENTIFICO "HUMBOLT"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES / ITEMS	CRITERIOS					COMENTARIO
			Está bien redactado	Mide la variable de estudio	Está expresado de manera que puede ser medible	Está redactado para el público en que se dirige	Mide el indicador (variable que dice medir)	
Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	1. Renovación de componentes de tratamiento	1.1. Filtros	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.2. Membranas	✓	✓	✓	✓	✓	
	2. Overhaul de bombas	2.1. Bomba de alta presión	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.2. Bomba de baja alimentación	✓	✓	✓	✓	✓	
	3. Limpieza de los componentes del tablero de control	3.1. Contactor	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.2. Visores	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.3. Manómetros	✓	✓	✓	✓	✓	

ESCALA DE EVALUACIÓN SOBRE PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA ÓSMOSIS INVERSA PARA TÉCNICOS OPERARIOS DEL BUQUE CIENTÍFICO "HUMBOLT"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES / ITEMS	CRITERIOS					COMENTARIO
			Está bien redactado	Mide la variable de estudio	Está expresado de manera que puede ser medible	Está redactado para el público que se dirige	Mide el indicador (variable que dice medir)	
Productividad del sistema de ósmosis inversa	1. Autonomía	1.1. Producción del sistema	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.2. Capacidad de los tanques	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.3. Monitoreo	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.4. Comparativa con la evaporadora	✓	✓	✓	✓	✓	
	2. Factor económico	2.1. Costo	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.2. Gastos en base a filtros y membranas	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.3. Inversión	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.4. Rentabilidad	✓	✓	✓	✓	✓	
	3. Calidad de agua	3.1. Porcentaje de hidrógeno (Ph)	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.2. Nivel de conductividad	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.3. Temperatura	✓	✓	✓	✓	✓	

FICHA DE EVALUACIÓN GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimado Evaluador (a)
Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si su respuesta es de manera negativa a algunos de ellos especifique el por qué en comentarios.

	CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1.	Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	✓		
2.	Si las instrucciones son fáciles.	✓		
3.	Si el instrumento está organizado de forma lógica.	✓		
4.	Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	✓		
5.	Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	✓		
6.	Si las alternativas de respuesta son las apropiadas.	✓		
7.	Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	✓		
8.	Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	✓		
9.	Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	✓		
10.	Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.	✓		

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

NOMBRE DEL JUEZ (A)
Cecilia Rojas Garcia

INSTITUCIONES DONDE LABORA
ENAFIN

FIRMA


DNI
0873456

4)

DATOS DEL EXPERTO

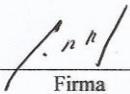
Nombre completo : Jose Antonio Begazo Bedoya

Profesión : Abogado

Grado académico : Magister Administración Marítima Portuaria

Características que lo determinan como experto:

- Sabe de Ingeniería Marina Mercante.
- Docente de Post grado en ENAMM
- Experiencia Laboral en Empresa del Sector Marítimo Portuario.


Firma
DNI 25740135
Fecha: 12-10-20

Autores del instrumento evaluado: Bachiller en Ciencias Marítimas Aguirre Santisteban, Christian Giorgio
Bachiller en Ciencias Marítimas Tancum Carhuamaca Paul Michael

FICHA DE EVALUACIÓN POR ITEMS

Estimado Evaluador (a)
Indique si cada uno de los ítems que conforman el instrumento cumple con los criterios que se señalan. Para aquellos que no cumplen, especifique el por qué en la parte de comentarios.

ESCALA DE EVALUACIÓN SOBRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA PARA TÉCNICOS OPERARIOS EN EL BUQUE CIENTÍFICO "HUMBOLT"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES / ITEMS	CRITERIOS					COMENTARIO
			Está bien redactado	Mide la variable de estudio	Está expresado de manera que puede ser medible	Está redactado para el público en que se dirige	Mide el indicador (variable que dice medir)	
Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	1. Renovación de componentes de tratamiento	1.1. Filtros	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.2. Membranas	✓	✓	✓	✓	✓	
	2. Overhaul de bombas	2.1. Bomba de alta presión	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.2. Bomba de baja alimentación	✓	✓	✓	✓	✓	
	3. Limpieza de los componentes del tablero de control	3.1. Contactos	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.2. Visores	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.3. Manómetros	✓	✓	✓	✓	✓	

ESCALA DE EVALUACIÓN SOBRE PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA ÓSMOSIS INVERSA PARA TÉCNICOS OPERARIOS DEL BUQUE CIENTÍFICO "HUMBOLT"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES / ITEMS	CRITERIOS					COMENTARIO
			Está bien redactado	Mide la variable de estudio	Está expresado de manera que puede ser medible	Está redactado para el público en que se dirige	Mide el indicador (variable que dice medir)	
Productividad del sistema de ósmosis inversa	1. Autonomía	1.1. Producción del sistema	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.2. Capacidad de los tanques	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.3. Monitoreo	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.4. Comparativa con la evaporadora	✓	✓	✓	✓	✓	
	2. Factor económico	2.1. Costo	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.2. Gastos en base a filtros y membranas	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.3. Inversión	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.4. Rentabilidad	✓	✓	✓	✓	✓	
	3. Calidad de agua	3.1. Porcentaje de hidrógeno (Ph)	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.2. Nivel de conductividad	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.3. Temperatura	✓	✓	✓	✓	✓	

FICHA DE EVALUACIÓN GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimado Evaluador (a)
Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si su respuesta es de manera negativa a algunos de ellos especifique el por qué en comentarios.

	CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1.	Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	✓		
2.	Si las instrucciones son fáciles.	✓		
3.	Si el instrumento está organizado de forma lógica.	✓		
4.	Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	✓		
5.	Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	✓		
6.	Si las alternativas de respuesta son las apropiadas.	✓		
7.	Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	✓		
8.	Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	✓		
9.	Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	✓		
10.	Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.	✓		

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

NOMBRE DEL JUEZ (A) INSTITUCIONES DONDE LABORA

José Antonio Seguelo B. ENAFAT

FIRMA

DNI

25340235

5)

DATOS DEL EXPERTO

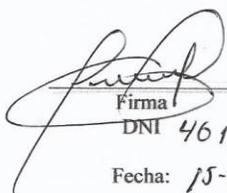
Nombre completo : Renzo Mauricio, Roque Montes

Profesión : MARINO MERCANTE

Grado académico : SUPERIOR

Características que lo determinan como experto:

EGRESADO DE LA ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL GRAU" EN EL AÑO 2012, CURSANDO ESTUDIOS DE ALTO RENDIMIENTO EN TECSUP (CETEX) EN LA CARRERA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, HABIENDO REALIZADO EL CURSO DE CONCIENTIZACION CON EL MEDIO MARINO, CON 7 AÑOS DE EXPERIENCIA DE LA COMPAÑIA IBAIZABAL TANKERS.


Firma
DNI 46173234
Fecha: 15-10-20

Autores del instrumento evaluado: Bachiller en Ciencias Marítimas Aguirre Santisteban, Christian Giorgio
Bachiller en Ciencias Marítimas Tancum Carhuamaca Paul Michael

FICHA DE EVALUACIÓN POR ITEMS

Estimado Evaluador (a)
 Indique si cada uno de los items que conforman el instrumento cumple con los criterios que se señalan. Para aquellos que no cumplen, especifique el por qué en la parte de comentarios.

ESCALA DE EVALUACIÓN SOBRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA PARA TÉCNICOS OPERARIOS EN EL BUQUE CIENTIFICO "HUMBOLT"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES / ITEMS	CRITERIOS					COMENTARIO
			Está bien redactado o	Mide la variable de estudio	Está expresado de manera que puede ser medible	Está redactado para el público que se dirige	Mide el indicador (variable que dice medir)	
Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	1. Renovación de componentes de tratamiento	1.1. Filtros	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.2. Membranas	✓	✓	✓	✓	✓	
	2. Overhaul de bombas	2.1. Bomba de alta presión	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.2. Bomba de baja alimentación	✓	✓	✓	✓	✓	
	3. Limpieza de los componentes del tablero de control	3.1. Contactor	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.2. Visores	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.3. Manómetros	✓	✓	✓	✓	✓	

ESCALA DE EVALUACIÓN SOBRE PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA ÓSMOSIS INVERSA PARA TÉCNICOS OPERARIOS DEL BUQUE CIENTÍFICO "HUMBOLT"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES / ITEMS	CRITERIOS					COMENTARIO
			Está bien redactado	Mide la variable de estudio	Está expresado de manera que puede ser medible	Está redactado para el público en que se dirige	Mide el indicador (variable que dice medir)	
1. Autonomía		1.1. Producción del sistema	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.2. Capacidad de los tanques	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.3. Monitoreo	✓	✓	✓	✓	✓	
		1.4. Comparativa con la evaporadora	✓	✓	✓	✓	✓	
Productividad del sistema de ósmosis inversa	2. Factor económico	2.1. Costo	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.2. Gastos en base a filtros y membranas	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.3. Inversión	✓	✓	✓	✓	✓	
		2.4. Rentabilidad	✓	✓	✓	✓	✓	
3. Calidad de agua		3.1. Porcentaje de hidrógeno (Ph)	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.2. Nivel de conductividad	✓	✓	✓	✓	✓	
		3.3. Temperatura	✓	✓	✓	✓	✓	

FICHA DE EVALUACIÓN GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimado Evaluador (a)
Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si su respuesta es de manera negativa a algunos de ellos especifique el por qué en comentarios.

	CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1.	Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	✓		
2.	Si las instrucciones son fáciles.	✓		
3.	Si el instrumento está organizado de forma lógica.	✓		
4.	Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	✓		
5.	Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	✓		
6.	Si las alternativas de respuesta son las apropiadas.	✓		
7.	Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	✓		
8.	Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	✓		
9.	Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	✓		
10.	Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.	✓		

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

NOMBRE DEL JUEZ (A) Rosa María Rojas Monto **INSTITUCIONES DONDE LABORA** Barceles Fenixers

FIRMA


DNI
46773234

ANEXO 7

CRITERIOS DE INTERPRETACIÓN DEL COEFICIENTE DE ALFA DE CRONBACH

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

		REACTIVOS															X _i
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
SUJETOS	1	0	1	2	1	2	1	2	0	1	2	1	2	2	1	2	20
	2	5	1	0	0	0	1	1	3	1	0	2	2	5	0	1	22
	3	0	2	5	0	2	4	2	2	1	2	5	0	2	2	1	30
	4	1	3	1	0	2	1	2	1	5	1	2	2	2	1	5	29
	5	2	2	0	2	0	0	2	0	1	2	0	0	2	0	5	18
Total		8	9	8	3	6	7	9	6	9	7	10	6	13	4	14	
s _r ²		4.30	0.70	4.30	0.80	1.20	2.30	0.20	1.70	3.20	0.80	3.50	1.20	1.80	0.70	4.20	
Sumatoria de varianzas de los reactivos						$\sum s_r^2$	30.90										
Varianza del instrumento						s _i ²	170.32										
Coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach						0.86166											

PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

		REACTIVOS															X _i
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
SUJETOS	1	0	1	2	1	2	1	2	0	1	2	1	2	2	1	2	20
	2	5	1	0	0	0	1	1	3	1	0	2	2	5	0	5	26
	3	0	2	5	0	2	4	2	2	1	2	5	3	2	2	5	37
	4	1	3	1	0	2	1	4	1	5	1	2	2	2	1	5	31
	5	2	2	0	2	0	0	2	0	1	2	0	0	2	0	5	18
Total		8	9	8	3	6	7	11	6	9	7	10	9	13	4	22	
s _r ²		4.30	0.70	4.30	0.80	1.20	2.30	1.20	1.70	3.20	0.80	3.50	1.20	1.80	0.70	1.80	
Sumatoria de varianzas de los reactivos						$\sum s_r^2$	29.50										
Varianza del instrumento						s _i ²	220.84										
Coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach						0.91202											

valores de Alfa	Interpretación
0.90 – 1.00	Se califica como muy satisfactoria
0.80 – 0.89	Se califica como adecuada
0.70 – 0.79	Se califica como moderada
0.60 – 0.69	Se califica como baja
0.50 – 0.59	Se califica como muy baja
<0.50	Se califica como no confiable

Fuente: Recuperado de <https://www.xuletas.es/ficha/confiabilidad/>

ANEXO 8

ESCALA DE PRODUCTIVIDAD

ESCALA DE PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA OSMOSIS INVERSA PARA TECNICOS OPERARIOS DEL BUQUE CIENTIFICO "HUMBOLDT" EN ESTUDIO

Fecha:

INTRODUCCIÓN

El presente instrumento de medición documentada pretende medir el nivel de productividad en la planta osmosis inversa en la cual Ud. Labora, en base a sus declaraciones y/o percepciones.

AUTORES: Bachiller en Ciencias Marítimas Paul Michael, Tancum Carhuamaca
Bachiller en Ciencias Marítimas Christian Giorgio, Aguirre Santisteban

INSTRUCCIONES

- Por favor, desarrolle todos los reactivos.
- Desarrolle el instrumento con la sinceridad que a Ud. lo caracteriza.
- El desarrollo de este cuestionario tiene una duración máxima de 20 minutos.
- Para calificar cada reactivo, utilice la siguiente leyenda:

Valores				
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

EJECUCIÓN

INDICADORES	N.º	AUTONOMIA	RESPUESTA					
			1	2	3	4	5	
Producción del sistema	1	El sistema de ósmosis inversa produce la suficiente agua para que el buque pueda operar con normalidad						
Capacidad de los tanques	2	Las dimensiones del tanque de agua de consumo son las adecuadas para el autoabastecimiento a través del sistema de ósmosis inversa						
Monitoreo	3	Las sondas de los tanques de agua de consumo proveniente del sistema de ósmosis inversa suelen realizarse de manera periódica						

	4	El monitoreo que se realiza sobre el agua de consumo generado por el sistema permite que el buque pueda realizar operaciones normales					
Comparativa con la evaporadora	5	El sistema de ósmosis inversa permite mayor eficiencia respecto al consumo energético/térmico con respecto al uso de la evaporadora					

INDICADORES	N.º	FACTOR ECONOMICO	RESPUESTA				
			1	2	3	4	5
Costo	1	El costo del sistema de ósmosis inversa beneficia económicamente a los gastos del buque					
Gastos en base a filtros y membranas	2	El gasto por filtros y/o membranas del sistema de ósmosis inversa no demanda mayor inversión que comprar agua de barcasas o en instalaciones portuarias					
Inversión	3	La inversión del sistema de ósmosis inversa es recuperable en el corto plazo					
	4	El sistema de ósmosis inversa genera agua para el consumo del buque sin grandes inversiones					
Rentabilidad	5	El uso del sistema es rentable para la gestión de las navieras o propietarios del buque					

INDICADORES	N.º	CALIDAD DE AGUA	RESPUESTA				
			1	2	3	4	5
Porcentaje de hidrógeno (Ph)	1	El Ph del agua purificada se encuentra dentro de los estándares internacionales para el consumo a bordo del buque					
	2	Por lo general el Ph obtenido del análisis del agua no se suele encontrar en nivel ácido					
Nivel de conductividad	3	El nivel de ionización del agua suele estar relacionado con la calidad del agua cuando se suele realizar los análisis respectivos					
Temperatura	4	La elevación de la temperatura permite mejorar la eficiencia de las membranas y por ende la producción y calidad del agua					

	5	La temperatura del agua para garantizar la calidad y la vida útil de las membranas debe estar entre un rango de 25 a 35 °C					
--	---	--	--	--	--	--	--

ANEXO 9

GUÍA DE ENTREVISTA

GUÍA DE ENTREVISTA

Fecha: _____

Lugar: _____

Entrevistadores: _____

Entrevistado: _____

PREGUNTAS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

1. ¿Cómo se realiza la gestión del mantenimiento del sistema de ósmosis inversa a bordo del buque?
2. ¿Considera que se debe poseer un programa de mantenimiento para el sistema de ósmosis inversa a bordo del buque?
3. ¿Por qué el mantenimiento del sistema de ósmosis inversa siempre suele ser realizado con apoyo de un taller externo?
4. ¿Cada cuánto tiempo por lo general se suelen renovar los componentes de tratamiento, como por ejemplo filtros y membranas?
5. ¿Cuáles son las características de los filtros que utiliza el sistema de ósmosis inversa?
6. ¿Considera que debería haber un sensor de temperatura para el control como un medio de protección para la bomba de alta presión?
7. ¿Cuál es la presión de trabajo de los distintos filtros que hay en el sistema?
8. ¿Qué normas NEMA debe cumplir el tablero de control con respecto al aislamiento?
9. ¿Ha tomado conocimiento del manual del sistema de ósmosis inversa que se tiene a bordo del buque?

PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

10. ¿Considera que la producción de agua del sistema es suficiente para la operación del buque?
11. ¿Cuántos galones por minuto suele producir el sistema de ósmosis inversa del buque?
12. ¿Se ha realizado un análisis actual de los factores económicos con respecto al sistema de osmosis inversa que se tiene a bordo?
13. ¿Qué procedimientos se suelen establecer para garantizar la calidad de agua?

ANEXO 10

DOCUMENTO DE CONFORMIDAD DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTA QUE FUE APLICADO A LA MUESTRA QUIENES DESARROLLARON LAS ESCALAS DE MEDICIÓN CORRESPONDIENTES.

Nro. _____

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DOCUMENTADA

Yo,,
acepto de manera voluntaria colaborar en la aplicación de las **escalas sobre mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa y productividad del sistema de ósmosis inversa** para un estudio científico, realizado por los Bachilleres en Ciencias Marítimas Aguirre Santisteban, Christian Giorgio y Tancum Carhuamaca, Paul Michael, ambos candidatos al Título de Oficial de Marina Mercante de la Escuela Nacional de Marina Mercante "Almirante Miguel Grau".

Me han informado que:

- La aplicación de las escalas forma parte de la realización de su tesis de bachiller.
- La información obtenida será trabajada con fines de investigación, manteniendo siempre mi anonimato: el bachiller no conocerá la identidad de quien llene cada cuestionario, pues no se registra el nombre.
- Mi participación es voluntaria y puedo retirarme del proceso en el momento que desee.
- Cualquier duda puedo contactarme al siguiente correo: caquirre25@gmail.com.pe

Callao, 30 de octubre del 2020

FIRMA DEL PARTICIPANTE
DNI:

ANEXO 11

DOCUMENTO DE CONFORMIDAD DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN DE ENTREVISTA APLICADAS A LAS UNIDADES DE INFORMACIÓN CORRESPONDIENTES.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“RELACIÓN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA DESDE LA PERSPECTIVA DE TÉCNICOS OPERADORES EN EL BUQUE CIENTIFICO HUMBOLT, 2020”

Yo, _____, identificado con el número de DNI que aparece al pie de mi firma, acepto participar de manera voluntaria del proceso de recolección de datos e información para el trabajo de investigación en mención, realizado por los investigadores:

-Bachiller en Ciencias Marítimas Aguirre Santisteban, Christian Giorgio.

-Bachiller en Ciencias Marítimas Tancum Carhuamaca, Paul Michael.

Accedo a participar y me comprometo a responder las preguntas que se me hagan de la forma más honesta posible, así como de participar en caso de ser requerido en actividades propias del proceso. Autorizo a que lo hablado durante las entrevistas o sesiones de trabajo sea grabado en video o en audio, así como también autorizo a que los datos que se obtengan del proceso de investigación sean utilizados, para efectos de sistematización y publicación del resultado final de la investigación.

Las personas que realizan el estudio garantizan que, en todo momento, la información recogida a los participantes será confidencial y sus datos serán tratados de forma anónima

Expreso que los investigadores me han explicado con antelación el objetivo y alcances de dicho proceso.

Firma: _____

DNI:

Cargo:

Fecha:

ANEXO 12

MATRICES DE ORGANIZACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE DATOS CUALITATIVOS

Nombre		Técnico operario 1	Técnico operario 2	Técnico operario 3
Cargo		Técnico supervisor electricista	Técnico supervisor motorista	Técnico 1° motorista
Años de experiencia		12 años	11 años	4 años
Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	1. ¿Cómo se realiza la gestión del mantenimiento del sistema de ósmosis inversa a bordo del buque?	La gestión la realiza el departamento de logística de IMARPE donde nosotros informamos el estado actual del equipo y los repuestos necesarios para su buen funcionamiento.	El departamento de máquinas designa un personal que se capacita y monitorea el plan de mantenimiento además de realizar reportes técnicos que son enviados al jefe de ingeniería del buque y este a imarpe para su control respectivo	Según la gestión sobre el mantenimiento, el motorista encargado deberá verificar cada cierto tiempo el estado en que se encuentra el sistema ósmosis inversa con antelación ante cualquier avería para evitar causar problemas en el abastecimiento de agua a bordo, en el caso en que se encuentre fallas se hará un reporte el cual será enviado a IMARPE para su respectiva revisión.
	2. ¿Considera que se debe poseer un programa de mantenimiento para el sistema de ósmosis inversa a bordo del buque?	Sería lo recomendable para tener un control más eficiente de cómo se encuentra el sistema, pero por el momento seguimos con lo establecido y disposiciones por imarpe.	Se debería contar con un programa, ya en los años que llevo en la marina de guerra no he tenido la oportunidad de poder utilizar un programa que a mi parecer sería una mejora para el control del mantenimiento y todos sus aspectos referentes a esto como repuestos a tener, sus trabajos realizados y un antecedente de fallas son importantes para ver el estado actual de la planta.	Claro que sí, porque al tener un programa establecido para el mantenimiento del equipo se podrá tener un control adecuado sobre su funcionamiento, y cuando deberá ser reparado ya que, durante mi experiencia, el no contar con un programa establecido y organizado, ha ocasionado problemas en el mantenimiento adecuado que se debe realizar, así como los registros de los mantenimientos técnicos.
	3. ¿Por qué el mantenimiento del sistema de ósmosis inversa siempre suele ser realizado con apoyo de un taller externo?	Debido a las disposiciones establecidas, que tiene que ver con IMARPE ellos contratan los talleres externos y si no se cumple con la orden de servicio o falla el equipo, existe una garantía por el servicio en el cual se debe cumplir.	Se podría realizar por el personal, pero esto no se realiza para no sobrecargar al personal y tener la garantía necesaria que brinda los talleres en caso falle o se realice un mal mantenimiento, claro que el que opera la planta conoce más el equipo, pero es criterio de IMARPE sobre quien realiza el mantenimiento	Porque, está establecido que IMARPE sea el encargado del mantenimiento del equipo, y para eso designa al taller en cual deberá ir a bordo del buque a realizar dicho mantenimiento, sim embargo, no se suele tener los resultados esperados ya que hubo algunos imprevistos debido a que no siempre realizaban un buen servicio.
	4. ¿Cada cuánto tiempo por lo general se suelen renovar los componentes de tratamiento, como por ejemplo filtros y membranas?	Generalmente se está cambiando cada filtro bolsa a los 4 días de uso y los filtros de cartucho cada vez que vemos que existe un desfase en los manómetros.	No hay un tiempo exacto, esto depende de como se muestra los valores en los manómetros de trabajo y dependiendo del agua de la toma de mar donde se encuentre el buque ya que no se puede producir agua dentro de las 20 millas.	Como no está establecido cada cuanto tiempo se hace el cambio de filtros y membranas, según mi experiencia depende del estado del agua de mar que se toma para ser tratada, y de cuan buenos sean los materiales con que estén diseñados dichos componentes, lo que produjo que estemos pendientes de la producción del agua, si la producción baja entendemos que los filtros están sucios y deben ser cambiados.

	5. ¿Cuáles son las características de los filtros que utiliza el sistema de ósmosis inversa?	En la planta hay dos de tipos filtros que son el filtro bolsa y el filtro de cartucho que tiene diferentes micras para filtrar en distintos tamaños.	El sistema empieza con el filtro metálico que impide el paso de algas, choros y pescados que puedan dañar el sistema, los filtros de cartucho y bolsa son diferentes por el tamaño de filtración, el de bolsa es de 25 micras y el de cartucho es de 5 cada uno	Como los filtros están posicionados en diferentes puntos para impedir el paso de componentes contaminantes que contiene el agua de mar, deben poseer características diferentes, el primer filtro es como una malla de metal que impide el paso de componentes contaminantes grandes, el filtro de bolsa impide el paso de contaminantes mayores a 25 micras y el de bolsa impide el paso de contaminantes mayores a 5 micras.
	6. ¿Considera que debería haber un sensor de temperatura para el control como un medio de protección para la bomba de alta presión?	Desde mi punto de vista si deberíamos contar con un sensor de temperatura debido a que en el pasado tuvimos una avería en una de las plantas en donde la bomba de alta presión se quedó sin aceite y los elementos mecánicos dentro se fundieron.	Si, una de las plantas de osmosis tubo una avería cuando en una navegación succiono aire y la bomba de alta presión siguió trabajando, haciendo que la bomba fundiera sus partes mecánicas por quedarse sin aceite debido a esto se pidió poder implementar un sensor de temperatura en caso ocurriera algo parecido sin hasta ahora poder tener repuesta.	Desde mi punto de vista sí, porque la temperatura es un aspecto importante para poder saber si está pasando algún problema con la bomba de alta presión, como por ejemplo en una ocasión se filtró aire dentro de la bomba provocando que poco a poco mientras seguía en servicio la temperatura iba aumentando y las partes internas se fundieron por la pérdida de aceite.
	7. ¿Cuál es la presión de trabajo de los distintos filtros que hay en el sistema?	Cada filtro tiene una presión establecida según el manual no tengo el dato exacto, pero si hay diferente rango de presión en cada filtro.	Los filtros de cartucho tienen un manómetro de entrada y salida que deben trabajar a una presión de 3 bares y las membranas deben tener una presión de 50 bares.	La verdad desconozco con exactitud, porque no estoy muy familiarizado, pero deben de tener una presión la cual esté establecida en el manual de instrucciones del sistema.
	8. ¿Qué normas NEMA debe cumplir el tablero de control con respecto al aislamiento?	Este tablero cumple con la norma nema 4x en el cual tiene un aislamiento que evita el ingreso del polvo, humedad y las salpicaduras de agua y así evitar que se pueda producir la corrosión de los diferentes componentes eléctricos.	No sabría decirle con exactitud ya que la parte eléctrica la visualiza los técnicos encargados del sistema, pero si tengo conocimiento que tiene un aislamiento capaz de evitar que ingrese la humedad y dañe el sistema eléctrico.	Debe cumplir con la norma que especifique que es la adecuada para evitar problemas de filtración de la humedad, ya que como el tablero tiene componentes eléctricos se puede causar un electro circuito causando daños severos al sistema, produciendo la parada de la producción del agua.
	9. ¿Ha tomado conocimiento del manual del sistema de ósmosis inversa que se tiene a bordo del buque?	Si, para poder visualizar el diagrama eléctrico de la planta, además de ver los diferentes parámetros de operación, todos los que operan deben leer o tener conocimiento sobre la planta	Si, Antes de operar la planta he tenido que leer el manual de operación para poder ver el proceso sin embargo el manual no cuenta con el procedimiento en español lo que dificulta poder entenderlo por consiguiente poder operar el sistema	No conozco mucho sobre el manual, ya que no tengo conocimientos de inglés y debido a que el manual está en inglés, solo pude conocer los procedimientos de uso y mantenimiento de acuerdo a mi experiencia y con la ayuda de mis compañeros que si podían entender un poco.
Productividad del sistema de ósmosis inversa	10. ¿Considera que la producción de agua del sistema es suficiente para la operación del buque?	Hemos tenido problemas de producción ya que al no contar con un filtro multimedia acorta la vida de las membranas y eso hace que se pare la planta de osmosis para realizar una renovación de estas.	No es suficiente debido al no contar con un filtro multimedia por consiguiente no se puede realizar un adecuado mantenimiento que limita la producción al no tener un adecuado filtrado.	Normalmente no, porque en algunas ocasiones el sistema paró la producción del agua dulce, provocando que falte el agua para nuestro consumo, debido a que hace falta un mejor filtrado y por ende la producción se reduzca porque el no tener un buen filtrado se obstruían los filtros y la membrana.
	11. ¿Cuántos galones por minuto suele producir el sistema de ósmosis inversa del buque?	Esto depende de cómo este de sucio los filtros y como se encuentre el estado de las membranas, dicho esto no podría darles un dato exacto referente a los galones por minuto.	Se produce de 7 a 8 toneladas por día en el visor debería marcar 1.5 GPM bueno esto depende mucho del estado de los filtros y que el personal realice el monitoreo de los manómetros durante la operación de la planta	No podría decir con exactitud, ya que varía todos los días su producción, porque no siempre está en las óptimas condiciones, cuando se hace el cambio de filtros produce alrededor de unos 8.5 toneladas por día, y cuando está sucio aproximadamente unas 6 toneladas por día.

12. ¿Se ha realizado un análisis actual de los factores económicos con respecto al sistema de ósmosis inversa que se tiene a bordo?	No soy la persona adecuada por desconocer factores económicos, pero si bien es cierto, hay una mejora económica por la planta tanto en el buque como para la naviera.	No, pero el objetivo más que económico fue el de tener autoabastecimiento y tener una autonomía que no la teníamos en los viajes en la Antártida y ahora con los cruceros pelágicos de investigación el sistema de osmosis inversa nos brinda mucha ventaja, ya sea en cuestión de tiempo y calidad.	Desconozco, pero según mi experiencia, este sistema de producción de agua a causado que los gastos por la producción de agua sean maximizados, porque el depender de los servicios portuarios para abastecernos de agua son caros a comparación con este sistema de producción.
13. ¿Qué procedimientos se suelen establecer para garantizar la calidad de agua?	Bueno por el momento no estamos sacando prueba de pH para ver calidad solo se realiza el monitoreo del conductímetro que está en el panel de control y así ver que cumpla con las partículas por millón (PPM) para consumo humano	Por el momento no sacamos ninguna prueba, solo sabemos del estado del agua por el conductímetro del hidro panel, se debería sacar la prueba del porcentaje de hidrogeno (PH) para poder ver el estado del mineralizador y poder hacer el cambio de los elementos de este antes mencionado.	Debido a que no contamos con algo establecido a bordo, se desconoce el estado objetivo del estado del agua, solo visualizamos las partes por millón para verificar si se encuentra en condiciones aceptables para su consumo humano.

Nombre		Técnico operario 4	Técnico operario 5	Técnico operario 6
Cargo		Técnico 2° motorista	Técnico 2° electricista	Técnico 3° motorista
Años de experiencia		5 años	2 años	4 años
Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	1. ¿Cómo se realiza la gestión del mantenimiento del sistema de ósmosis inversa a bordo del buque?	La gestión encargada de realizar el mantenimiento a la planta del sistema osmosis inversa a bordo del buque Humboldt es el departamento de logística de IMARPE. Existe una falta de conocimiento técnico básico sobre la operatividad de este sistema y además no hay una capacitación adecuada con el personal que opera este sistema.	Lo que respecta a la gestión de mantenimiento, nosotros como operarios detectamos la falla, la reportamos para que en caso no dispongamos de un repuesto este sea gestionado en tierra.	Nosotros como técnicos operadores estamos encargados de verificar periódicamente el funcionamiento y performance del sistema de osmosis inversa, sin embargo, ante cualquier problema o avería, se informa al ingeniero encargado de máquinas para por consiguiente informar a IMARPE y tomar las acciones correspondientes.
	2. ¿Considera que se debe poseer un programa de mantenimiento para el sistema de ósmosis inversa a bordo del buque?	Seria de mucha importancia contar con un programa de mantenimiento que indique claramente los pasos a seguir para así realizar constantemente un mantenimiento adecuado para poder garantizar la operatividad de este sistema.	En lo absoluto porque facilitaría la longevidad de las máquinas y también una organizada comunicación con el personal de tierra.	Considero que sería un factor muy importante el tener un programa de mantenimiento, dicho esto podremos estar más capacitados y familiarizados con respecto al desempeño del sistema a osmosis inversa y dicho esto llevar un correcto mantenimiento para una larga vida útil de dicho sistema.
	3. ¿Por qué el mantenimiento del sistema de ósmosis inversa siempre suele ser realizado con apoyo de un taller externo?	El mantenimiento del sistema de osmosis de inversa lo realiza un taller externo de tierra, los técnicos operadores solo realizan labores de ayudante por así lo dispone IMARPE.	Porque es parte de las indicaciones de IMARPE, sin embargo, considero que dicho mantenimiento puede realizarlo el personal de abord, dado que interactuamos todo el tiempo con la planta.	Desde mi punto de vista, por la garantía que se cumple al ser realizado por un taller externo ya sea con respecto al adecuado mantenimiento y tener un mayor conocimiento de la planta de osmosis inversa.
	4. ¿Cada cuánto tiempo por lo general se suelen renovar los componentes de tratamiento,	Los filtros son cambiados de acuerdo de acuerdo al mantenimiento que se le hace al sistema de osmosis inversa como por	El tiempo del cambiado de filtros dependerá de la calidad del agua que es suministrada para la	Dependiendo de la zona en donde se encuentre el buque, ya que en el mar contamos con diferentes lechos marinos, fondos y especialmente zonas

	como por ejemplo filtros y membranas?	ejemplo el filtro de bolsa se cambia cada 4 días y los de cartucho se cambian de acuerdo al manómetro de desfase.	planta, pero basado en mi experiencia esto puede darse cada 2 o 3 días.	donde hay poco o mucha contaminación marina por crustáceos , bacterias entre otros.
	5. ¿Cuáles son las características de los filtros que utiliza el sistema de ósmosis inversa?	Con respecto los filtros que utiliza la planta del sistema de osmosis inversa es el filtro mecánico, filtro de bolsa y el filtro de cartucho, sin embargo, los técnicos operarios con más experiencia desconocen este tipo de filtros.	El sistema está compuesto por dos filtros, tipo bolsa de 25 micras y filtro tipo cartucho de 5 micras.	Desde mi perspectiva a bordo, los filtros cumplen una función muy importante, ya que son la principal filtración de todos los sólidos totales disueltos, desde los más grandes hasta los más pequeños, asimismo pienso que se debería considerar y complementar el filtro multimedia para ayudar y sirva de soporte a los demás filtros de bolsa o cartucho para obtener una mejor calidad y producción del sistema.
	6. ¿Considera que debería haber un sensor de temperatura para el control como un medio de protección para la bomba de alta presión?	Con respecto a tu pregunta serviría de mucha ayuda ya que esto ayudaría a que el motor no se funda, ya que habido situación en que se ha quedado sin aceite, repercutiendo económicamente en costos de reparación.	Sí como seguridad, dado que se puede darse el caso de que la bomba de alimentación puede succionar aire y esto repercutiría en la bomba de alta presión.	Considero que es un sensor muy importante para prevenir ante cualquier desperfecto o sobrecalentamiento de la bomba de alta y así evitar fallas por consiguiente averías internas.
	7. ¿Cuál es la presión de trabajo de los distintos filtros que hay en el sistema?	Muy pocos entrevistados me brindaron información sobre la presión de trabajo de los filtros como por ejemplo el filtro de cartucho es de 3 bares y las membranas trabajan a una presión de 50 bares.	A la salida del filtro de cartucho tenemos una presión de 3 bares y el de tipo de membranas por lo general a una presión de 50 bares.	El filtro de bolsa trabaja con una presión de 1 a 2 bares y el filtro cartucho a 3 bares, tomando en cuenta que la membrana trabaja a una presión de 50 bares que es dispuesta gracias a la bomba de ata presión.
	8. ¿Qué normas NEMA debe cumplir el tablero de control con respecto al aislamiento?	Solo dos técnicos contestaros que las normas NEMA que se cumple son las 4x, ya que el tablero cuenta con asilamiento que busca ingresar el ingreso de polvo, humedad y otras partículas sólidas.	La norma NEMA para el panel de control seria la 4X dado que ofrece resistencia a la corrosión.	Desconozco acerca de las normas que se establecen para el tablero de control, pero si cuento con conocimientos básicos de como verificar
	9. ¿Ha tomado conocimiento del manual del sistema de ósmosis inversa que se tiene a bordo del buque?	Los técnicos operarios desconocen el manual el sistema de osmosis inversa y lo poco que saben es por lo talleres y por los trabajos que realizan cuando existe una falla o avería y así también mencionan que el manual es muy engorroso y además que está en inglés y la mayoría de los técnicos operarios tienen un bajo nivel de inglés.	Sí, especialmente me he familiarizado con los diagramas eléctricos que sin embargo no he podido aplicar porque todo trabajo es realizado por el personal de tierra.	He tenido que leer el manual de operación en inglés sin embargo lleva terminologías náuticas y partes del sistema muy técnicos para poder entender y operar el sistema.
Productividad del sistema de ósmosis inversa	10. ¿Considera que la producción de agua del sistema es suficiente para la operación del buque?	La producción de agua que produce el sistema de osmosis inversa no es suficiente porque no se cuenta con un filtro multimedia el cual tiene un desgaste mayor y rápido de las membranas.	No, y el problema o razón no pasa por la mala práctica del agua producción, sino por averías de la planta, especialmente en sus membranas. Existe una tecnología llamada filtro multimedia el cual evita un doble trabajo de la membrana	Considero que se debería mejorar la producción, realizando un correcto mantenimiento preventivo adicionalmente implementar un filtro multimedia para una mejor producción de la misma.
	11. ¿Cuántos galones por minuto suele producir el sistema de ósmosis inversa del buque?	Para que el sistema produzca una buena cantidad de agua depende mucho del estado de los filtros y membranas lo que en promedio la producción representa de 8 a 9 toneladas de agua por día.	Por lo general una producción podría ser entre 7 a 8 toneladas diarias indicando un aproximado de 1.5 GPM cabe resaltar que esto dependerá de la calidad del agua en medida que no afecte los filtros.	Diariamente el sistema de osmosis inversa produce entre 7 a 8 toneladas por día dependiendo de la operatividad de cada filtro y/o área donde nos encontramos ya que si tenemos una toma de mar muy contaminada a lo mucho se podrá producir en el

				sistema aproximadamente entre 4 a 5 toneladas por día.
	12. ¿Se ha realizado un análisis actual de los factores económicos con respecto al sistema de ósmosis inversa que se tiene a bordo?	No se ha hecho ningún estudio sobre los factores económicos con respecto al sistema de osmosis inversa, sin embargo, ayudaría mucho a realizar un balance económico para poder establecer un indicador.	No tengo conocimiento de ello por ser parte operativa pero lo ideal es optimizar la producción del agua para evitar recurrir a una faena considerado un servicio de tierra.	Tengo conocimiento que el sistema de osmosis inversa es mucho más factible que la evaporadora ya sea en rentabilidad, teniendo en cuenta los cambios de filtros y membranas, sigue siendo rentable tanto para el buque como para la compañía naviera.
	13. ¿Qué procedimientos se suelen establecer para garantizar la calidad de agua?	No se tiene parámetros para poder garantizar la calidad del agua, lo único que se hace se monitorea con el conductímetro para garantizar que se cumplan con las PPM para el consumo humano.	Lo ideal sería un análisis de pH y dureza, pero no existe práctica de ello, sin embargo, puedo acotar que nuestro único rango lo indica el salinometro en una escala de ppm.	En este caso contamos con un re mineralizador el cual contiene calcita y minerales para mejorar la calidad del agua, mas no contamos con otro factor para garantizar la calidad.

Nombre		Técnico operario 7	Técnico operario 8
Cargo		Oficial de Mar 2°	Oficial de mar 3°
Años de experiencia		1 años	2 años
Mantenimiento preventivo del sistema de ósmosis inversa	1. ¿Cómo se realiza la gestión del mantenimiento del sistema de ósmosis inversa a bordo del buque?	El encargado de realizar la gestión es el jefe de ingeniería junto al personal de oficina de IMARPE se encarga del plan de mantenimiento de coordinar los repuestos, además de coordinar con los talleres los trabajos a realizar.	Debido a que estamos regidos a IMPARTE en cierto aspecto, debemos de seguir sus disposiciones de acuerdo a lo planteado para el mantenimiento del sistema de ósmosis inversa, porque según lo que pude experimentar aquí se tiene los conocimientos adecuados para poder desarrollar el manteamiento de forma autónoma
	2. ¿Considera que se debe poseer un programa de mantenimiento para el sistema de ósmosis inversa a bordo del buque?	Sería lo adecuado ya que nos ayudaría en poder realizar un correcto y eficiente mantenimiento preventivo abordado además de poder modernizar el tema del mantenimiento programado.	Sí, porque es muy importante tener procedimientos para toda operación que se realicen para el mantenimiento y operatividad de los equipos, así como para el sistema de ósmosis inversa ya que este sistema es muy importante a bordo porque produce agua para el consumo de la tripulación.
	3. ¿Por qué el mantenimiento del sistema de ósmosis inversa siempre suele ser realizado con apoyo de un taller externo?	Es algo que desconozco, desde que he sido parte de la dotación los talleres son los que se han encargan de los trabajos principales de los diferentes equipos abordado. Sin embargo, pienso que podríamos capacitarnos y así poder realizar algunos trabajos sin necesidad de taller.	Porque nosotros nos regimos en lo que disponga IMARPE, y para el mantenimiento del sistema de ósmosis inversa traen a especialistas externos ya que, a bordo solo tenemos la autorización de ayudar.

	4. ¿Cada cuánto tiempo por lo general se suelen renovar los componentes de tratamiento, como por ejemplo filtros y membranas?	El filtro bolsa se renueva cada dos días dependiendo de las condiciones del mar como por ejemplo las desembocaduras de los ríos que hacen ensuciar este primer filtro, los filtros de cartucho se cambian dependiendo del desfase que tiene el manómetro.	Según lo que pude apreciar, varía en tiempo en que se cambian los filtros y las bombas, y no puedo decir exactitud, pero creo que semanalmente realizan el cambio de filtro, y cuando ven que hay problemas con la presión se cambia la membrana.
	5. ¿Cuáles son las características de los filtros que utiliza el sistema de ósmosis inversa?	hay un primer filtrado de 25 micras llamado filtro bolsa además de los 2 filtros de cartucho que los dos son de 5 micras. Esto se debería completar con un filtro multimedia que no fue considerado en el diseño de la planta.	Se que el sistema tiene filtros, pero desconozco cuales son y sus características, pero son los que ayudan para la purificación del agua.
	6. ¿Considera que debería haber un sensor de temperatura para el control como un medio de protección para la bomba de alta presión?	Se puede implantar todo lo que aporte a la protección y cuidado de la bomba ya que tiene un antecedente de avería por falta de aceite.	Desconozco si debería haber un sensor, pero creo que mientras más instrumentos para tener un mejor control del sistema si debería haber.
	7. ¿Cuál es la presión de trabajo de los distintos filtros que hay en el sistema?	La presión de trabajo del filtro bolsa de 25 micras es de 1,2 bar de presión y las presiones de ingreso y salida de los filtros de cartuchos son de 3 a 3.2 bares de presión	Se que se debe tener cuidado con la presión en que trabajan los filtros, pero desconozco cuanto tienen que ser para que no haya problemas.
	8. ¿Qué normas NEMA debe cumplir el tablero de control con respecto al aislamiento?	desconozco la norma NEMA, pero si considero que la protección del tablero debe ser tal que no pueda presentar fallas por corrosión en los componentes eléctricos, considero se debería inspeccionar cada cierto tiempo su aislamiento para que pueda ver cumplir su función.	En estos momentos desconozco cuales son las normas NEMA con que se debe de cumplir para el aislamiento del tablero de control, pero si sé que se debe limpiar para que no entre polvo.
	9. ¿Ha tomado conocimiento del manual del sistema de ósmosis inversa que se tiene a bordo del buque?	no he leído el manual por limitaciones con el idioma ingles que presenta el manual sin embargo si conozco los parámetros de trabajo que debe tener cada componente del sistema.	Durante mi experiencia trate de leerlo para poder tener un mayor conocimiento, pero hay textos que no entiendo, tal vez sería necesario que nos den instrucciones y desarrollen un manual más comprensible.
Productividad del sistema de ósmosis inversa	10. ¿Considera que la producción de agua del sistema es suficiente para la operación del buque?	Si considero que la producción es suficiente para la tripulación, pero se podría ser más eficiente con la producción teniendo un adecuado mantenimiento preventivo.	Si, pero en algunas ocasiones varía la producción causando que en algunos casos el agua alcance a las justas.
	11. ¿Cuántos galones por minuto suele producir el sistema de ósmosis inversa del buque?	La planta de osmosis produce 1.5 GPM o en su equivalente de 6 LPM (litros por minuto)	Según lo que pude escuchar de los que operan el sistema de ósmosis inversa, se produce unas 7 toneladas por día, pero desconozco cuantos galones por minuto.

	<p>12. ¿Se ha realizado un análisis actual de los factores económicos con respecto al sistema de ósmosis inversa que se tiene a bordo?</p>	<p>No existe un análisis en la parte económica del costo benefició de la planta, lo que puedo decir es que abordo hay dos plantas que durante la navegación autoabastece al buque para poder así evitar la compra de agua en puerto barcazas de agua</p>	<p>No estoy al tanto de eso, pero sé que, si es muy rentable, y conviene tener este sistema de producción de agua porque es más barato que comprar agua.</p>
	<p>13. ¿Qué procedimientos se suelen establecer para garantizar la calidad de agua?</p>	<p>Se deberían tomar pruebas de pH para verificar su acides o alcalinidad además de poder tomar una muestra con un conductímetro y ver cuantas partes por millón hay en el agua producto.</p>	<p>Solo se, que se debe controlar las ppm que se muestra en el panel de control.</p>