

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE

“ALMIRANTE MIGUEL GRAU”

Programa Académico de Marina Mercante

Especialidad de Puente y Máquinas



**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES
DE ESCAPE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA
WILHELMSSEN AHRENKIEL SHIP MANAGEMENT – 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
OFICIAL DE MARINA MERCANTE MENCION EN PUENTE**

PRESENTADA POR:

**MONSALVE OROPEZA, PAOLO SALVADOR
PACHECO BENAVIDES, FERNANDO MIGUEL**

CALLAO, PERÚ

2021

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES
DE ESCAPE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA
WILHELMSSEN AHRENKIEL SHIP MANAGEMENT – 2020

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi valentía en los momentos difíciles. A mis señores padres por impulsarme a concluir con mi carrera profesional. A mi hermano Memo por ser mi ejemplo a seguir.

Y a mi abuelo Eduardo, quien es el ángel que guía mi rumbo.

Monsalve Oropeza, Paolo Salvador.

DEDICATORIA

A Dios por ser una fortaleza y
compañero a lo largo de mi vida. A mis
padres, por estar siempre presente en
toda la carrera, y por brindarme hasta
el día de hoy su apoyo incondicional. A
mis hermanos por su comprensión y
por ser mis mayores ejemplos. Y a mi
sobrina, por ser mi soporte emocional.

Pacheco Benavides, Fernando Miguel.

AGRADECIMIENTO

A nuestra Alma Mater, por cumplir con nuestra etapa formación académica, con el cual hemos desarrollado con éxito nuestro trabajo en la mar. Y a los oficiales de nivel gestión y superintendentes técnicos de la compañía naviera “Ahrenkiel”, compartieron sus experiencias y conocimientos para la elaboración del presente trabajo, en especial al Jefe de Máquinas Ormeño Terrones, Johny Richard.

ÍNDICE

	Pág.
Portada.....	i
Título.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	v
ÍNDICE.....	vi
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xv

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. Problemas específicos.....	4
1.3. Objetivos de la investigación	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación de la investigación.....	7
1.4.1. Justificación teórica.....	7
1.4.2. Justificación metodológica.....	8
1.4.3. Justificación práctica.....	8
1.5. Limitaciones de la investigación.....	9
1.6. Viabilidad de la investigación.....	10

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de las investigación	11
2.2. Marco legal.....	19
2.3. Marco teórico.....	42
2.3.1. Combustibles marinos.....	42
2.3.2. Sistema de limpieza de gases de escape.....	44
2.3.2.1. Principio de trabajo de un SLGE.....	46
2.3.2.2. Clasificación de los SLGE.....	48
2.3. Marco conceptual.....	58

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la Investigación.....	61
3.2. Muestreo.....	66
3.3. Sistema de categorías.....	68
3.4. Técnica para la recolección de datos.....	70
3.4.1 Técnica.....	70
3.4.2 Instrumentos.....	70
3.5. Técnica para el procesamiento y análisis de los datos.....	71
3.6. Rigor Cualitativo.....	72
3.7. Aspectos éticos.....	73

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Conocer cuales han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.....	75
4.1.1. Identificar que marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.....	75
4.1.2. Analizar cuáles han sido los aspectos técnicos observados para poder definir el tipo de sistema de limpieza de los gases de escape a implementar en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.....	94
4.1.3. Conocer que consideraciones se tomaron en cuenta para el análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.....	112
4.1.4. Analizar cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.....	132

4.1.5. Conocer que proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.....	140
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión.....	156
5.2. Conclusiones.....	163
5.3. Recomendaciones.....	170

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias bibliográficas	173
Referencias electrónicas.....	176

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	180
Anexo 2. Apéndices de la resolución MEPC.259(68) – Directrices de 2015 sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape.....	182
Anexo 3. Guías de entrevistas aplicados a muestra compuesto por sujetos entrevistados.....	189
Anexo 4. Ficha documental.....	191
Anexo 5. Validaciones de contenido de herramientas de recolección de datos información documental.....	192
Anexo 6. Consentimiento informado aplicado antes de realizar entrevistas a la muestra de estudio.....	227

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Muestra.....	67
Tabla 2: Matriz categorial.....	69

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Las normas “OMI2020”	21
Figura 2: Control de emisiones de SOx según área geográfica.....	22
Figura3: Inspección por el Estado rector del puerto.....	27
Figura 4: Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.....	40
Figura 5: Marco legal del sistema de limpieza de gases de escape.....	41
Figura 6: Sistema de limpieza de gases de escape montado a bordo de un buque mercante.....	45
Figura 7: Diferencias entre SLGE que utilizan rociado en forma de cono y Venturi.....	46
Figura 8: Sistema de limpieza de gases de escape tipo seco.....	49
Figura 9: Sistema de limpieza de gases de escape tipo húmedo de circuito abierto.....	52
Figura 10: Sistema de limpieza de gases de escape tipo húmedo de circuito cerrado.....	54
Figura 11: Sistema de limpieza de gases de escape tipo húmedo híbrido.....	55
Figura 12: Sistema de monitoreo continuo de emisiones.....	56
Figura 13: Sistema de monitoreo de agua de lavado.....	57

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo conocer cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño estudio de caso. Se aplicó un muestreo no probabilístico intencional la cual estuvo conformada por 03 superintendentes de flota, 06 oficiales de nivel gestión y 13 fuentes documentales. Se utilizaron como técnicas de recolección de datos la entrevista y la documentación. Los resultados permitieron establecer síntesis conceptuales sobre el marco legal, aspectos técnicos, análisis económico, repercusión en el medio marino y una proyección futura, en razón de la implementación del sistema de limpieza de los gases de escape en buques de la naviera en mención. Se concluyó estableciendo que los criterios tomados en cuenta para la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape fueron de naturaleza jurídica, técnica y económica dentro de la naviera. Con respecto a lo jurídico se pudo conocer que los instrumentos normativos tomados en cuenta fueron la Resolución MEPC.259(68) y Circular

MEPC.1/Circ.883, mientras que en lo técnico destaca la observación de la capacidad de kW de la fuente de combustión y parámetros de estabilidad, cuyas evaluaciones se realizaron sin un plan previo, lo cual afectó a la operatividad del buque mientras se encontraba en puerto. Con referencia a lo económico el sistema es rentable, más aún si los buques navegan con mayor frecuencia en zonas ECAs.

Palabras clave: Implementación, Sistemas, Limpieza, Gases, Escape, Estudio, Caso, Naviera, Wilhelmsen, Ship, Management, SLGE.

ABSTRACT

The objective of this research was to know which criteria have been taken into account for the implementation of exhaust gas cleaning systems in the shipping company Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020. It was a study with a qualitative approach, basic type, exploratory level and case study design. An intentional non-probabilistic sampling was applied which was made up of 03 fleet superintendents, 06 management-level officers and 13 documentary sources. Interview and documentation were used as data collection techniques. The results made it possible to establish conceptual syntheses on the legal framework, technical aspects, economic analysis, impact on the marine environment and a future projection, due to the implementation of the exhaust gas cleaning system in ships of the aforementioned shipping company. It was concluded by establishing that the criteria taken into account for the implementation of the exhaust gas cleaning systems were legal, technical and economic in nature within the shipping company. Regarding the legal aspect, it was possible to know that the regulatory instruments taken into account were Resolution MEPC.259 (68) and Circular MEPC.1 / Circ.883, while in the

technical aspect, the observation of the kW capacity of the source stands out. combustion and stability parameters, whose evaluations were carried out without a prior plan, which affected the operation of the ship while it was in port. With regard to economics, the system is profitable, even more so if the vessels sail more frequently in ECAs areas.

Keywords: Implementation, Systems, Cleaning, Gases, Exhaust, Study, Case, Shipping company, Wilhelmsen, Ship, Management, EGCS.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al tema de los sistemas de limpieza de gases de escape, lo cual representa una de las alternativas establecidas por la Organización Marítima Internacional (OMI), para poder cumplir con las normas “OMI 2020”, los cuales establecen un límite en el contenido de azufre del combustible y que por consecuencia limita las emisiones del mismo hacia la atmósfera.

Una de las principales características del sistema es que permite operar fuentes de combustión del buque con un combustible que contiene 3.5 % masa/masa de azufre, teniendo la capacidad de reducir las emisiones de SO₂ y CO₂ que suelen emitirse a la atmósfera.

Si bien es cierto, la implementación de un sistema de limpieza de gases de escape es opcional para las navieras, en los últimos años se ha venido observando un incremento en cuanto a la decisión de poder implantarse dicho sistema para

poder operar buques que cumplan con las medidas medioambientales estipuladas por OMI.

A través de las normas “OMI 2020”, el transporte marítimo como una industria de carácter internacional se hace presente con el fin de minimizar riesgos a la salud y afectaciones al medio ambiente (lluvia ácida), cuya causa se debe a la emisión del azufre a la atmósfera.

Tomando en consideración la decisión de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, quienes implantaron cinco sistemas de limpieza de gases de escape en los buques que operan, el presente estudio se realizó con el propósito de conocer cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación del sistema, los cuales otorguen una perspectiva sustancial para efectos de difundir un mayor conocimiento dentro del ámbito marítimo internacional.

Los aspectos que formaron parte del análisis respecto al tema central se basó en obtener información en razón al marco legal, los aspectos técnicos, el análisis económico, la repercusión en el medio marino y un acercamiento a la proyección futura con respecto a la implementación del sistema realizado por la naviera en los buques designados.

Para la recolección de datos se utilizaron la entrevista y la documentación, los cuales fueron triangulados para captar las ideas principales que puedan definir los

resultados lógicos con relación a la problemática observada en referencia de la línea de investigación.

En este sentido, desde una perspectiva metodológica cualitativa, el presente estudio representa un primer alcance cuyos resultados responden a ser aproximativos en razón de las diversas posturas arribadas vinculadas a cada una de las subcategorías de análisis, lo cual genera de por sí diversas orientaciones a formular estudios con mayor amplitud, partiendo del contexto particular representado por la decisión de la naviera en virtud de las decisiones que fueron tomadas en cuanto de la implantación del sistema de limpieza de gases de escape.

Por todo ello, el presente trabajo de investigación está distribuido de la siguiente manera:

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 REFERENCIAL, Abarca, los antecedentes de la investigación, el marco legal, el marco teórico y el marco conceptual.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO, Se presenta el diseño de investigación; muestreo; sistema de categorías; técnicas de recolección de datos; técnicas para el procesamiento y análisis de datos; rigor cualitativo y se mencionan los aspectos éticos.

CAPITULO IV: RESULTADOS, Se presentan los resultados en función a los objetivos específicos sobre los aspectos que corresponden a las subcategorías de

análisis que dan respuesta en conjunto al objetivo general del presente estudio a partir de las síntesis conceptuales establecidas.

CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, Se formulan las discusiones, conclusiones y recomendaciones en relación a los objetivos.

Finalmente se incluyen las referencias generales y sus anexos correspondientes.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El aumento de las emisiones de gases contaminantes (SOx y NOx) hacia la atmósfera producto del transporte marítimo se han venido incrementando significativamente en las últimas décadas, causando un impacto medioambiental (lluvia ácida) y un problema para la salud humana, provocando enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

A nivel internacional, una de las respuestas del sector marítimo, a través de la OMI, ha sido la implantación de las normas “OMI 2020”, lo cual a través de una enmienda realizada a la regla 14 Anexo VI del Convenio MARPOL trajo consigo que a partir del 1 de enero se establezca un límite mundial del contenido de azufre del combustible, reduciéndola del 3.50 % masa/masa a un 0.50 % masa/masa (OMI, 2020a).

En ese sentido, la OMI ha establecido alternativas para cumplir con los límites requeridos respecto a las normas “OMI 2020”, entre los cuales destacan lo siguiente:

- Uso de combustible marino con bajo contenido de azufre (0.50 %).
- El uso de los sistemas de limpieza de gases de escape o “scrubber”, cuando se utilice combustible de 3.50 % m/m de azufre, lo cual se considera un método equivalente (Regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL).
- Uso de combustible alternativo, ya sea gas natural licuado o metanol.
- Uso de fuentes de poder en puerto cuando el buque está en el muelle (OMI, 2020).

Con respecto al sistema de limpieza de gases de escape (SLGE) López (2015) señala que empezaron a utilizarse desde el siglo pasado, siendo en el año de 1991 la fecha en la cual se instala el primer prototipo cuya eficiencia de reducción de los SO_x fue del 90 % y con respecto del CO₂ de un 30 %.

Con la implantación de las normas “OMI 2020” un aproximado de 4000 buques hasta el año 2020 han venido implementado el SLGE, siendo los de tipo húmedo de circuito abierto adaptado a la superestructura del buque los de mayor demanda dentro de la industria del transporte marítimo (Navingo, 2020; Asociación de sistemas de limpieza de gases de escape [EGCSA], 2020).

La naviera alemana Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, posee 72 naves y ha implementado hasta el momento en 5 buques portacontenedores SLGE de

tipo húmedo de circuito abierto, lo cual ha representado una forma de cómo responder al cumplimiento de las normas respecto a los límites de azufre.

Tomando en consideración los demás buques que posee la naviera, es de relevancia poder ubicar los criterios que determinaron las decisiones dentro de la gestión técnica de la empresa para implementar dicha tecnología en algunos de los buques de la flota, ya que causa cierta extrañeza que sólo se hayan instalado en un número mínimo de naves.

En tal sentido, bajo lo expuesto, el presente trabajo de investigación se orienta a conocer los criterios tomados en cuenta por la naviera que determinaron el costo/beneficio dentro de la gestión de la empresa para poder implementar SLGE, con el fin de poder asentar una base de conocimiento importante dentro del rubro vinculado a la operación de los buques en correspondencia con los límites de azufre establecidos por las nuevas normas medioambientales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?

1.2.2. Problemas específicos

-¿Qué marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?

-¿Cuáles han sido los aspectos técnicos observados para poder definir el tipo de sistema de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?

-¿Qué consideraciones se tomaron en cuenta para el análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?

-¿Cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?

-¿Qué proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Conocer cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

-Identificar qué marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

-Analizar cuáles han sido los aspectos técnicos observados para poder definir el tipo de sistema de limpieza de los gases de escape a implementar en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

-Conocer que consideraciones se tomaron en cuenta para el análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

-Analizar cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

-Conocer qué proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

El presente trabajo de investigación presenta un marco referencial el cual sistematiza un conjunto de conceptos y posturas críticas de carácter teórico y legal cuyos temas se relacionan con la línea de investigación, lo cual, en consecuencia, podría tomarse en consideración en futuros estudios vinculados al propósito establecido.

Un punto muy importante en relación con los estudios realizados en el contexto nacional peruano, es el desarrollo de un marco legal en la cual se ciñen las normas relacionadas con el uso de SLGE aplicables al ámbito marítimo dentro de la operación de buques mercantes, cuyo conocimiento base representa un aspecto fundamental para la comprensión del problema de investigación y la búsqueda de una solución.

1.4.2. Justificación metodológica

Desde la perspectiva metodológica, una de las motivaciones que llevaron a realizar el presente trabajo de investigación tuvo que ver con la falta de estudios dentro del ámbito marítimo vinculado a la operación de buques mercantes sobre el análisis costo/beneficio de la implementación de SLGE para poder cumplir con la norma “OMI 2020”, cuya decisión enmarca una inversión significativa.

Por otra parte, considerando la postura metodológica que caracteriza a un estudio cualitativo, la cual se caracteriza por ser flexible en la secuencia de las actividades que se realizan para poder responder al planteamiento del problema a través de un diseño metodológico muy propio de acuerdo a las circunstancias empíricas que se presentaron, el trabajo de investigación puede someterse a réplica en otros contextos similares, bajo el cual se podrían formular actividades similares en respuesta de nueva generación de conocimiento.

1.4.3 Justificación práctica

Con el presente estudio, se aporta conocimiento base sobre un caso particular sobre las características y criterios respecto a las decisiones que se tomaron en cuenta para poder implementar SLGE en algunos buques de la naviera en mención, con lo cual, se aporta con información que pueda ayudar a otras empresas dentro del rubro naviero a tomar una mejor decisión en

razón a una de las alternativas que presenta la OMI para cumplir con los límites de azufre en las emisiones.

Por otra parte, generando mayor conocimiento sobre un fenómeno de actualidad que responde a una medida medioambiental dentro del ámbito marítimo, se podrían proyectar futuros estudios que consideren cada vez mayores especificaciones en razón de la implementación de los SLGE, lo cual pueda ayudar a establecer algoritmos que solucionen problemas de gestión en las navieras.

1.5. Limitaciones de la investigación

En la literatura científica marítima peruana no existe ningún estudio relacionado con el tema de investigación, lo cual establece una carencia de información sobre una alternativa actual con respecto a cumplir con las normas “OMI 2020”, lo cual determinó realizar un marco de referencia con base a información establecida en estudios internacionales.

Otra limitación a considerar tuvo que ver con la falta de especialistas con respecto a la implementación y uso sobre los SLGE en el contexto nacional, lo cual dificulta y limita el proceso de investigación al no poseer una información sustancial de primera mano en el medio local.

Así también, en la fase de recolección de datos se tuvo que esperar un tiempo considerable para poder entrar en comunicación con los superintendentes de flota

de la empresa y jefes de máquinas vinculados a la operación de los buques en donde se instalaron los SLGE, debido a la naturaleza de la labor que realizan, sin embargo, dicha situación representa un aspecto a tomarse en cuenta cuando se busque realizar un estudio de propósito similar.

1.6. Viabilidad de la investigación

El presente trabajo de investigación fue viable ya que se pudo contar con el recurso humano, financiero y tecnológico (plataforma de comunicación virtual) que contribuyó a recabar los datos e información necesaria para poder responder al problema de investigación. De esta forma, se planteó una solución a la interrogante formulada con base a evidencias concretas que satisfacen la labor empírica del proceso.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la investigación

La presente investigación se respalda en los antecedentes nacionales de Gutiérrez y Montes (2020), con un estudio que intitula: “*Finos catalíticos y su influencia en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante: Una aproximación cualitativa desde la perspectiva de proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano*”. Se propusieron como objetivo conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano. Las características metodológicas determinaron que fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio, diseño fenomenológico. La muestra estuvo conformada por cuatro ingenieros petroquímicos quienes laboran en refinerías peruanas; seis jefes de máquinas y un superintendente de flota quienes están vinculados al cabotaje marítimo en el

Perú. Los resultados permitieron realizar síntesis conceptuales con respecto a las condiciones sobre las cuales es producido los combustibles marinos residuales intermedios; la presencia de finos catalíticos y la afectación a la máquina principal; la trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible; y las acciones para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal. Concluyeron estableciendo que no existe un conocimiento idóneo sobre las repercusiones de los finos catalíticos en la máquina principal dentro del transporte marítimo peruano que realiza cabotaje; considerando también que las concentraciones irán aumentando debido a que el uso de catalizadores en las refinerías es indispensable para disminuir la concentración de contenidos de azufre.

Asmat y Yupanqui (2020) realizaron un estudio titulado: “*Visión prospectiva sobre el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020*”. Se plantearon como objetivo analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño fenomenológico. La muestra estuvo conformada por 15 unidades documentales y 8 jefes de máquinas vinculados a la operación de buques mercantes quienes realizan cabotaje en el Perú. Utilizaron como técnicas de recolección de datos la documentación y la entrevista. Los resultados permitieron establecer teorizaciones con respecto a las características, ventajas, desventajas y precio

con el cual se establece una visión prospectiva de acuerdo con el objetivo de estudio basado en el análisis de los combustibles destilados, residuales y de los alternativos tales como el gas natural y el metanol. Concluyeron afirmando que en el contexto nacional en los buques que realizan cabotaje en el Perú se utilizan actualmente los residuales con bajo contenido de azufre y que en un futuro será el más adecuado tomando en cuenta criterios financieros, operativos y económicos equilibrados con respecto a las regulaciones que han sido establecidas por las normas “OMI 2020”.

Quispe y Castrejón (2018) quienes realizaron un estudio titulado: “*Importancia de la regulación OMI sobre emisiones de SOx en el transporte marítimo en el Perú para el año 2020*”. Se propusieron como objetivo conocer cuál es la importancia de la regulación OMI sobre emisiones de SOx en el transporte marítimo en el Perú para el año 2020, así como evaluar una posible solución para su cumplimiento con el uso de energías alternas. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño fenomenológico. Utilizó como técnicas de recolección la entrevista y la documentación. La muestra estuvo compuesta por jefes de máquinas y superintendentes de flota de navieras peruanas. Así también se recopilaron unidades documentales para poder profundizar en el análisis. Los resultados establecieron diversas consideraciones determinando alternativas de fuentes de energía, así como una evaluación de las alternativas más viables considerando encuestas realizadas dentro del mercado de la OMI y a nivel mundial. Concluyeron sosteniendo que el uso de GNL como energía alternativa para la propulsión de los buques sería la opción más viable, ya que cumple con la regulación OMI sobre emisiones de SOx.

Entre los antecedentes internacionales destaca Ayala (2019) quien realizó un estudio titulado: *“Estudio comparativo de sistemas de gases de exhaustación (Scrubbers). Diseño de un procedimiento de selección y evaluación económica para su aplicación en buques existentes”*. Se propusieron como objetivo explicar la problemática respecto a la presencia de contenidos de azufre en los combustibles marinos, acto seguido realizar brevemente una descripción de los tipos de combustibles marinos que actualmente se encuentran en el mercado, así como una descripción de las características principales. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación y como herramientas de recolección de datos fichas de investigación. Los resultados permitieron establecer diversas síntesis conceptuales con respecto a la problemática de la presencia de azufre en los combustibles marinos; refinación del petróleo y tipos de combustibles marinos; la normativa internacional referente a la prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por los buques; una comparativa de sistemas de gases de exhaustación (scrubbers); proceso de selección y un caso económico. Entre una de las principales conclusiones el autor resuelve que las entre las principales recomendaciones establecidas por la OMI resalta el uso de tecnologías, scrubbers, LNG o utilizar combustible con bajo contenido de azufre con el fin de cumplir con el marco normativo lo cual entró en vigor el 1 de enero de 2010. Así también, estableció que con respecto a la instalación de scrubbers que resulta más caro implementarlo en un buque existente que un buque nuevo, y que el costo representa un valor promedio de 50 euros / kW.

García (2019) con su trabajo de investigación titulado: “*Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados?*”. Se propusieron como objetivo conocer y analizar el impacto de la normativa de reducción de azufre en combustible en los sectores implicados. Fue una investigación de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio, tipo básica y diseño narrativo. Utilizó como técnica de recolección de datos la documentación y como herramientas de recolección de datos fichas de investigación con los cuales pudo recabar, organizar y analizar la información obtenida. Los resultados permitieron establecer teorizaciones con respecto a la normativa impuesta por OMI a través del Convenio MARPOL, el cumplimiento de la normativa expuesta, las consecuencias en los diferentes sectores del petróleo y el problema de cara al futuro con energías alternativas. Concluyó estableciendo que ante la nueva normativa instaurada dentro del sector marítimo los armadores tienen que adaptarse tomando decisiones sobre las alternativas más rentables y eficiente para las respectivas flotas que poseen. Por otra parte, establece que las refinerías necesitarán ampliar la infraestructura correspondiente para poder responder satisfactoriamente a la demanda de los combustibles que se vienen utilizando dentro del ámbito vinculado a la operación de buques mercantes.

Panasiuk et al. (2018) realizó un trabajo de investigación titulado: “*El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx*”. Se propusieron como objetivo elaborar un algoritmo de evaluación de la estabilidad del buque y la selección de la ubicación óptima del depurador a bordo. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño investigación-acción. Utilizaron como técnicas de recolección de datos la observación y la documentación. Se observaron cuestiones relacionadas a la

ubicación del sistema, la estabilidad del buque y la identificación de los cambios necesarios a causa de la instalación de dicho sistema (peso muerto, espacio adicional, etc.). Los resultados permitieron establecer teorías respecto a la configuración del sistema depurador y todos los parámetros de peso y tamaño de los elementos; el algoritmo de evaluación del cambio de estabilidad del buque con un depurador a bordo; el cálculo de cumplimiento con los criterios de estabilidad del buque; y la aprobación de la evaluación del algoritmo para el cambio de estabilidad del buque con depurador a bordo. Concluyeron estableciendo que el método de formulado es basado en un método de ingeniería de evaluación del impacto de instalación del depurador de SO_x en la estabilidad del buque existente dentro del ámbito de los requisitos entre los que resaltan; Peso muerto, asiento, escora, metacentro, etc. En tal sentido, el presente algoritmo se presenta como un alcance de adaptación del método desarrollado sobre el real.

Endres et. al. (2018) realizaron un estudio titulado: *“Una nueva perspectiva en el interfaz buque-aire-mar: El impacto ambiental de la descarga de los sistemas de limpieza de gases de escape”*. Se propusieron como objetivo analizar con mayor énfasis la descarga de los sistemas de limpieza de gases de escape utilizados a bordo de los buques para cumplir con la normativa vigente con respecto a los límites de azufre. Fue un estudio enfoque cualitativo, tipo básico, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación y recopiló fuentes documentales tales como normativa respecto a emisiones de gases, químicas y técnicas. Los resultados establecieron orientaciones teóricas con respecto a los efectos de las emisiones del buque en la atmósfera, biogeoquímica marina y salud humana; marco legal para reducir la

contaminación ocasionada por los buques y previsiones de emisiones de depuradores de gases basado en datos de tráfico marítimo y datos de las compañías navieras. Se concluyó estableciendo que el uso de los sistemas de limpieza de gases de escape ha representado una ayuda significativa para la industria marítima pero que sin embargo hasta la actualidad no existe un conocimiento certero sobre el impacto que genera el agua de lavado lo cual es emitido hacia el mar, por lo que exhortan a realizar estudios multidisciplinarios con el fin de poder ser cada vez conocedores certeros de las incidencias a partir del uso de depuradores.

Por último, López (2015) quien realizó un estudio titulado: “*Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos*”. Se propuso como objetivo analizar la entrada en vigor de las normas sobre los límites de azufre desde una perspectiva que afecte a países mediterráneos y del sur de Europa, debido a que veían lejos la bajada del nivel de azufre para el año 2020 en las respectivas áreas geográficas. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación y la observación. Utilizó como herramientas de recolección de datos una ficha de observación y otra de síntesis para análisis de contenido. Los resultados permitieron plasmar diversas síntesis conceptuales con respecto a la regulación de los combustibles marinos; los combustibles marinos (consumo y producción); evaluación de las consecuencias del cambio al consumo de gasóleo; otras alternativas de cumplimiento de la regulación; y análisis de las tres alternativas de cumplimiento. Concluyó sosteniendo que la entrada en vigor de la nueva normativa de la OMI tendrá consecuencias económicas, operativas y

financieras en el sector marítimo, pero también en las empresas dedicadas a la producción del petróleo de cada país.

2.2. Marco legal

El transporte marítimo internacional tiene la particularidad de ser altamente regulado, ya que se encuentra afectado por un conjunto de normas técnicas y funcionales que los buques mercantes deben cumplir en aras de garantizar la seguridad de la vida humana en el mar, la prevención de la contaminación y el cuidado de la carga.

Las normas “OMI 2020” forman parte de un conjunto de reglas medioambientales las cuales buscan minimizar el porcentaje de azufre de los combustibles marinos, con el fin de mejorar la calidad de la vida humana respecto a las enfermedades pulmonares y cardiovasculares generadas por gases contaminantes (SOx) y reducir los daños al medio ambiente.

Las medidas que han sido estipuladas dentro del marco medioambiental referido provee una serie de acciones que los buques mercantes pueden adoptar para responder de manera consistente al cumplimiento de la norma, en la cual resalta el uso de sistemas de limpieza de los gases de escape.

En ese sentido, los instrumentos normativos aplicables al sector marítimo en relación con la operación de los buques mercantes en razón con el uso de sistemas de limpieza de los gases de escape para cumplir con la norma “OMI 2020”, tienen relación con los siguientes:

-Convenio MARPOL: El Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, conocido también como “Convenio MARPOL” es un

instrumento jurídico de mayor jerarquía vinculado a minimizar la contaminación ocasionado por los buques mercantes tanto hacia el medio marino y la atmósfera de acuerdo con la zona geográfica donde existe el tráfico marítimo.

Fue adoptado en el año de 1973 y entró en vigor el 2 de octubre de 1983 y tiene como objetivo “prevenir y reducir al mínimo la contaminación ocasionada por los buques, tanto accidental como procedente de las operaciones normales, y actualmente incluye seis anexos técnicos” (OMI, 2020b, párr. 3).

Los Anexos que forman parte del Convenio MARPOL son:

- Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos.
- Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel.
- Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos.
- Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques.
- Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación ocasionada por las basuras de los buques.
- Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.

El Anexo VI es aquel componente técnico del Convenio MARPOL, en la cual se estipulan las diferentes normas aplicables a la prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por los buques, en la cual se establece el punto de

partida que los buques deben considerar para minimizar el porcentaje de azufre en las emisiones producto del consumo de combustible marino.

Figura 1
Las normas “OMI 2020”



Nota. Las normas “OMI 2020” forman parte de un conjunto de prescripciones medioambientales los cuales buscan minimizar el porcentaje de azufre en las emisiones de los buques (<https://www.amnautical.com/>)

-Anexo VI del Convenio MARPOL: El Anexo VI del Convenio MARPOL, denominado “Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques” entró en vigor el 19 de mayo de 2005 y establece un conjunto de normas las cuales versan sobre los gases contaminantes, gases de efecto invernadero y otro material particulado cuya fuente de emisión vienen de los buques mercantes.

En la actualidad el presente Anexo consta de 25 reglas divididas en 5 capítulos: Capítulo 1 Generalidades; Capítulo 2 Reconocimiento, certificación y medios de control; Capítulo 3 Prescripciones para el control de las emisiones de los buques; Capítulo 4 Reglas sobre la eficiencia energética de los buques; Capítulo 5 Verificación del cumplimiento de las disposiciones del presente anexo (OMI, 2017).

Dentro del capítulo 3 existen 2 reglas las cuales trae consecuencias que se relacionan con el uso de los SLGE:

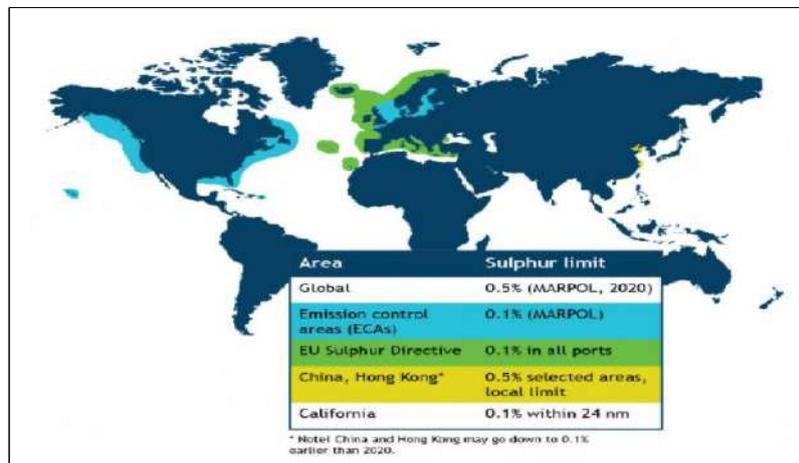
- Regla 14 (Óxidos de azufre [SO_x] y materia particulada): Se establece que el contenido de azufre de todo combustible no debe exceder a 0.50 % masa/masa a partir del 1 de enero de 2020.

Así también se establece para zonas ECAs un límite de 0.10 % masa/masa a partir de la fecha antes mencionada.

- Regla 18 (Disponibilidad y calidad de fueloil): Se establecen prescripciones sobre la gestión del combustible marino que cumpla con la norma anterior, en la cual se establece un marco de actividades a ser cumplidas por las Administraciones, operadores de buques y proveedores del combustible.

Figura 2

Control de emisiones de SO_x según área geográfica



Nota. Las zonas globales tienen un límite del 0.5 % masa/masa respecto al SO_x, mientras que las zonas ECAs lo limitan a un 0.1 % masa/masa (<https://www.rankia.com/blog/tomas-garcia/4266377-imo-2020-opportunidades-amenaza>)

-Resolución MEPC.305(73): Titulado “Enmiendas al Anexo del Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el protocolo de 1978”, el cual fue adoptado el 26 de octubre de 2018 y tuvo como objetivo enmendar el contenido

de azufre de los combustibles marinos, disminuyéndolo desde un 3.50 % masa/masa a un 0.50 % masa/masa para las zonas globales, y para zonas ECAs hasta un 0.10 %.

La presente enmienda fue adoptada el 26 de octubre de 2018, y trajo como consecuencias grandes cambios tanto para operadores de buques, proveedores de combustible y figuras operativas quienes tienen responsabilidades respecto a las inspecciones aplicables.

-Resolución MEPC.320(74): Titulado “Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL” el cual tiene como propósito garantizar la implantación uniforme de los límites de azufre del 0.50 en correspondencia con lo establecido en el Anexo VI del Convenio MARPOL a raíz de la enmienda establecida en el MEPC.305(73) (MEPC, 2019a).

En el párrafo 3.0.2 se establece lo siguiente:

En la actualidad, la mayoría de los motores diésel marinos y las calderas de los buques que operan fuera de las zonas de control de las emisiones (ECA) están optimizados para funcionar con el fueloil pesado. A partir de 2020, los buques estarán obligados a utilizar fueloil con un contenido de azufre igual o inferior al 0.50 % masa/masa, a menos que cuenten con un método de cumplimiento equivalente aprobado (MEPC, 2019a, p. 3).

Cabe resaltar que, de acuerdo con las consideraciones mencionadas, el sistema de limpieza de los gases de escape representa una de las alternativas o método equivalente aprobado que establece la OMI para poder responder de manera consistente con las normas “OMI 2020”.

El uso de sistemas de limpieza de los gases de escape permite que se pueda utilizar combustible residual con alto contenido de azufre, lo cual aminora costos frente al hecho de utilizar combustibles con bajo contenido de azufre, sin embargo, el costo de instalación del sistema demanda una fuerte inversión económica para las compañías propietarios de los buques mercantes que forman parte de las flotas respectivas.

-Resolución MEPC.321(74): Titulado “Directrices sobre la supervisión por el Estado rector del puerto en virtud del capítulo 3 del Anexo VI del Convenio MARPOL, 2019” el cual tiene como propósito facilitar orientaciones básicas sobre la realización de inspecciones en el marco de las inspecciones que debe realizar el Estado rector del puerto en cumplimiento con el Anexo VI del Convenio MARPOL (MEPC, 2019b).

Fue adoptado el 17 de mayo de 2019 y se compone de 3 capítulos: Generalidades, inspecciones de buques a los que se exige llevar a bordo el certificado IAPP e inspecciones de buques a los que se exige llevar a bordo el certificado IAPP.

Dentro de las consideraciones que forman parte de las inspecciones de buques a los que se exige llevar a bordo el certificado IAPP y en relación con el sistema de limpieza de gases de escape se señala lo siguiente:

- Uno de los principales aspectos a determinar por el inspector encargado es determinar la fecha de construcción del buque y la de instalación de los equipos en relación con el cumplimiento de las disposiciones del Anexo VI.
- La documentación aprobada relativa a los SLGE (ya sea el SECC siempre y cuando se haya expedido, ETM, OMM, SECP) o medios equivalentes instalados para reducir las emisiones de SO_x en conformidad con la regla VI/4.
- Por otra parte, se verifican si los registros de vigilancia establecidos en relación con los SLGE se encuentran conformes, demostrando que se cumplen con el monitoreo de los parámetros correspondientes, e inclusive el registro de descarga de nitratos y los registros de funcionamiento, o una alternativa aprobada (MEPC, 2019b).

Con respecto a la inspección inicial en buques provistos de medios equivalentes de cumplimiento con respecto al SO_x se establece que la supervisión llevada a cabo por el Estado rector del puerto debe examinar:

- Evidencias de que el buque ha recibido la aprobación oportuna para todo medio equivalente instalado.
- Pruebas de que el buque utiliza un medio equivalente determinado en el suplemento del Certificado IAPP, para las unidades de combustión del combustible a bordo.

- Las notas de entrega de combustible de a bordo en las que se indique que el combustible marino va a ser utilizado con un equipo equivalente de cumplimiento con respecto a los SOx o que el buque está sujeto a una exención pertinente para llevar a cabo pruebas relativas a la investigación de tecnologías de control y reducción de las emisiones de SOx.

Se establece también que cuando un SLGE no cumple con las prescripciones pertinentes, se comunique a la Administración de abanderamiento del buque con copias con la autoridad competente del puerto de destino pertinente, el error, con el objetivo de evitar penalizaciones.

Entre otras inspecciones con más detalles aplicables a los buques que poseen el SLGE destaca la supervisión de los sistemas de vigilancia, para lo cual deberá examinar la instalación y si se ha venido utilizando en conformidad con la documentación aprobada correspondiente con base a los procedimientos tal y como lo establece el manual.

Además, se resalta el párrafo 2.6.6, ya que se hace mención acerca de la verificación correcta del sistema junto al sistema de vigilancia continua y del procesamiento de datos a prueba de manipulación indebida. La comprobación debe abarcar, la relación de emisiones, el Ph, los PAH y la turbidez como valores límite expresados en el ETM-A o ETM-B.

En cuanto a las deficiencias observables los cuales pueden ameritar una detección, se enfatiza lo siguiente:

En los buques provistos de medios equivalentes de cumplimiento respecto de los SOx, la falta de la aprobación oportuna del medio equivalente que se aplique a las unidades de combustión pertinentes de a bordo. En cuanto a las unidades de combustión no conectadas a un SGLE, el contenido de azufre de todo fueloil que se utilice en dichas unidades rebasa los límites estipulados en la regla VI/14, teniendo en cuenta lo dispuesto en la regla VI/18.2 (MEPC, 2019, p. 13).

Ante lo mencionado se puede extraer que cuando un buque utilice un SGLE no cumpla con los parámetros establecidos en virtud del cumplimiento de las normas basadas en el límite de azufre, podría ser detenido por un inspector, para lo cual, es importante que la gestión del buque garantice que se cumplan con todos los criterios de vigilancia y monitoreo de los parámetros según el plan establecido.

Figura 3

Inspección por el Estado rector del puerto



Nota. Con respecto a los SLGE, el control del Estado rector del puerto puede detener a un buque siempre y cuando no se cumpla con los criterios de vigilancia y monitoreo en relación con los parámetros establecidos en conformidad con el plan. (<https://www.alamy.com/>)

-Resolución MEPC.259(68): Titulado “Directrices de 2015 sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape” y fue adoptado el 15 de mayo de 2015 con el objetivo de especificar las prescripciones relativas a los ensayos, certificación de las inspecciones y la verificación de los sistemas LGE en conformidad con la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL (MEPC, 2015).

Los alcances establecidos en el presente instrumento normativo, busca garantizar que el método equivalente instalado en un buque cumpla de manera cabal con las reglas que limitan la emisión del azufre proveniente de los combustibles marinos utilizados a bordo del buque.

Las directrices avalan dos planes: El plan A (certificación de la unidad mediante comprobaciones de los parámetros y las emisiones) y el plan B (vigilancia continua de las emisiones mediante comprobaciones de los parámetros).

Todo buque que utilice de manera parcial o total un SLGE debe ceñirse a un plan de cumplimiento en conformidad con las emisiones de SO_x (SECP) aprobado, lo cual permitirá un control adecuado del mismo de acuerdo con las características que la identifican.

Se detallan además algunas notas de seguridad en las cuales se mencionan cuestiones relacionadas con la manipulación y proximidad de los gases de escape, el equipo de medición, el almacenamiento, la utilización de gases puros y de calibración en recipientes a presión.

A continuación, se presentan algunas características relevantes con respecto a los planes que se permiten con respecto al cumplimiento de las normas “OMI 2020”:

Plan A – Aprobación, reconocimiento y certificación del sistema LGE mediante comprobaciones de los parámetros y las emisiones	Plan B – Aprobación, reconocimiento y certificación del sistema LGE mediante la vigilancia continua de las emisiones de SOx
Generalidades	Generalidades
<p>-El plan A tiene como objetivo aprobación de una unidad, unidades fabricadas en serie y la aprobación de la gama de las unidades.</p>	<p>-El plan B tiene como objetivo demostrar que las emisiones procedentes de una unidad de combustión de combustibles marinos equipada con un sistema de LGE cumplan con lo estipulado en el SECP.</p>
Aprobación de la unidades	Aprobación
<p>-Para la aprobación de una unidad, unidades fabricadas en serie y la aprobación de la gama de las unidades, el plan A ha desarrollado directrices que deben ser cumplidas por los fabricantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de la unidad: Para que la aprobación se lleve a cabo, la unidad LGE debe certificarse como apta para satisfacer el valor límite; es el nivel de emisión que la unidad puede alcanzar de manera continua utilizando un combustible marino con alto contenido de azufre. • Aprobación de unidades fabricadas en serie: Para la aprobación de las unidades LGE con los mismos caudales máxicos, y para evitar la prueba de cada uno de ellos, el fabricante puede presentar a la administración un acuerdo 	<p>-Para la aprobación del plan B, el sistema de vigilancia debe ser aprobado por la administración, avalado por los resultados obtenidos durante el ensayo de monitoreo continuo.</p>

<p>de conformidad de producción para que sea aprobado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de la gama de productos: Para la aprobación de las unidades LGE con diferentes caudales máxicos de capacidad, la Administración acepta ensayos de sistemas LGE de tres capacidades distintas. <p>-Los datos obtenidos de conformidad con esta sección deberían presentarse a la Administración para su aprobación junto con el ETM-A.</p>	
<p>Reconocimiento y certificación</p>	<p>Reconocimiento y certificación</p>
<p>-La certificación de la unidad LGE se da al verificar el valor límite establecido por el fabricante, ante esto la Administración expedirá un SECC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A toda unidad LGE. • A todas las unidades LGE con mismo caudal máxico. • A todas las unidades LGE con diferente caudal máxico. <p>-El fabricante de cada unidad LGE debe facilitar un Manual técnico relativo al sistema LGE – “Plan A” (ETM-A), en el cual figure lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la unidad (fabricante, tipo, número de serie), descripción de la unidad y sus sistemas auxiliares. • La gama de valores de funcionamiento que la unidad haya certificado. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Caudal máxico máximo de los gases de escape. ✓ Potencia, el tipo y valores de la unidad combustión, motor de dos o cuatro tiempos. 	<p>-El sistema de vigilancia del sistema LGE debe estar sujeto al reconocimiento antes y después de ser instalado a bordo por parte de la administración.</p> <p>-La regla 10 del Anexo VI de MARPOL, los sistemas de vigilancia de las unidades también son objeto de inspección por el Estado rector del puerto.</p> <p>-Tras el reconocimiento del sistema este deberá cumplimentarse en la sección 2.6 del Suplemento del Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica del buque.</p>

- ✓ Caudal máximo y mínimo de agua de lavado, presiones y alcalinidad mínima.
- ✓ La gama de la temperatura máxima y mínima de los gases de escape a la entra y salida.

- Prescripciones correspondientes para que la unidad pueda alcanzar su valor máximo de emisiones por debajo del valor certificado.
- Prescripciones relativas al mantenimiento, puesta en servicio o ajustes de la unidad para su trabajo óptimo.
- Prescripciones correctivas en caso de que supere el valor certificado en la relación SO₂/CO₂ o criterios para el agua de lavado.
- SECC.

-Las unidades deben estar sujetas a reconocimientos iniciales, anuales/intermedios y de renovación por parte de la administración.

-De conformidad con la regla 10 del Anexo VI de MARPOL, la unidad es objeto de inspección por parte del estado rector de puerto.

-Tras el reconocimiento del sistema este deberá cumplimentarse en la sección 2.6 del Suplemento del Certificado internacional de prevención de la contaminación

atmosférica del buque.	
Límites de las emisiones	Cálculo del régimen de emisiones
<p>-Cada unidad LGE instaladas en motores diésel marinos que suministran potencia para la propulsión principal y auxiliar deberá estar apta para reducir las emisiones hasta niveles igual o inferiores del valor certificado en cualquier punto de carga cuando esté en marcha.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La unidad deberá satisfacer todas las cargas entre el 25 % y el 100% para los motores de propulsión principal diésel. • La unidad deberá satisfacer todas las cargas entre el 10 % y el 100% para los motores auxiliares diésel. 	<p>-La composición de los gases de escape deberá medirse en un lugar adecuado que se encuentre a la salida de la unidad LGE</p> <p>-La concentración de SO₂(ppm) y CO₂(%) debe vigilarse en todo momento y ser introducidos en un dispositivo de registro y procesamiento de datos.</p>
Procedimientos para demostrar el cumplimiento a bordo	Procedimientos para demostrar el cumplimiento del límite de emisiones a bordo
<p>-Los procedimientos de verificación para la utilización de la unidad deberá estar incluido en el ETM-A, así mismo la Administración aceptará un expediente técnico relacionado con un Certificado EIAPP o una declaración de gases de escape expedida por el fabricante.</p> <p>-El procedimiento de verificación abarca la comprobación de la documentación y física de la unidad LGE. Además el libro de registro y procesamiento donde se registran los valores de funcionamiento que deben ajustarse al valor certificado en conformidad con el ETM-A.</p>	<p>-El sistema de registro y procesamiento de datos deberá cumplir las prescripciones establecidas acerca del monitoreo de emisiones y agua de lavado.</p> <p>-Las comprobaciones aleatorias diarias de los parámetros, son necesarias para verificar el funcionamiento correcto de la unidad LGE, los cuales serán consignados en el libro de registro.</p>
	Manual técnico relativo al sistema LGE – “Plan B” (ETM-B)
	-El fabricante de cada unidad LGE debe facilitar un Manual

técnico relativo al sistema LGE – “Plan B” (ETM-B), en el cual figure lo siguiente:

- Identificación de la unidad (fabricante, tipo, número de serie), descripción de la unidad y sus sistemas auxiliares.
- La gama de valores de funcionamiento que la unidad haya certificado.
 - ✓ Caudal másico máximo de los gases de escape.
 - ✓ Potencia, el tipo y valores de la unidad combustión, motor de dos o cuatro tiempos.
 - ✓ Caudal máximo y mínimo de agua de lavado, presiones y alcalinidad mínima.
 - ✓ La gama de la temperatura máxima y mínima de los gases de escape a la entra y salida.
- Prescripciones correspondientes para que la unidad pueda alcanzar su valor máximo de emisiones por debajo del valor certificado.
- Prescripciones relativas al mantenimiento, puesta en servicio o ajustes de la unidad para su trabajo óptimo.
- Prescripciones correctivas en caso de que supere el valor certificado en la relación SO₂/CO₂ o criterios para el agua de lavado.

Ensayos relativos a las emisiones

-Las emisiones se miden en relación SO₂/CO₂, la muestra es extraída en el sentido de la corriente de gases de escape a la salida de la unidad LGE, la cual deberá mantenerse a una temperatura suficiente con objeto de evitar la condensación de agua en el sistema de muestreo, y por lo tanto la pérdida de SO₂.

- La medición de CO₂ debe utilizarse un analizador infrarrojo no dispersivo (NDIR) y con un equipo complementario, como por ejemplo secadores.
- La medición de SO₂ debe utilizarse un analizador ultravioleta no dispersivos (NDUV) y con un equipo complementario, como por ejemplo secadores

Dispositivo de registro y procesamiento de datos

-El dispositivo de registro y procesamiento debe ser resistente, estar proyectada a prueba de manipulaciones y tener capacidad de lectura, además de registrar los valores de la unidad, además tener como referencia el tiempo universal coordinado (UTC) y la posición del buque mediante el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).

-Los datos registrados deben conservarse durante 18 meses a partir de la fecha de registro, además de ser capaz de descargar una copia de los datos en caso la Administración o el Estado rector del puerto lo soliciten.

Manual de vigilancia de a bordo

-El Manual de vigilancia abordado indica cómo debe llevarse a cabo el reconocimiento de los sistemas de vigilancia para los gases de escape y el agua de lavado, esta manual es elaborado para toda unidad LGE acoplada a un equipo de combustión, la cual debe ser aprobado por la Administración. El manual debe incluir:

- Los sensores que han de utilizarse para evaluar el funcionamiento del sistema LGE y la vigilancia del agua de lavado, así como las prescripciones relativas a su servicio, mantenimiento y calibración.
- Los analizadores que vayan a ser utilizados, así como las prescripciones relativas a su servicio, mantenimiento y calibración y los procedimientos de comprobación del cero y del calibrado del analizador.

Cumplimiento por el buque

-El plan de cumplimiento de las emisiones de SO_x debe estar sujeto al cumplimiento a los prescritos en la regla 14, el cual debe ser aprobado por la Administración y para los buques que utilicen una unidad LGE. En este plan deberán enumerarse cada elemento del equipo de combustión que tenga que ajustarse a las prescripciones de la regla 14.

- De acuerdo al Plan A, el SECP deberá indicar cómo los datos de vigilancia continua demostraran que los parámetros cumplen las especificaciones recomendado por el fabricante.
- De acuerdo al Plan B, el SECP deberá indicar cómo la vigilancia continua de las emisiones de los gases de escape demostrará que la relación total SO₂ (ppm)/ CO₂(%) con respecto a la regla 14.

-El plan de cumplimiento de las emisiones de SO_x debe hacer referencia al ETM-B, al libro de registro LGE y al OMM, especificados en el Plan A y Plan B.

Agua de lavado

-Cuando el sistema se utilice en puerto o en navegación, su registro y observación del agua de lavado debe ser continua. Los datos registrados deben estar el pH, PAH, turbidez y temperatura.

-Criterios aplicables al pH.

- El agua de lavado descargada no será menor a 6.5, en el caso de maniobras una diferencia de 2 unidades.
- Se usara como referencia la alcalinidad del agua de mar de 2200 umol/litro y un pH de 8,2.
- El electrodo de pH y el medidor de pH deben tener una escala de 0.1 unidades de pH.

-Hidrocarburos aromáticos policiclicos (PAH).

- La concentración máxima del PAH no será mayor a 50 ug/L PAHphe (fenantreno equivalente), superior a la concentración de PAH del agua de entrada.

- El límite normal de caudal del agua de lavado es de 50 ug/L a través de la unidad de LGE de 45 t/MWh.

CAUDAL (t/MWh)	Límite de la concentración de la descarga (ug/L de PAHphe equivalente)	Tecnología de Medición
0-1	2250	Luz Ultravioleta
2,5	900	Luz ultravioleta
5	450	Fluorescencia
11,25	200	Fluorescencia
22,5	100	Fluorescencia
45	50	Fluorescencia
90	25	Fluorescencia

-Turbidez/partículas en suspensión.

- El sistema de tratamiento del agua de lavado está preparado para reducir las partículas en suspensión, metales pesados y las cenizas.
- La turbidez continua máxima del agua de lavado no deberá superar la turbidez del agua de entrada en más de 25 FNU (unidades nefelométricas de formacina) o 25 NTU (unidades nefelométricas de turbidez).

Ver Anexo 2 (Apéndices de las directrices de 2015 sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape).

(MEPC, 2015).

-MEPC.1/Circ.883: Titulado “Orientaciones sobre la indicación del cumplimiento en curso en caso de fallo de un solo instrumento de vigilancia, y medidas cuya adaptación se recomienda en caso de que el sistema de limpieza de los gases de escape (SLGE) no cumpla las disposiciones de las directrices de 2015 sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape (SLGE) (Resolución MEPC.259(68))”, fue adoptado el 21 de mayo de 2019.

Según la presente circular, por fallo en el sistema LGE se le conoce como la activación de una alarma y se define a toda condición que conduzca al exceso de emisiones, a excepción del exceso temporal a corto plazo debido a la dinámica del SLGE, siendo esto un comportamiento habitual en el equipo de vigilancia y variaciones de una sola señal (MEPC, 2019).

El comportamiento habitual en el equipo de vigilancia, la identificación y la reparación de fallos en el sistema LGE deben estar especificado en el manual técnico, en caso de que no haya sido resuelto el fallo en el plazo de una hora, se procederá a hacer el cambio de combustible reglamentario.

De no contar con el combustible reglamentario a bordo del buque, se deberá notificarse a las autoridades competentes a través de un reporte de no disponibilidad de combustible (FONAR), mediante lo cual se podrá evitar sanciones a través de una justificación oportuna.

Así también, se establece que el contenido de azufre del combustible, el caudal del agua de lavado y la carga del motor se mantienen en una relación

constante, si uno de los parámetros cambia, el resto también se ve afectado. Dicha relación funciona como indicador de fallo de los instrumentos, si una sola señal del sensor comienza a desviar y las otras no, esto indica que es fallo de los instrumentos más no incumplimiento de la regla.

-Obligaciones aplicables al uso de SLGE: Tomando como referencia el Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM – UNCLOS) el cual fue abierta a firma el 10 de diciembre de 1982 señala un marco general jurídico para proteger el medio marino, lo cual faculta tomar las acciones necesarias para prevenir, reducir, y controlar la contaminación marina.

En la actualidad el Convenio cuenta con 168 países firmantes, de los cuales el Perú como Estado no figura, ya que hasta el momento no se ha consentido ante dicho Convenio, siendo uno de los únicos países que al igual que Venezuela no han firmado dicho instrumento jurídico internacional.

Los artículos aplicables a las fuentes de contaminación son los el 192, 193, 194, 195 y 196, los cuales versan sobre la contaminación generada por tierra, los vertidos y los que generan los buques, en las cuales se incluyen las emisiones del buque y el uso de depuradores (Endres, 2018).

En el artículo 192 se obliga a los Estados proteger y preservar el medio marino; en el 193 el derecho sobre los recursos naturales que pueden ser explotados para cada Estado y el artículo 194 enmarca la soberanía que

poseen los Estados los cuales deben evidenciarse a través de políticas en materia de medio ambiente.

El artículo 194 señala un conjunto de medidas para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino, entre las que destacan:

- La evaluación de sustancias tóxicas, perjudiciales o nocivas.
- La prevención de la contaminación por los buques, en la cual se incluya medidas para prevenir accidentes y manejar respuestas en caso de emergencia con el fin de garantizar la seguridad de las operaciones, prevenir la evacuación y establecer normas sobre el diseño, la construcción, el equipo, la operación y las dotaciones de los buques.
- La prevención de la contaminación procedente de instalaciones y dispositivos utilizados en la exploración y/o explotación de recursos naturales.
- La contaminación procedente de otras instalaciones y dispositivos en el medio marino.

Con respecto al artículo 195, el cual titula “Deber de no transferir daños o peligros ni transformar un tipo de contaminación en otro” se establece lo siguiente: Al tomar medidas, para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino, los Estados actuarán de manera que ni directa ni indirectamente, transfieran daños o peligros de un área a otra o transformen un tipo de contaminación en otro (ONU [Organización de las Naciones Unidas], 2020, p. 120).

Así también el artículo 196 titulado “Utilización de tecnologías o introducción de especies extrañas o nuevas” señala que los Estados deben tomar medidas necesarias para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino causada por la utilización de tecnologías bajo jurisdicción o control, o introducir sustancias extrañas que puedan alterar considerablemente el medio marino (ONU, 2020).

De lo expuesto se puede establecer que las reglas 195 y 196 están relacionadas con el uso de depuradores, pero que, sin embargo, establecen una perspectiva muy general dentro del ámbito marítimo, por lo que es muy probable que a futuro se establezcan nuevas regulaciones con más restricciones respecto a las nuevas tecnologías que pueden ser utilizadas a bordo de los buques como por ejemplo son los depurados, con el fin de garantizar que la norma tenga un alcance con mayor especificidad.

Figura 4

Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar

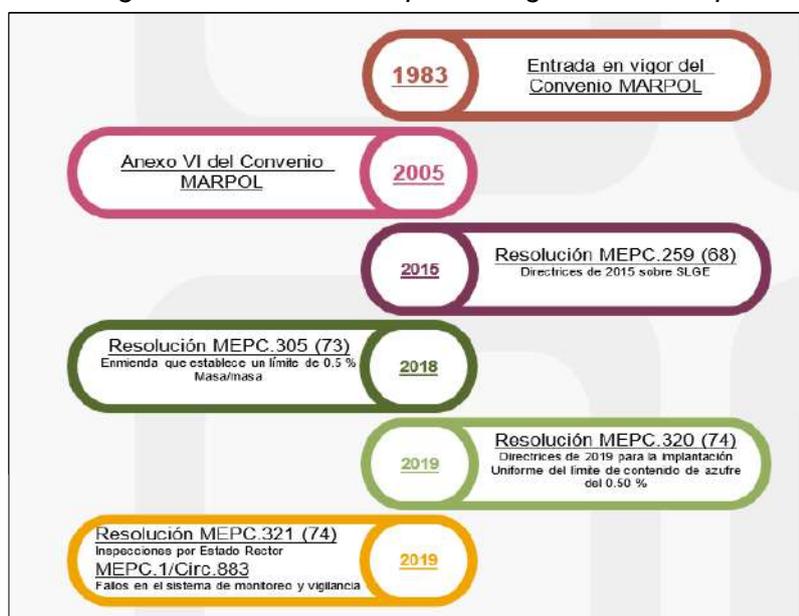


Nota. La presente Convención no ha sido firmada por el Estado Peruano, lo cual junto con Venezuela representan a dos países los cuales no forman parte de la Convención (<https://www.politics-dz.com/en/united-nations-convention-on-the-law-of-the-sea-unclos/>)

Si bien es cierto el Convenio MARPOL, representa el marco legal de la cual se derivan consideraciones técnicas muy importantes con respecto del SLGE, al tomar nota de los alcances estipuladas en CNUDM, es muy notorio que el uso de tecnologías pueden ayudar a minimizar la contaminación atmosférica, pero sin embargo, es necesario mayor investigación tanto desde el punto técnico como normativo con el fin de normalizar equilibradamente el uso de depurados que busquen minimizar el contenido de azufre en las emisiones.

Figura 5

Marco legal del Sistema de limpieza de gases de escape



Nota. Cronología de la implantación de normas relacionadas con el sistema de limpieza de gases de escape.

2.3. Marco teórico

La implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape, responde a una necesidad de poder cumplir con los límites de azufre establecidos en las normas “OMI 2020”, el cual permite seguir utilizando combustible con alto contenido de azufre hasta de 3.50 % masa/masa.

Para poder afianzar la situación relacionada con los combustibles marinos, es importante detallar un alcance teórico en cuanto la terminología y características propias los cuales permiten llevar a cabo una adecuada gestión a bordo del buque.

2.3.1. Combustibles marinos

Según Asmat y Yupanqui (2020) el combustible marino, llamado también “bunker”, es una mezcla que se origina del petróleo crudo, el cual suele ser tratado mediante el uso de sustancias aditivas lo cual mejora propiedades y cualidades, cuyo proceso corresponde a un tratamiento específico en las refinerías.

En el ámbito vinculado a la operación de buques existen normas reconocidas a nivel internacional los cuales definen características claves de los combustibles marinos los cuales determinan la idoneidad necesaria para el uso a bordo de los buques.

Los combustibles marinos suelen seguir especificaciones establecidas en la norma ISO 8217, siendo la última versión publicada la del año 2017. Según ABS (2018) las nuevas restricciones del contenido de azufre determinan los tipos de combustibles que pueden utilizarse en los buques, por lo tanto, es necesario poder conocer los valores máximos y mínimos de los contenidos de azufre y viscosidad para los combustibles estándar.

A continuación, se señala los parámetros típicos de combustibles marinos:

Tipos de combustibles marinos	Categoría ISO	Viscosidad (cSt) (en 50°C para residuales y 40°C para combustibles destilados)		Contenido de azufre (%)
		Mínimo	Máximo	
Combustible marino pesado (HFO)	Residual (RMA – RMK)	10	700	1.0 – 3.5
Diésel marino (MDO)	Destilado (DMB)	2	11	0.10 – 1.5
Gasoil marino (MGO, Combustible destilado con bajo contenido de azufre)	Destilado (DMA Y DMZ)	2	4	0.10 – 1.0
0.10 % Combustible marino pesado (HFO, Combustible para zona ECA)	No estandarizado	9	67	0.10
0.50 % Combustible pesado (HFO, Combustible para zona global)	No estandarizado	Sin requerimientos definidos	Sin requerimientos definidos	0.50

(ABS, 2018).

2.3.2. Sistema de limpieza de gases de escape

El sistema de limpieza de gases de escape (SLGE), denominado también “scrubbers” (depuradores) o “lavadora de gases”, es una tecnología disponible para ser utilizado a bordo del buque para eliminar partículas y componentes nocivos tales como óxidos de azufre (SO_x) y óxidos de nitrógeno (NO_x), gases los cuales se producen en el proceso de combustión en motores marinos (Sethi, 2020).

Los gases que suele tratar el SLGE son generados de la combustión interna desarrollada por las máquinas principales y auxiliares de los buques mercantes, y resulta una alternativa que no permite la modificación de motores o al sistema de combustible, pero que sí representa una elevada inversión significativa (DNV-GL, 2020).

Okubo y Kuwahara (s.f.) afirma que los sistemas de limpieza de gases han sido diseñados para neutralizar las emisiones de SO_x y es uno de los métodos equivalentes que están autorizados en la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL, de los cuales existe una amplia demanda en la industria marítima.

Los SLGE pueden utilizar combustibles residuales de hasta 3.50 % masa/masa y representa una tecnología que contribuye a cumplir con la norma “OMI 2020” lo cual en la actualidad ha sido bien visto por los

armadores quienes en muchos casos han decidido instalar dicho sistema a bordo de los buques que componen la flota.

Figura 6

Sistema de limpieza de gases de escape montado a bordo de un buque mercante



Nota. Los sistemas de limpieza de gases de escape forman parte de una alternativa actual equivalente para cumplir con las normas “OMI 2020” dentro del ámbito del transporte marítimo (<https://deltamarin.com/references/turnkey-hybrid-scrubber-system-installation/>)

Según García (2019) el SLGE está compuesto por múltiples elementos, siendo el principal la torre de lavado cuyo término específico en inglés es “scrubber”, lo cual se trata de una torre empaquetada donde la absorción de la materia contaminante del combustible se puede realizar de dos formas:

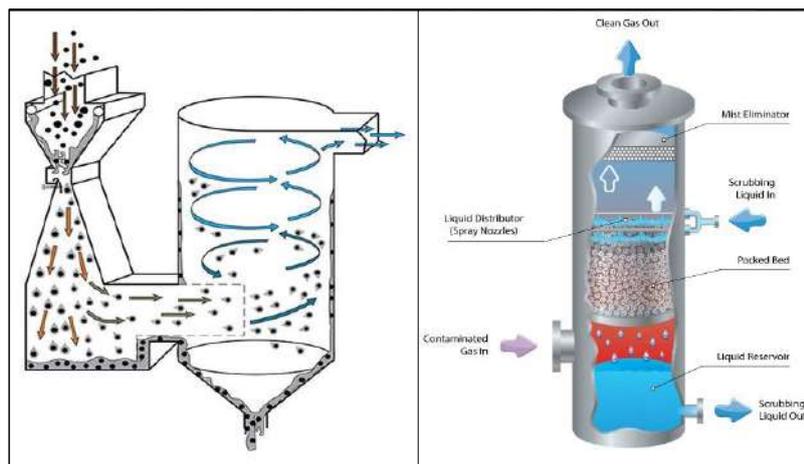
-La primera se realiza mediante depuradores de rocío en forma de cono en la cual la columna de gases se forma un ciclón por la parte baja de la torre, en la cual se rocía el agua de manera centrifuga lo que determina que las partículas se adhieran a la pared de la torre formando una película húmeda que evitará que las partículas vuelvan a incorporarse al gas que es expulsado por la parte alta. En consecuencia, todas las partículas las

cuales se adhieren a las paredes del scrubber se depositan al tanque de tratamiento de agua o al tanque de residuos.

-Por otra parte, se tiene la depuración de gases mediante el efecto Venturi, el cual hace que el gas por la parte baja del scrubber se instala una tubería con un área transversal disminuida en cuya sección se aprovecha rociar agua para mantener un proceso similar que al anterior. En consecuencia, las partículas contaminantes se precipitan por las paredes de la torre para caer en el desagüe que las lleva a los filtros y plantas de tratamiento de agua.

Figura 7

Diferencias entre SLGE que utilizan rociado en forma de cono y Venturi



Nota. Las diferencias entre el scrubber que utilizan rociado en forma de cono y Venturi se basan en la forma de cómo suelen retener las partículas contaminantes de los gases que son introducidas dentro de las mismas.

2.3.2.1. Principio de trabajo de un SLGE

Según Ayala (2019) la función de un SLGE es la de limpiar los gases, funcionando como una cámara de contacto lo cual permite que los gases introducidos puedan mezclarse con agua, ya sea dulce, salada o de ambas, generándose de esta manera ácido sulfúrico.

En el mercado suelen haber dos tipos de SLGE, entre los que destacan: SLGE secos y húmedos, cuyo principio de funcionamiento posee particularidades propias en virtud de cumplir con el objetivo de la reducción del contenido de azufre en los gases.

Por lo general los SLGE suelen utilizar técnicas de separación física para capturar los sólidos en suspensión, cuyo proceso incluye un tratamiento de separación ciclónica parecido al utilizado para separar agua del combustible residual antes de llegar al motor visualizada en el sistema de combustible.

Bajo una perspectiva química, ABS (2017) señala que los gases de SOx suelen ser solubles en agua, lo cual una vez disueltos forman ácidos fuertes reaccionantes con la alcalinidad natural del agua del mar o las sustancias que suelen ser añadidas (hidróxido de sodio).

De la misma manera, con los depuradores secos el hidróxido de calcio (Ca(OH)₂) reacciona con el SOx produciendo sulfato de calcio, lo que también suele conocerse con el nombre de yeso, lo cual es desechado y los lodos que se generan son procesados antes de ser descargados por la borda o almacenado según corresponda para ser descargado en una instalación de recepción en tierra (ABS, 2017).

Emisión de óxidos de azufre	Óxidos de azufre en contacto con el agua
$S + O_2 \rightarrow 95\%$	$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2 + SO_3$ (Ácido Sulfuroso)
$SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow 5\%$	$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ (Ácido Sulfúrico)
(ABS, 2017).	

Los gases sulfurosos en el agua se encuentran en un estado de oxidación rápida; el dióxido de azufre (SO₂) se oxida a trióxido de azufre (SO₃) lo cual se suele disolver en agua para formar ácido sulfúrico (H₂SO₄),

Por otra parte, el SO₂ forma el hidrato SO₂ + H₂O o ácido sulfuroso H₂SO₃, que se disocia rápidamente para formar el ion bisulfato HSO₃, que a su vez suele oxidarse a sulfato. Dentro de los SLGE aplicables para los buques se consideran los tipos secos y húmedos.

2.3.2.2. Clasificación de los SLGE

Tal y como se mencionó existen dos tipos, cuyos alcances teóricos y definiciones se explican a continuación:

-SLGE seco: Utilizan cal hidratada (Ca(OH)₂) para buscar una reacción con el SO₂ para formar el sulfito de calcio (CaSO₃), el cual a tomar contacto con el aire forman el sulfato de calcio deshidratado, o lo que se conoce como yeso.

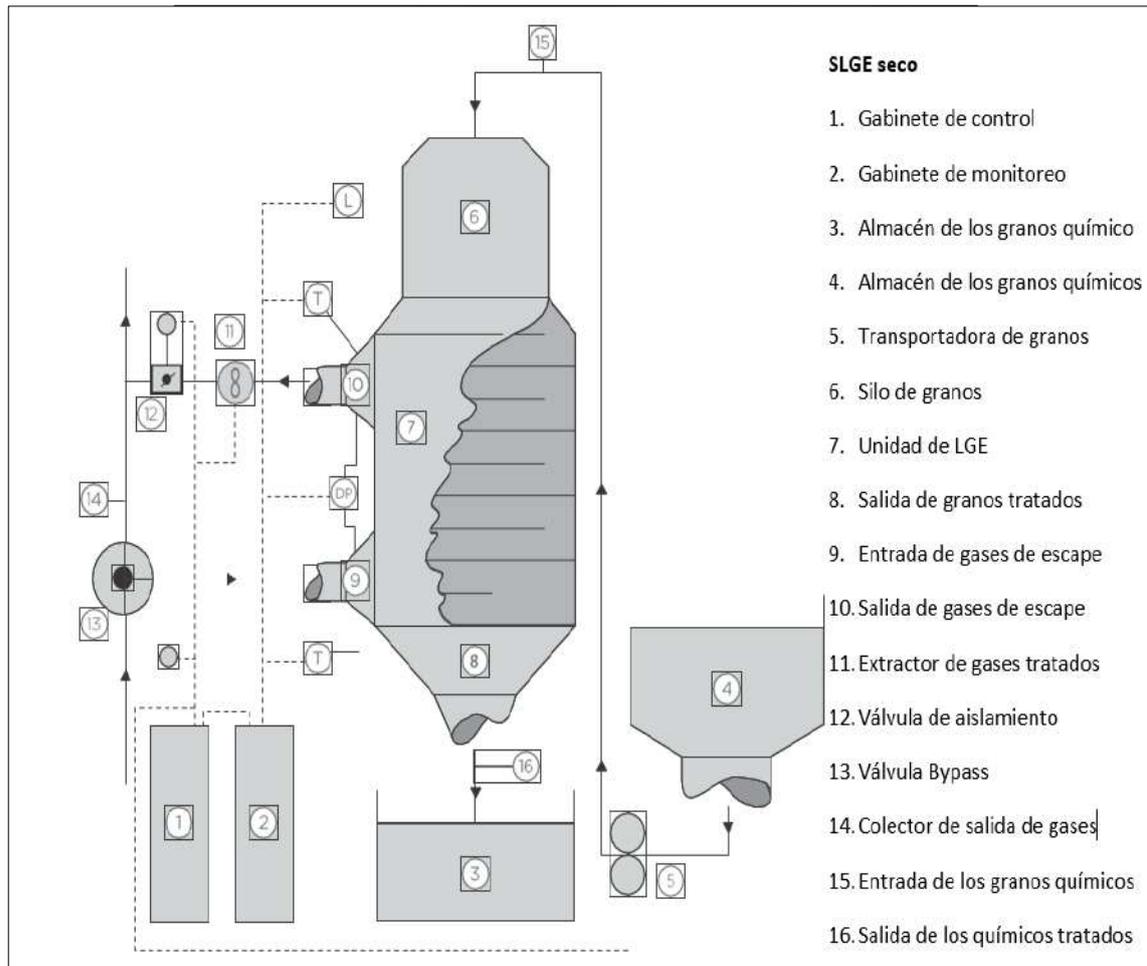
El presente sistema funciona alimentando de pequeñas bolas de cal seca hidratado que al reaccionar con los gases de escape absorbiéndolos para formar yeso (Ayala, 2019).

En algunos casos NaOH suele ser utilizado en los SLGE con circuito cerrado.

1. Los SLGE utilizan cal hidratada para reaccionar con el sulfuro de azufre
$\text{SO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
2. El sulfito de calcio es oxidado en el aire para formar sulfato de calcio

deshidratado (yeso)
$\text{CaSO}_3 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$
3. Reacción con el trióxido de azufre (SO_3)
$\text{SO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
4. Con el agua se forma
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Yeso)
(ABS, 2017)

Figura 8
Sistema de limpieza de gases de escape tipo seco



Nota. Los SLGE utilizan soda cáustica para reducir los límites de azufre de los gases de escape, produciendo en consecuencia yeso (ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape, ABS, 2017, p. 16).

-SLGE húmedo: Una característica del presente sistema es que no pueden ser operados sin agua, por lo que es usual que se instalen derivaciones para que el agua de lavado se separe en el caso en el cual el depurador no funcione.

Los gases al pasar por un medio líquido eliminan los compuestos de SOx los cuales reaccionan químicamente con los elementos del líquido de lavado.

Los sistemas húmedos suelen clasificarse según el circuito, ya que pueden ser abierto o cerrado, mientras que los híbridos pueden disponer de ambos circuitos.

Los líquidos que suelen utilizarse en dichos sistemas pueden ser el agua de mar sin tratar o agua dulce tratada químicamente.

Los sistemas que utilizan el circuito abierto suelen utilizar agua de mar, mientras que el circuito cerrado utiliza por lo general agua dulce (aunque en algunos casos agua de mar) que sumado a los aditivos reaccionan con el agua de lavada para después establecerse el tratamiento y recirculado del agua en un ciclo continuo.

Los aditivos adicionales, agua dulce y agua de mar son utilizados según el diseño según sea necesario para mantener los niveles de agua efectivos.

Cabe resaltar que existe limitaciones de descarga del agua de lavado establecidos por OMI es importante controlar el p H de la descarga de agua, lo cual debe medirse antes de la descarga. El control de la turbidez y los HAP también es obligatorio (ABS, 2017).

A continuación, se profundiza en el proceso de funcionamiento de los SLGE húmedos y otras características relevantes con respecto al SLGE cerrado, SLGE abierto y el SLGE híbrido.

Proceso de funcionamiento de los SLGE húmedos
Todos los SGLE húmedos poseen los mismos procesos básicos para

poder funcionar, ya que buscan disolver los gases contaminantes a través del agua, utilizando alguna combinación de pulverización de agua.

En algunos casos, algunos depuradores poseen un empaque lleno de granos alcalinos que combinado con materiales permiten que el agua fluya hacia abajo.

Por otra parte, tal y como se mencionó con anterioridad, otros depuradores utilizan rociadores en forma de cono para crear un entorno turbulento y corrientes de agua en la cual se realizará una reacción química.

Cuando el SO_x se mezcla en líquido, pueden tener lugar a varias reacciones químicas como $SO_2 + H_2O + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2SO_4$ (ácido sulfúrico). Se suele recomendar proveer un líquido alcalino para poder neutralizar los ácidos base de SO_x.

Por otra parte, la caída de temperatura de los gases de escape puede provocar el fenómeno de la condensación de los hidrocarburos no quemados y los efectos del impulso de los cambios de dirección harán que las partículas más grandes caigan fuera de la corriente de gas.

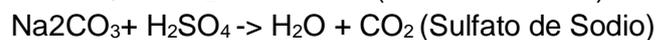
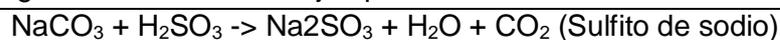
En los depuradores tipo circuito cerrado, el agua dulce y agua de mar se trata con una sustancia alcalina, generalmente hidróxido de sodio (NaOH) para poder crear un nivel deseado de alcalinidad en el agua de lavado. En consecuencia, parte del efluente del agua se elimina periódicamente agregándose agua dulce o agua de mar para mantenerla químicamente adecuada, sacando la sal del sulfato de sodio que se produce.

(ABS, 2017).

SLGE de circuito abierto

Llamado también “scrubber de ciclo abierto”, suelen ser los más económicos ya que la instalación es la más sencilla. Utilizan agua de mar directamente del mar y no utiliza químicos peligrosos.

El CO₂ liberado se disuelve en el agua de mar formando iones de ácido carbónico, bicarbonato o carbonato según el p H. El elemento aliado puede ser el Ca²⁺ o el sodio Na⁺, lo cual puede visualizarse en el siguiente cuadro como ejemplo.



El SLGE de circuito abierto solo es efectivo si la fuente de agua es alcalina. Además, pueden funcionar de manera eficiente con agua de río.

Si el agua no es alcalina (el p H es demasiado bajo), el depurador no cumplirá con el rendimiento requerido, y en consecuencia se tendrá que utilizar combustible con bajo contenido de azufre.

En el presente tipo de sistema se utilizan grandes flujos de agua a

comparación del circuito cerrado.

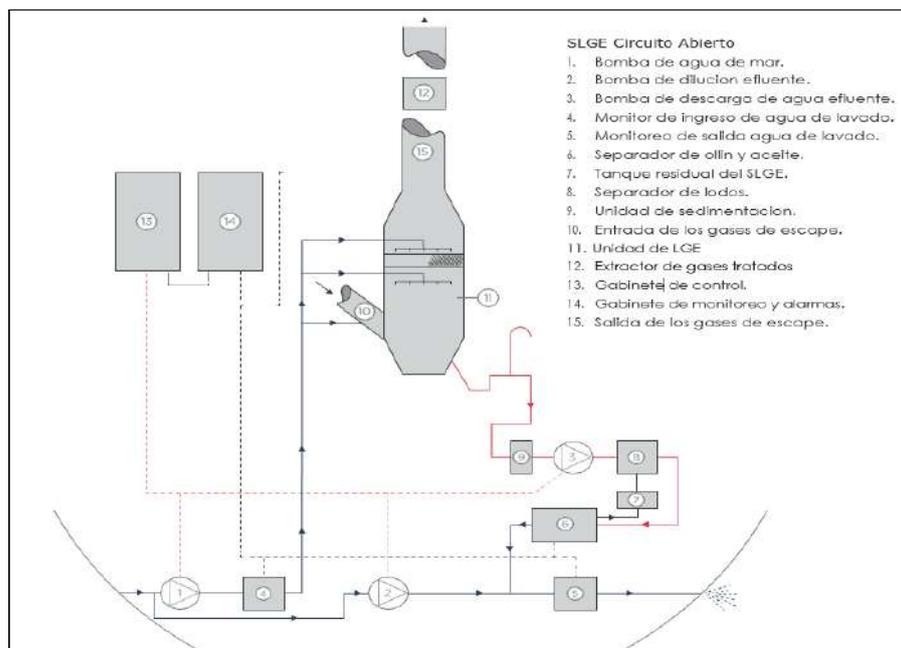
Después de realizarse el proceso de lavado básico en la torre principal de lavado, la mezcla puede pasar a través de un separador de gotas de agua para eliminar las partículas de agua del gas, lo que reduce la posibilidad de generación de vapor a medida que los gases de escape salgan a la atmosfera.

El agua que se deposita al mar pasa por una planta de tratamiento el cual separa partículas, hollín, etc., para incrementar luego el p H en la cual se verificará que se mayor a 6.5 para poder arrojarla al mar.

Es importante considerar que las regulaciones nacionales de cada jurisdicción marítima pueden limitar la descarga de agua de lavada hacia el mar.

Figura 9

Sistema de limpieza de gases de escape tipo húmedo de circuito abierto



Nota. Los SLGE húmedos de circuito abierto utilizan la alcalinidad el agua de mar disminuir el azufre de las emisiones de los gases de escape (ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape, ABS, 2017, p. 18).

(DNV, 2020; Ayala, 2019).

SLGE de circuito cerrado

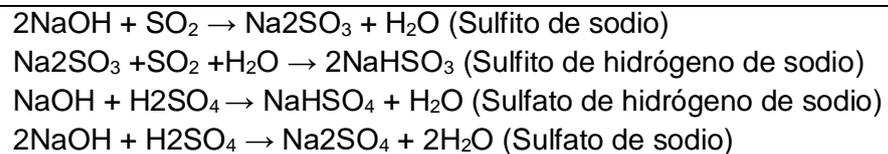
Llamado también “scrubber de ciclo cerrado”, implican mayor inversión por parte de los armadores, dado que adiciona componentes para su funcionamiento óptimo además de necesitar una sustancia alcalina adicional para llevar a cabo la limpieza de gases de escape.

La sustancia líquida está representada por agua neutra tratada con

hidróxido de sodio o soda caustica, con la finalidad de incrementar la alcalinidad cumpliendo con el principio de funcionamiento, esta agua tratada circula dentro del sistema evitando la descarga fuera de borda a diferencia del circuito abierto.

Dicho proceso, los residuos que genera el lavado de gases se eliminan a través de una planta de tratamiento, los lodos filtrados son almacenados en tanques para después ser descargados en las instalaciones portuarias más no incinerados.

Los fabricantes afirman que se utiliza la mitad del flujo para el lavado de gases, dado que se mantiene un control constante de la alcalinidad, el SO₂ se combina con una sal, en consecuencia, no reacciona con el bicarbonato natural del agua de mar. No hay liberación de CO₂ como se puede apreciar en el siguiente cuadro.



El SLGE de circuito cerrado solo es efectivo si la fuente de agua fresca tratada cumple con los valores de alcalinidad, si el agua no ha sido tratada con la suficiente sustancia alcalina (el pH es demasiado bajo), el depurador no cumplirá con el rendimiento requerido, y en consecuencia se tendrá que utilizar combustible con bajo contenido de azufre.

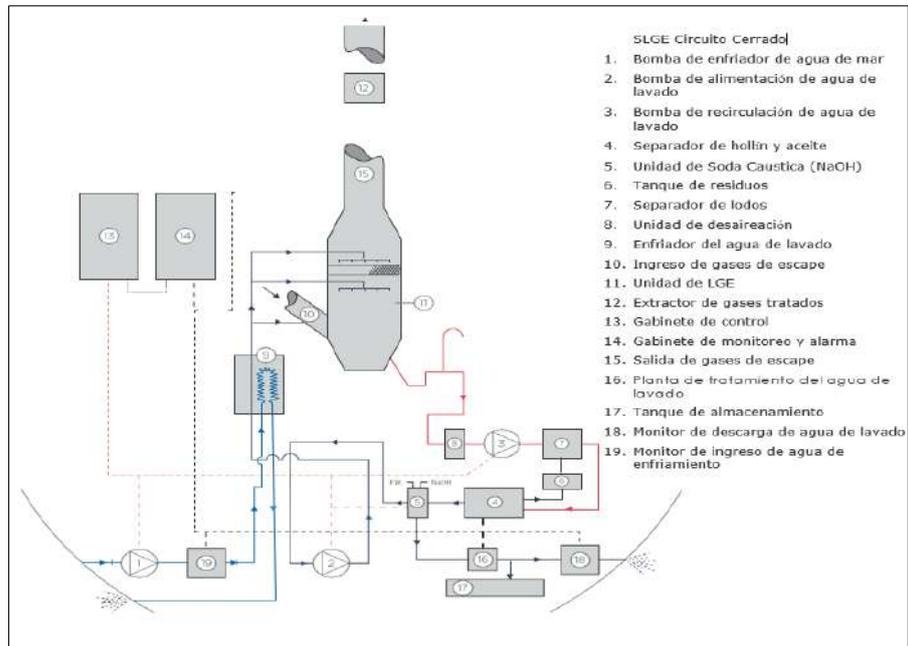
Después de realizarse el proceso de lavado básico en la torre principal de lavado, la mezcla puede pasar a través de un separador de gotas de agua para eliminar las partículas de agua del gas, lo que reduce la posibilidad de generación de vapor a medida que los gases de escape salgan a la atmósfera.

El agua químicamente tratada después de haber reaccionado con los gases de escape pasa por una planta de tratamiento el cual separa partículas, hollín, etc., para luego continuar con la circulación al ingreso de la torre de lavado, antes de ingresar a la torre deberá ser dosificado con la sustancia alcalina para incrementar el pH y llevar a cabo el proceso de limpieza óptimo.

Es importante considerar que en su mayoría de las regulaciones nacionales de cada jurisdicción marítima aceptan el uso del SLGE de circuito de cerrado.

Figura 10

Sistema de limpieza de gases de escape tipo húmedo de circuito cerrado



Nota. Los SLGE húmedos de circuito cerrado suelen ser más costosos no solamente por los componentes sino por los servicios asistidos necesarios que deben procurarse en las instalaciones portuarias (descarga de lodos) (ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape, ABS, 2017, p. 18).

(Ayala, 2019; ABS, 2017).

SLGE híbrido

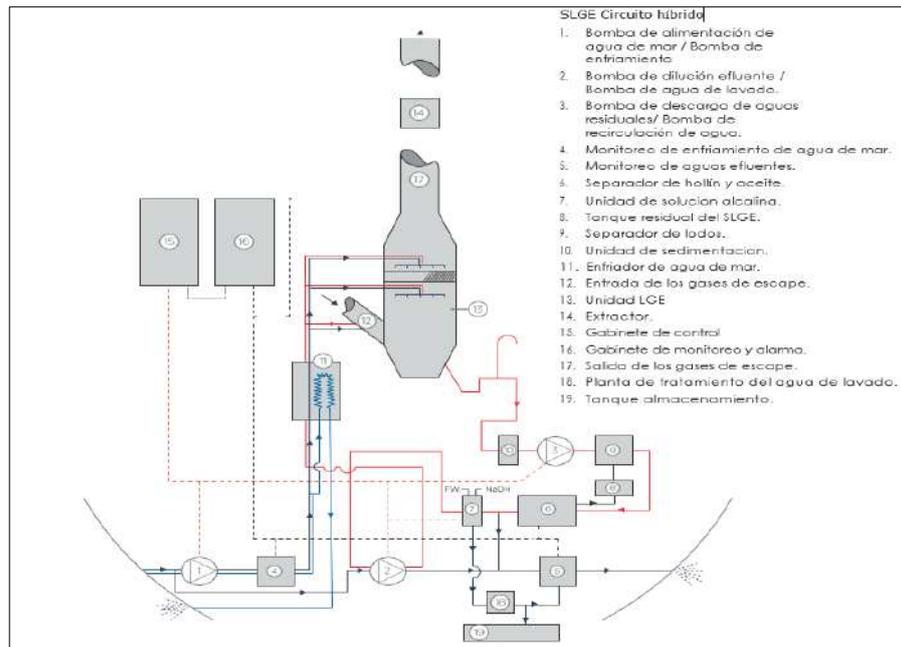
Los SLGE están compuestos de la fusión de elementos y operación entre el circuito abierto y circuito cerrado, ante ello implica una mayor inversión por parte de los armadores y dificultad en la modificación al instalarse a bordo.

La ventaja principal del circuito abierto es evitar la compra de soda caústica y aprovechar la alcalinidad natural del agua de mar, agregando la ventaja del circuito cerrado que permitirá la función eficiente independientemente de donde la zona que se navegue.

El cambio de circuito abierto a circuito cerrado se realiza cambiando la succión de la bomba de circulación de agua de mar al tanque de circulación de agua dulce y cambiando la descarga de agua de lavado de la descarga al agua al tanque de circulación.

Figura 11

Sistema de limpieza de gases de escape tipo húmedo híbrido



Nota. Los SLGE híbridos tienen la ventaja de operar en las zonas restringidas y a su vez en las aguas de bajo alcalinidad (ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape, ABS, 2017, p. 20).

(García, 2019; ABS, 2017)

Agua de lavado

El agua de lavado es la fuente principal utilizado en los SLGE húmedos para llevar a cabo la limpieza de los gases de escape en el interior de la torre de lavado, para el agua de lavado aplican dos principios; por aspersión fina en forma de cono y de efecto Venturi, dependiendo del tipo de diseño de la torre de lavado.

El agua de mar participa en los circuitos abiertos, mientras que el agua fresca tratada con soda caustica en los circuitos cerrados, debe ser monitoreada y tratada al ingreso y salida de la unidad. Existe mayor atención antes de ser descargado fuera borda en el caso de los circuitos abiertos.

Sistema de monitoreo de los SLGE

Un sistema de monitoreo es un conjunto de componentes eléctricos los cuales asociados permiten conocer el estado y parámetros de un equipo mecánico, de esta manera los operarios pueden identificar problemas y así mismos poder tomar medidas preventivas.

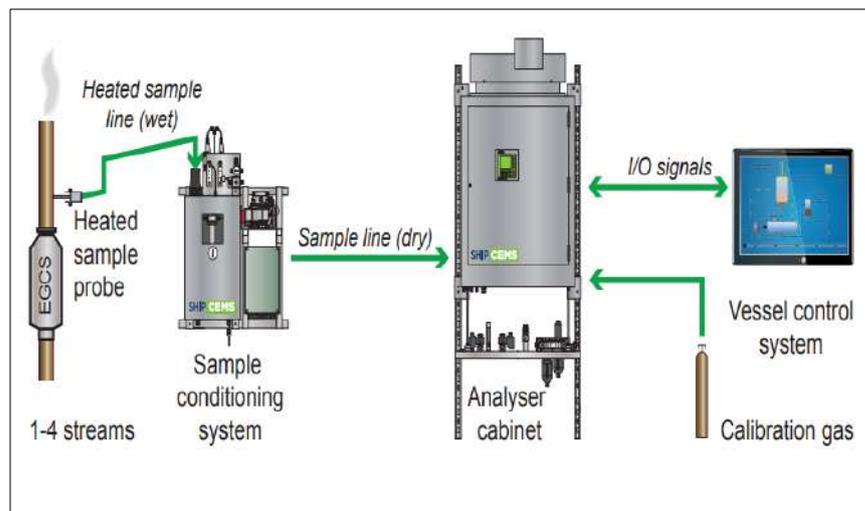
Los depuradores marinos y el sistema de monitoreo a bordo, los cuales fueron diseñados para monitorear la salida de los gases descargados a la atmosfera a través del continuo sistema de monitoreo de emisiones (CEMS), así mismo la descarga del agua de lavado a través del sistema de monitoreo de agua (WMS).

Sistema de monitoreo continuo de emisiones: Este sistema tiene tres elementos principales, una probeta instalado a la salida de la torre de lavado, teniendo como función de extraer una parte del gas tratado. Una vez extraído pasa por el sistema de acondicionamiento de muestras donde será enfriado, siendo este el segundo elemento, finalmente irá al analizador donde se verificará la cantidad de SO₂/CO₂ expresado en [ppm/%], el cual podrá ser visualizado en la pantalla del panel de control.

Sistema de monitoreo de agua de lavado: El sistema de calidad de agua es parte del sistema de limpieza de gases con el objetivo de monitorear el agua tratada o agua salada con la finalidad de satisfacer las regulaciones. Los sensores involucrados en el sistema tienen como función verificar la calidad del agua de lavado al ingreso y salida de la torre. Los puntos de criterio considerados son la temperatura, el pH, la turbidez, y la cantidad de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH).

Figura 12

Sistema de monitoreo continuo de emisiones.



Nota. Componentes que conforman el sistema de monitoreo continuo de emisiones en relación SO₂(%m/m) / CO₂(%v/v) (<https://www.norskanalyse.com/>)

Figura 13

Sistema de monitoreo de agua de lavado.



Nota. Componentes o sensores que conforman el sistema de monitoreo del agua de lavado (<https://greeninstruments.com>)

(Norsk Analyse, 2020; Green Instruments, 2020)

2.3. Marco conceptual

- SOx.- Óxidos de azufre, es un grupo de gases compuesto por trióxido de azufre (SO₃) y dióxidos de azufre (SO₂).
- NOx.- Gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato
- Metanol.- Combustible de propulsión para las naves de comercio, se caracteriza por ser ligero, volátil, incoloro e inflamable.
- Unidad LGE.- Elemento principal del sistema de LGE donde se la corriente de gases y el agua de lavado se mezclan para cumplir el objetivo.
- Directrices.- Conjunto de normas que se establecen al proyectar una acción o un plan.
- MEPC.- Comité de Protección del Medio Ambiente Marino, el cual aborda cuestiones ambientales dentro del ámbito de competencias.
- SECC.- Certificado de cumplimiento de emisiones SOX, el cual recibe la unidad de LGE garantizado el valor certificado de capacidad de la unidad.
- SECP.- Plan de cumplimiento de las emisiones SOx.
- ETM.- Manual técnico desarrollado para el plan A o plan B de los sistemas LGE.
- SLGE.- Sistema de Limpieza de los Gases de Escape, conjunto de dispositivos para reducir las emisiones de SOx.
- OMM.- Manual de vigilancia a bordo, para el control de emisiones CO₂/SO₂ y agua de lavado de los gases de escape.
- NDIR.- Analizador infrarrojo no dispersivo, dispositivo espectroscópico para detectar un gas como el CO₂.

- NDUV.- Analizador ultravioleta no dispersivos, dispositivo para detectar concentraciones de SO₂ y NO₂.
- GNSS.- sistema mundial de navegación por satélite.
- Lluvia Acida.- Se forma cuando la humedad del aire se combina con óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre.
- OMI 2020.- Regulación que busca minimizar los contenidos de azufre de los combustibles marinos.
- EGCSA.- Asociación de Sistema de Limpieza de Gases de Escape, conformada por todos los fabricantes de sistemas de LGE.
- ECA.- Zona de control de emisiones, en las cuales se navega con un combustible menor o igual a 0.1% m/m contenido de azufre.
- Azufre: Elemento químico y componente natural presente en el combustible.
- pH.- Potencial de Hidrogeno, indica concentración de iones de Hidrogeno, indicador para definir si una sustancia líquida es acida o alcalina.
- PAH.- hidrocarburo aromático policíclico, se encuentran en el petróleo, de no ser combustionados en su totalidad despiertan una preocupación como contaminantes.
- Turbidez.- Grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas.
- Bunker.- Se refiere al producto de combustible en la operación de toma de combustible.
- Soda Caustica.- Un producto químico que se encuentra en forma líquida, solida, en escamas o cristalinas.
- ABS.- American Bureau of Shipping, es sociedad de clasificación con sede en Houston, USA.

- Viscosidad.- Resistencia que poseen algunos líquidos durante su fluidez y deformación.
- Efecto Venturi.- Fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de sección menor.
- Caudal Másico.- Magnitud física que expresa la variación de la masa con respecto al tiempo en un área específica, su unidad de medida es [kg/s]
- MARPOL.- Convenio para prevenir la contaminación por los buques en el mar.
- Método equivalente.- termino que se le da a todo equipo o sistema empleado para cumplir las reglas 13 y 14 del convenio MARPOL
- Certificado IAPP.- Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica emitida a las naves mercantes acorde con la regla 5 del convenio 6 del anexo MARPOL
- Unidades de Combustión.- Equipos que al reaccionar el oxígeno con un combustible, desprenden energía, por ejemplo maquina principal, motores auxiliares y calderas
- Enmienda.- Corrección o arreglo, propuesta de arreglo de un documento.
- Administración.- Conjunto de personas y organismos que gobiernan.
- Aspersión Fina.- Es el Efecto niebla desarrollada de la pulverización del agua en pequeñas gotas.
- Destilado.- Un combustible que tiene una baja viscosidad y densidad
- Residual.- Describe a los combustibles que tienen una alta viscosidad y densidad.

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la Investigación

Tomando en cuenta las posturas de Muñoz (2018), Simons (2009) y Sandín (2003) en relación con los procesos de investigación científica se determinó que el presente trabajo de investigación es de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño estudio de caso.

Según Muñoz (2018) los estudios de enfoque cualitativo no toma como punto central para probar aseveraciones la medición cuantitativa, sino que parte de hechos ya sea observables y documentados para poder interpretarlos y emitir conclusiones de forma argumentada.

Por otra parte, Sandín (2003) sobre los estudios cualitativos señala que se caracterizan por no producir resultados a los que no se ha podido llegar con procedimientos estadísticos u otro tipo de cuantificación, lo que determina que

utiliza métodos interpretativos para obtener resultados respecto a un fenómeno particular de estudio.

En razón con el presente trabajo de investigación, se puede establecer que es de enfoque cualitativo ya que los resultados que se plasman en el presente informe de tesis son analizados de manera interpretativa, dejando de lado el análisis estadístico. En tal sentido, los resultados que provee el presente trabajo de investigación tienen una característica de ser aproximativos, lo cual plasma un hecho con respecto a la implementación de SLGE en los buques de una naviera.

Con respecto a la investigación de tipo básica, Muñoz (2018) señala que tienen como propósito buscar el conocimiento por el conocimiento mismo, lo cual determina que la investigación no presente fines prácticos en relación con los hallazgos producto del proceso realizado, ya que solo acrecienta el conocimiento base para seguir realizando estudios con más profundidad, siendo de esta manera, el soporte de los estudios aplicados.

Bajo lo establecido por Muñoz (2018), la etiqueta de investigación tipo básica se corresponden con el presente trabajo de investigación debido a que los resultados tienen un propósito de acrecentar el conocimiento sobre la implementación de SLGE dentro de un contexto particular, con lo cual no se obtienen resultados con fines prácticos, sino más bien se profundiza en el análisis respecto de un hecho en específico de interés actual para los gestores y operadores del transporte marítimo internacional en relación con una de las alternativas disponibles para cumplir con las nuevas normas medioambientales.

Sobre los estudios de nivel exploratorio Muñoz (2018) señala que:

Es recomendable cuando el objeto sobre el cual versa nuestro proyecto o idea de investigación se encuentra poco estudiado, por tratarse de objetos o fenómenos desconocidos o muy novedosos y, obviamente, sobre el particular hay más dudas que conocimientos. En consecuencia, existe poca información acerca de su comportamiento o sus causas. Sobre los temas novedosos son pocos los estudios, superficiales la mayoría; por ello, la literatura disponible es limitada (p. 138).

La postura señalada sobre el nivel exploratorio se corresponde con el presente trabajo de investigación, ya que la revisión de la literatura no mostró indicios de estudios vinculantes directamente con el propósito de estudio en el cual se pretende analizar los criterios específicos que se tomaron en cuenta en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, lo cual caracteriza una temática novedosa dentro del contexto empresarial donde se observa el fenómeno.

Si bien es cierto, existen muchos estudios que suman con aporte teóricos de diversas áreas temáticas que se relacionan con el uso de SLGE en buques mercantes, no se pudieron ubicar estudios que busquen propiciar generación de conocimiento con respecto a las decisiones y análisis técnicos / económicos que fueron tomados en cuenta para poder implementar la tecnología de depuradores de gases en los buques.

Con respecto al diseño estudio de caso, Simons (2009) manifiesta que corresponden a un proceso singular, particular y exclusivo, en la cual se aportan

ideas sobre un caso o evento específico, en donde los datos subjetivos forman parte integral del caso analizado.

En ese mismo orden de ideas Sandín (2003) señala que en el estudio de caso la identificación, selección, contextualización y justificación del caso o casos abordados constituyen una de las cuestiones fundamentales en el diseño, lo cual caracteriza a un proceso investigativo intensivo y profundo del caso con respecto a un fenómeno.

Bajo lo postulado por los autores, se puede señalar que las manifestaciones se corresponden con la intencionalidad del presente estudio en la cual se observa la implementación de SLGE en cinco de los buques de la naviera, considerándolos dentro de una sola unidad de estudio, extrayendo conclusiones particulares del fenómeno en contexto, buscando la intensificación y profundidad de los resultados a partir de la subjetividad de las unidades de información pero garantizando el rigor científico necesario para la validez y confiabilidad de los resultados.

En tal sentido, el proceso de investigación se realizó de la siguiente manera:

-Fase 1: Se seleccionó el caso a estudiar (Implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management), buscando los ámbitos de relevancia que puedan explicar la amplitud del fenómeno a estudiar, tratando de ubicar a los informantes claves quienes puedan proveer la información necesaria con respecto al problema de investigación, de tal manera que se pudieron establecer los objetivos de investigación en una fase preliminar.

-Fase 2: Se elaboró un marco de referencia, en la cual se pudo ubicar antecedentes indirectos de investigación, así como la construcción de un marco legal, marco teórico y marco conceptual, lo cual brindó luces concretas para poder establecer una matriz categorial que determinase las técnicas de recolección de datos y unidades de información que recabe la información necesaria para cumplir con el objetivo de investigación.

-Fase 3: Se elaboró una guía de entrevista en la cual se formularon las preguntas para ser aplicadas a la muestra seleccionada, así como las fuentes documentales que brindan una mayor intensificación y profundidad en los resultados, para luego plasmarlos de manera inicial en un documento preliminar donde se evidencia una estructura lógica en conformidad con los objetivos específicos y objetivo general correspondientemente.

-Fase 4: Se realizó el análisis respectivo con los cuales se pudieron establecer las síntesis conceptuales correspondientes con la matriz categorial establecida y la información recabada de las unidades de información, para luego establecer una síntesis conceptual que responde al objetivo general de investigación, para luego extraer las discusiones, conclusiones finales y recomendaciones con base a los hallazgos establecidos.

-Fase 5: Se elaboró el informe final de investigación, considerando los ítems en conformidad con los capítulos característicos que enmarcan una investigación de enfoque cualitativo, en la cual se resalta la flexibilidad y creatividad de todo investigador cualitativo, lo cual corresponde a una característica intrínseca de un proceso de nivel exploratorio.

3.2. Muestreo

Los muestreos en la investigación cualitativa no se basan en procedimientos estadísticos, sino que depende del criterio y decisión de cada investigador (Muñoz, 2015). En tal sentido, en el presente estudio, se aplicó un muestreo no probabilístico intencional.

Según Muñoz (2015) el muestreo intencional elige las unidades de información que el investigador considera representativas en relación con el fenómeno a investigar, por lo que suele ser a criterio o en base al conocimiento que el investigador posee sobre la problemática a estudiar.

En ese sentido, bajo el criterio establecido, la muestra estuvo compuesta por:

-03 Superintendentes de flota de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management.

-06 Oficiales de máquinas de nivel gestión quienes operan en los buques que instalaron SLGE, los cuales se encuentran conformados por jefes de máquinas.

-Información documental:

- Una nueva perspectiva en el interfaz buque-aire-mar: El impacto ambiental de la descarga de los sistemas de limpieza de gases de escape – (Endres et. al., 2018).
- El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SO_x – (Panasiuk et. al., 2018)
- Análisis técnico y económico de depuradores - (Bakatselos et. al., 2019)
- Precios de combustibles a nivel internacional – (Shipandbunker, 2020).

- Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013).
- Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)
- Guía de azufre: Cumpliendo con los límites de azufre 2020 y más allá – (Grainger et. al., 2019).
- Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015).
- ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017).
- Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c).
- Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes).
- Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – (Información proporcionada por superintendentes).
- Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas).

Tabla 1

Muestra

Muestreos no probabilístico	Unidades de análisis	Informantes				Cantidad
		Etiqueta	Experiencia en la mar	Nacionalidad	Naviera	
Intencional	Superintendentes de flota	S1	30 años	Alemán	Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management	03
		S2	28 años	Alemán		
		S3	25 años	Alemán		
	Oficiales de nivel gestión	JM1	25 años	Ruso		
		JM2	23 años	Ruso		
		JM3	22 años	Ucraniano		
		JM4	20 años	Filipino		
		JM5	16 años	Peruano		
		JM6	15 años	Peruano		
Documentos	-Una nueva perspectiva en el interfaz buque-aire-mar: El impacto ambiental de la descarga de los sistemas de limpieza de gases de escape.				01	
	-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx.				01	

-Análisis técnico y económico de depuradores.	01
-Precios de combustibles a nivel internacional.	01
-Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos.	01
-Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape.	01
-Guía de azufre: Cumpliendo con los límites de azufre 2020 y más allá.	01
-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx.	01
-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape	01
-Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre	01
-Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes).	01
-Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques	01
-Reporte de consumo de combustibles de buques	01
<hr/>	
Total de unidades de información	22

3.3. Sistema de categorías

Para Muñoz (2015) las categorías representan una unidad, lo cual representa un sistema de subconceptos entrelazados para poder contribuir a la explicación de un hecho o hechos a los cuales representan. En la investigación cualitativa se pueden partir de conceptos que forman parte de la unidad categorial, mientras que también, suelen aparecer durante el desarrollo del estudio.

Para efectos del presente trabajo de investigación se formuló una matriz categorial, la cual se caracteriza por poseer subcategorías apriorísticas ya que fueron formuladas durante la revisión de la literatura correspondiente y a partir de la experiencia propia de los investigadores. Así también se consideran subcategorías emergentes los cuales aparecieron durante el proceso de

recolección de datos, la cual forman parte de las dos últimas que se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla 2

Matriz categorial

Esquema	
Categoría de análisis: Implementación del sistema de limpieza de los gases de escape.	
Espacio: Naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management.	
Tiempo: 2020.	
Subcategoría de análisis: Marco legal, aspectos técnicos, análisis económico, repercusión en el medio marino y proyección futura.	
Subcategorías	Indicadores
Marco legal	<ul style="list-style-type: none"> -Normas sobre límites de azufre -Implantación de normas con respecto a los límites de azufre -Normas sobre SLGE -MEPC.259(68) -MEPC.1/Circ.883
Aspectos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> -Factores -Aspectos críticos -Capacitación -Inconvenientes -Elección del SLGE
Análisis económico	<ul style="list-style-type: none"> -Variables -Costo del sistema -Costo-beneficio -Decisión de compra de SLGE
Repercusión en el medio marino	<ul style="list-style-type: none"> -Conocimiento dentro de la gestión de la empresa -Inconvenientes con respecto al uso de SLGE
Proyección futura	<ul style="list-style-type: none"> -Motivo de instalación de SLGE en 5 buques -Instalación de SLGE en otros buques de la naviera -Alternativas futuras -Alternativa como medio de respuesta ante la prohibición de SLGE

3.4. Técnicas para la recolección de datos

3.4.1. Técnica

La técnica se define como la forma en cómo el investigador recopila los datos e información proveniente de las fuentes de información. En el presente estudio se utilizaron como técnicas de recolección de datos la entrevista (semiestructurada) y la documentación.

3.4.2. Instrumentos

Considerando que el instrumento corresponde al medio físico por el cual se recaban los datos e información, en el presente estudio el instrumento de recolección de datos queda definido por los investigadores autores del presente trabajo de investigación.

Así mismo, dentro del proceso de recolección de datos e información fue importante utilizar una guía de entrevista y fichas documentales lo cual se corresponden con las técnicas aplicadas en el presente trabajo de investigación, que a su vez forman parte de herramientas de recolección de datos e información.

Por otra parte, es importante resaltar que la búsqueda de la información lo cual se vincula con las técnicas aplicadas fueron validadas por jueces expertos quienes en todo momento pudieron dar puntos de vista acordes para mejorar y

establecer una búsqueda de información coherente con el objetivo del presente trabajo de investigación (Ver Anexo 3, 4 y 5).

3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos

Con la información obtenida de las entrevistas semiestructuradas aplicadas a las unidades de información se procedió a transcribir de acuerdo con cada respuesta brindada por los entrevistados en conformidad con la matriz categorial desarrollada la cual establece las subcategorías de análisis que caracterizan la búsqueda de la información para responder al objetivo de estudio.

Se aplicó las técnicas de palabras clave en contexto para extraer las categorías emergentes con los cuales se establecen las síntesis conceptuales correspondientes a cada subcategoría de análisis. Así también se realizó un análisis de contenido a las unidades de información documental y electrónica seleccionadas con los cuales se realiza un análisis con mayor profundidad.

En el análisis documental se utilizó la técnica de corte y clasificación de extractos que aporten con datos e información sustancial para poder asentar mayor rigor a las síntesis conceptuales establecidas en correspondencia con cada subcategoría y categoría de análisis respectivamente.

Dentro del procesamiento de la información fue necesario el uso de programas computarizados tales como Microsoft Word, Excel y ATLAS ti., los cuales sirvieron

de soporte para establecer un análisis cualitativo con mayor flexibilidad de acuerdo a las características y ayudas que presentan dichos programas.

3.6. Rigor cualitativo

De acuerdo con la postura de Sandín (2003) en la investigación fenomenológica la validez, confiabilidad y transferencia se logra en términos de una validez intersubjetiva, en la cual se aplican métodos de comparación constante de fuentes de información.

Por otra parte, uno de los procedimientos más utilizados para el rigor cualitativo se encuentra relacionado a la descripción de baja inferencia, la reflexividad, el establecimiento de patrones y la revisión por jueces, los cuales en conjunto establecen criterios que pueden aplicarse en conjunto.

Con respecto a la validez, una vez recabada la información tanto de las entrevistas como de las unidades documentales se mantuvo una relectura constante de tal modo que se pudiese extraer las ideas tal y como se plasman, lo cual enmarque la información presentada se corresponda con lo que se quiso buscar. En el proceso de validez se aplicó la revisión de jueces, lo cual se puede visualizar en el Anexo 4 del presente informe.

Por otra parte, la confiabilidad, se realizó a través de la comparación constante de los datos e información proveniente de los entrevistados y de los extractos que fueron capturados de la información documental, lo cual en conjunto establecen las

ideas principales para poder plasmar las síntesis conceptuales en correspondencia con las subcategorías y categoría de análisis.

Por otra parte, aplicando el criterio de reflexividad en cuanto a los resultados presentados, se puede establecer que los resultados pueden ser medianamente transferibles a otros contextos de manera genérica, ya que puede otorgar un conocimiento aproximativo sobre el criterio tomado en cuenta para la implementación de un SLGE en un buque mercante, lo que para otros espacios afines puede representar una luz previa para poder encaminar estudios con mayor especificación en relación con el contexto particular en la cual se desarrollan.

3.7. Aspectos éticos

En el presente trabajo de investigación se aplicaron consentimientos informados a las unidades de información compuesto por sujetos, en cuyo documento se informó los fines del presente trabajo de investigación y los criterios de respeto en base a la política de protección de datos y anonimato. (Ver Anexo 6).

De esta manera se genera una situación en la cual los entrevistados son conscientes de los límites de la información brindada en términos de privacidad y anonimato, lo cual permitió manejar información con mayor profundidad con respecto al problema que apertura el proceso investigativo.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

A continuación, se presenta los resultados tomando en cuenta el objetivo general y los objetivos específicos del presente trabajo de investigación, lo cual se corresponden con las subcategorías y categoría de análisis respectivamente. Se presenta la información proveniente en primera instancia de las entrevistas y luego se complementa con la información documental.

Así también, se complemente una síntesis conceptual a partir de cada objetivo específico y finalmente se establece la síntesis conceptual final, la cual representa el aporte cognitivo que responde al objetivo general, producto de los hallazgos obtenidos.

4.1. Conocer cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

4.1.1. Identificar qué marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

-Normas sobre límites de azufre:

Entrevista

1. ¿Cuáles son las normas en relación con los límites de azufre en los combustibles implementados a partir del año 2020?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-Con <u>resolución MEPC.320(74)</u> , a partir del 01 de enero del 2020, los buques estarán obligados a <u>utilizar un combustible con un contenido igual o inferior a 0.50 % masa/masa</u> , la cual está prescrito en la <u>regla 14.3 del anexo VI del convenio MARPOL</u> .	-Como se conoce, actualmente ya entro en vigor la regla "OMI 2020", a partir del 1 enero del 2020 la cual <u>ha reducido el porcentaje de azufre en los combustibles</u> en la zonas globales, para ser exactos lo ha reducido de <u>3.5% a 0.5% masa/masa</u> , estos nuevos	-Todo buque deberá emplear un <u>combustible con un límite igual o no superior a 0.50%</u> en lo que respecta al contenido de azufre, a partir del <u>01 de enero del 2020</u> , esta normativa se detalla en la regla 14.3 del anexo VI del convenio MARPOL, a través de la <u>resolución MEPC.320(74)</u> .	-Por medio de la <u>resolución MEPC.320(74)</u> y la <u>resolución MEPC.305(73)</u> , a partir del 01 de enero del 2020 los niveles de azufre presentes en el combustible de un navío deben <u>ser iguales o menores a 0,50 % m/m</u> , así como que un barco puede contar con un	-Según lo indicado en la compañía en las últimas circulares del pasado 2020 dice que los buques estarán obligados a utilizar un <u>combustible con un contenido igual o inferior a 0.5%</u> , y por donde tengo entendido esto

<p>-Para dar cumplimiento a la nueva norma, <u>la regla 4 del anexo VI del convenio MARPOL autoriza el uso de un método alternativo</u> para reducir las emisiones de gases de escape.</p>	<p>porcentajes están prescritos en la regla 14.3 del Anexo VI del convenio MARPOL; esta nueva regulación fue estipulada con la resolución MEPC.320 (74). Adicionalmente en mencionado anexo en la CAP I, <u>Regla 4 estipula que aceptan cualquier medio alternativo</u> para dar cumplimiento a la nueva norma conocida como “OMI 2020”.</p>	<p>Asimismo, en la <u>regla 4</u> del anteriormente mencionado anexo se establece que, a fin de evitar la contaminación ambiental, puede sustituir la modalidad por una que obtenga el mismo resultado.</p>	<p><u>método alternativo</u> pero que lleve a los mismos resultados; todo esto está estipulado en la regla 14 y <u>regla 4 del anexo VI del convenio MARPOL</u>, respectivamente.</p>	<p>prescrito en la regla 14.3 del anexo VI del convenio MARPOL no obstante hay algunas excepciones como por ejemplo que cuente con un <u>método alternativo</u> que sea casi igual o equivalente, lo cual debería estar <u>redactado en la regla 4</u></p>
<p>JM3</p>	<p>JM4</p>	<p>JM5</p>	<p>JM6</p>	
<p>-Las normas que están relacionadas a los límites de azufre en el combustible marino es la resolución <u>MEPC.320 (74)</u> que indica que los buques están obligados a utilizar un <u>combustible igual o inferior a 0.50 %masa/masa</u>, en la cual está prescrito en la regla 14.3 del anexo VI del Convenio MARPOL</p>	<p>-Como conocemos desde del <u>01 de enero del 2020</u>, los buques están obligados a utilizar combustibles con un <u>contenido de azufre inferior a 0.5%</u>, lo cual se nombra el anexo VI del convenio MARPOL estipulado en la regla 14.3. Así como en la <u>regla 4</u> nombra una excepción para aquellos barcos</p>	<p>-El MARPOL es un convenio muy importante, y específicamente en la <u>regla 14 en el anexo VI</u> nos habla acerca de los combustibles reglamentarios que deben ser utilizados a bordo, además <u>la regla 4</u> autoriza el uso de los métodos alternativos que se pueden aplicar a bordo para dar</p>	<p>-La última modificación con respecto a las normas se dio en <u>la regla 14</u> del convenio MARPOL, la cual nos habla sobre <u>la reducción del contenido de azufre en los combustibles marinos</u> y por ende debemos <u>hacer frente al impacto y la importancia de una baja de emisión de gases tóxicos a la atmosfera.</u></p>	

	que cuenten con <u>métodos alternativos</u> que dé cumplimiento a lo anterior mencionado.	cumplimiento a la regla anterior.		
<p>Interpretación preliminar: De la información obtenida de las unidades de información compuesto por los sujetos entrevistados se pudo conocer que las normas en relación con los límites de azufre en el combustible de acuerdo con la implantación de las normas “OMI 2020” son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Resolución MEPC.320(74) lo cual establece las directrices para implantación consistente de la norma relacionada con los límites de azufre. -Resolución MEPC.305(73) en la cual se establece la enmienda a la regla 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL. <p>Así también, con respecto a los sistemas alternativos como es el caso de los SLGE, se establece una postura jurídica con respecto al uso en la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL.</p>				

Documentación

Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)

Parámetros de la regla 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL

Los parámetros de la Regulación 14 requieren que:

Fuera de las ECA, los límites máximos para el contenido de azufre de los fuelóleos son:

-3,50% a partir del 1 de enero de 2012.

-0,50% a partir del 1 de enero de 2020.

El límite del 0,50% está sujeto a una revisión global de la disponibilidad de dicho fueloil.

La revisión debe completarse para 2018 y puede recomendar el aplazamiento de

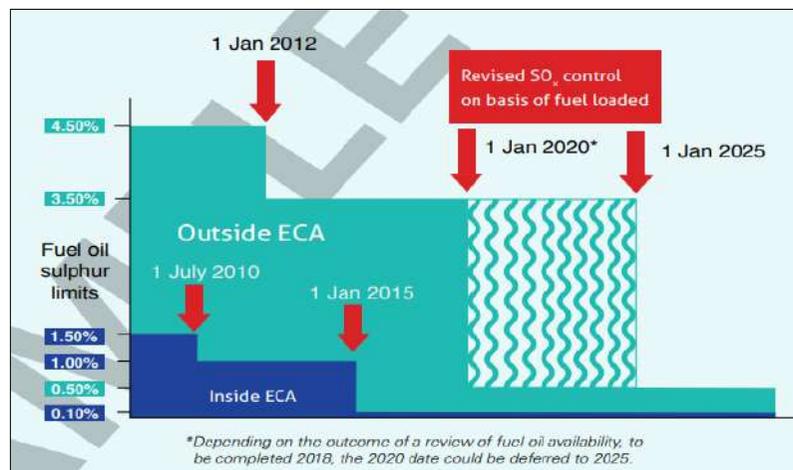
el límite del 0,50% hasta 2025.

Dentro de las ECA, los límites máximos para el contenido de azufre de los fuelóleos son:

-1,00% a partir del 1 de julio de 2010.

-0,10% a partir del 1 de enero de 2015.

Se ilustran los requisitos de SOx bajo la Regulación 14 del Anexo VI de MARPOL.



Nota. Los SLGE híbridos tienen la ventaja de operar en las zonas restringidas y a su vez en las aguas de bajo alcalinidad (ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape, ABS, 2017, p. 20).

Interpretación preliminar:

-De acuerdo con lo que se muestra en la fuente documental se puede corroborar que existe una diferencia con respecto a los límites de azufre tanto para zonas ECAs y zonas globales. Para las zonas ECAs existe un límite de 0.10 % masa/masa y para zonas globales 0.50 % masa/masa. Dichas prescripciones forman parte del marco legal estipuladas en el Anexo VI del Convenio MARPOL.

-Implantación de normas con respecto a los límites de azufre:

Entrevista

2. ¿Cuál es su opinión respecto al conjunto de normas que han sido implantadas para establecer límites de azufre en el combustible marino?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
<p>-Desde el punto de vista ecológico, <u>las nuevas normas son amigables para el medio ambiente y salud humana</u>, sin embargo considero que debió <u>analizarse un poco más a fondo las repercusiones que podrían traer a nuestras fuentes de combustión</u> y armadores de la naviera.</p>	<p>Partiendo de mi punto de vista, me parece bien que se quiera seguir implementando regulaciones para prevenir la contaminación atmosférica debido a <u>que es un tema importante para la vida de varios ecosistemas</u>, pero también se tiene que tomar en cuenta y analizar las <u>repercusiones que estas pueden generar en función al nuevo uso de combustibles</u>, debido a que se tiene que ver <u>la disponibilidad de los combustibles para que se pueda abastecer a todos los barcos</u></p>	<p>- Según los nuevos lineamientos establecidos por el MEPC, estas medidas beneficiaran en gran medida al ya golpeado medio ambiente. Se espera que las investigaciones futuras <u>favorezcan aún más la atmosfera.</u></p>	<p>-Los objetivos para el cuidado del medio ambiente son claros, <u>todos los organismos mundiales están implementando normas para evitar una catástrofe ecológica, y la OMI no es una excepción; a través de su comité MEPC (comité de protección del medio marino), emite resoluciones en conveniencia del cuidado ambiental.</u> -La resolución. 320(74) representa un escalón más hacia el 0% de azufre en los combustibles. <u>Las empresas navieras deberán analizar detalladamente las</u></p>	<p>Bueno viendo todo desde un enfoque hacia el mundo que nos rodea al día a día, <u>estas nuevas normas tratan de no afectar al medio ambiente e inclusive tratan de cuidar al máximo la vida humana</u>, por otro lado, como recomendación es muy importante investigar más a fondo la magnitud que perjudicaría a los recursos que tenemos a bordo y en tierra.</p>

	mercantes que navegan a nivel mundial.		alternativas que dan las nuevas normas "OMI 2020".	
JM3	JM4	JM5	JM6	
-Con respecto a tu pregunta el conjunto de normas implementadas para poder minimizar los límites de azufre en el combustible marino es muy importantes porque <u>ayudan a reducir las emisiones al medio ambiente y sobre todo ayudan a tener una mejor la calidad de aire de las personas</u> , tanto a las que están ligadas al ámbito marítimo como a las que viven en costa, donde también estas <u>normas deberán analizarse con más profundidad para poder tener mejores resultados en el futuro.</u>	-Desde el punto de protección ambiental, <u>son normas que nos ayudaran a tener un medio más saludable y a evitar una catástrofe global</u> , sin embargo, todo tiene <u>un costo y un precio y eso se ve reflejado en los balances económicos de las compañías navieras</u> , pero que esto nos impulse a buscar alternativas para el combustible marítimo	- <u>Simplemente para el medio ambiente es muy bueno</u> , sin embargo <u>para las empresas navieras se involucra el costo de instalación</u> , aunque la tasa de interés de retorno ha mostrado la recuperación de inversión en pocos años.	-Desde mi punto de vista, las normas establecidas para reducir el contenido de azufre han ido endureciendo con el pasar de los años, lo <u>cual ha sido positivo para el cuidado medioambiental</u> , sin embargo <u>ello ha involucrado a que los armadores se adapten a estos cambios, generando una salida en su flujo económico.</u>	
Interpretación preliminar: Las nuevas normas son amigables para medio ambiente, sin embargo es importante considerar las diferentes repercusiones que ha traído consigo lo cual tiene una alta influencia en temas operativos y afectaciones ante una falta de control del combustible y los sedimentos que pueden afectar al sistema de combustible, máquina principal y fuentes de combustión.				

Documentación

Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)
Daños a la salud a causa de las emisiones de Sox
La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que unos 3,7 millones de muertes en 2012 se atribuyen a la contaminación del aire ambiental. Artículos recientes de revistas científicas revisadas por pares han encontrado cargas de salud similares debido a la contaminación del aire ambiental por material particulado (PM), con estimaciones que oscilan entre 2,2 y 3,3 millones de muertes al año. Utilizando los resultados del escenario de "demora" de 2020 de este análisis, se estima que las emisiones de sulfato de los barcos no controladas representan alrededor del 4 al 7% de todas las muertes por contaminación del aire ambiente.
Interpretación preliminar: -Los estudios establecidos por organismos vinculantes a asuntos de salud han establecido la cuantificación del daño que causa los SOx en el ser humano a causa de los buques, por lo que la necesidad de la implantación de las normas con respecto a los límites de azufre tiene un objetivo nítido y concreto.

-Normas sobre SLGE:

Entrevista

3. ¿Qué instrumentos normativos han sido analizados para poder implementar los sistemas de limpieza de gases de escape en los buques mercantes?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
<p>-Se sabe que toda modificación o cambio tiene un por qué, por ende se debió <u>analizar el convenio MARPOL y el anexo VI</u>, donde encontraremos reglas para prevenir la contaminación de la atmosfera, entre la más resaltantes; <u>la regla 14 modificada y la regla 4</u>, la cual <u>autoriza el uso de métodos alternativos</u> para dar cumplimiento a lo que exige la regla 14.</p> <p>Además de considerarse las <u>circulares propuestas para los fabricantes y operarios de esta nueva tecnología</u>,</p>	<p>-Para la implementación de estos sistemas de limpieza de gases de escape, <u>se han basado en la regla 14 del anexo VI del Convenio MARPOL</u>, adicionalmente y aún más importante para tomar esta decisión <u>fue la Regla 4 del anexo VI del Convenio MARPOL</u>, ya que ahí nos dice que <u>la administración aceptará cualquier medio alternativo que dé cumplimiento a lo prescrito en la regla 14</u> del mencionado anexo del convenio MARPOL y uno de los medios alternativos para dar</p>	<p>El <u>convenio MARPOL</u> tuvo que ser observado a detalle para poder emitir la <u>resolución MEPC.320 (74)</u>, en especial <u>la regla 4 y 14 del anexo VI</u>.</p> <p>Además una resolución importante es la <u>MEPC.259(68)</u> <u>donde encontraremos información técnica para fabricantes y los criterios a considerar con el sistema de monitoreo del agua de lavado</u>.</p> <p>Este análisis apertura una alternativa para desarrollar los sistemas de limpieza de gases.</p>	<p>-Para toda enmienda o resolución en lo que respecta al cuidado del medio ambiente, por medio del MEPC, se analizará el <u>convenio MARPOL</u>, en este último se modifica la <u>regla 14</u>; <u>la regla 4 establece que se puede utilizar métodos alternativos</u> con los mismos resultados de <u>emisiones equivalentes a 21.7 SO2 [ppm]/CO2[%v/v]</u>.</p>	<p>.Hasta donde eh podido informarme para llevar a cabo algún tipo de transformación ya sea de modificación o cambio debe haber alguna razón, por lo tanto el <u>MARPOL y su anexo VI</u>, en cual podemos hallar las reglas para la prevención de la contaminación atmosférica, cabe <u>resaltar la regla 14 y la regla 4</u>, que nos autoriza el uso de <u>métodos alternativos</u> para dar cumplimiento a lo que exigen en la misma regla 14</p>

<p>como fuente principal la <u>Resolución MEPC.259(68)</u>.</p>	<p>cumplimiento a esta regla es el uso de Sistema de Limpieza de Gases de escape. -Desde mi punto de vista considero que la resolución <u>MEPC.259(68) es el instrumento principal</u> dado <u>que encontraremos información técnica tanto para el fabricante como para los operarios.</u></p>			
<p>JM3</p>	<p>JM4</p>	<p>JM5</p>	<p>JM6</p>	
<p>-Los instrumentos normativos que han sido analizados para poder implementar el sistema de limpieza de gases de escape de los buques mercantes son <u>el convenio MARPOL del anexo VI</u>, donde en <u>la regla 14.3</u> estipula que el nuevo combustible marino deberá tener el 0.50 % masa/masa de contenido de azufre en</p>	<p>-Por ser un cambio que como <u>principal objetivo tiene reducir el impacto ambiental</u> de las emisiones de gases producidas por los buques, y prevención de daños a la atmosfera se debe poner en análisis más profundo al <u>convenio MARPOL.</u></p>	<p>-Actualmente estamos <u>haciendo frente a la nueva normativa</u>, lo cual implicó la <u>revisión del convenio MARPOL y su anexo VI</u>, generando un cambio para mejora y modificación de la <u>regla 14.3</u> la cual prescribe reducir el porcentaje del contenido de azufre de 3.5 % a 0.5 % de azufre, sin embargo</p>	<p>-Para poder implementar algún sistema abordado se necesitan tener autorización por parte de las autoridades competentes, en este caso en <u>el convenio MARPOL</u> sería un aliado para nosotros ya que con su ayuda nosotros podemos mejorar cada día con el cumplimiento de las reglas ya prescritas, en este sentido <u>la regla 14 que</u></p>	

<p>las <u>zonas globales</u> y la <u>regla 14.4</u> indica que el combustible deberá tener 0.10% masa /masa de azufre en las <u>zonas ECAs</u> y en la <u>regla 4</u> menciona que se deberán utilizar <u>métodos alternativos</u> para dar cumplimiento a la regla 14.</p>		<p>como opción emitida por la OMI nosotros adoptamos la utilización de métodos alternativos lo cual está redactado en la <u>regla 4 del anexo VI</u>.</p>	<p><u>viene reforzada con la regla 4</u> (en la que se autoriza el uso de métodos alternativos para dar cumplimiento a la regla 14) <u>ha sido analizada para reducir el medio ambiente.</u></p>	
<p>Interpretación preliminar: Los superintendentes atribuyen como norma principal la resolución MEPC.259(68) la cual consideran establecen aspectos técnicos a tomar en cuenta con respecto al uso de SLGE como medio alternativo con respecto a cumplir con la norma vinculado a los límites de azufre.</p> <p>Por otra parte, en la apreciación de oficiales de nivel gestión quienes formaron parte de las unidades de información sobre quienes se aplicó las entrevistas se pudo conocer que no tienen apreciaciones claras sobre la resolución mencionada, lo cual se puede comprender que de acuerdo a las facultades que se manejan entre superintendentes y oficiales con base a las tareas que realizan existen ciertas brechas propias del medio en la cual ejercen las actividades dentro de la gestión naviera general.</p>				

-MEPC.259(68):

Entrevista

4. ¿Qué conocimiento posee sobre la resolución MEPC.259(68)?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-La resolución <u>MEPC.259 (68)</u> son directrices las cuales están dirigidas para los fabricantes quienes al cumplirlas, <u>sus proyectos serán certificados y reconocidos por la Administración de la Parte para su instalación a bordo de las naves de comercio.</u>	-Esta resolución fue <u>adoptada el 15 de mayo del 2015</u> , trata sobre las <u>guía para el uso de los Sistemas de Limpieza de Gases de escape</u> , adicionalmente esta resolución nos habla de <u>los límites permitidos por este sistema que son reconocidos por la Administración de la parte basándose en su instalación a bordo de los buques mercantes.</u>	-Los conocimientos que eh podido adquirir es que dichas <u>directrices esta dirigidas para los fabricantes</u> , de manera que <u>sus proyectos serán certificados y reconocidos por la Administración de la Parte</u> para una correcta instalación a bordo de las naves de transporte comercial.	-Es una resolución en la cual <u>detalla la seguridad que debe tener el sistema de limpieza de gases de escape</u> , tanto sus <u>funcionamientos y límites, así como su aprobación y certificación.</u>	-Tengo entendido que es una resolución que nos indica sobre los criterios que debe tener los <u>fabricantes de los SLGE.</u>
JM3	JM4	JM5	JM6	
-Es un conjunto de directrices el cual hace referencia a los <u>criterios establecidos para el agua de lavado que es descargada a la mar</u> en caso se cuente con un sistema de circuito abierto.	-La resolución posee <u>directrices para los fabricantes</u> , a fin de <u>obtener sus certificaciones y sean reconocidos por la Administración de la parte</u> para su instalación abordo.	-Son especificaciones que se dan para dar cumplimiento a la regla 14 a través de los métodos alternativos, siendo estos últimos el objeto principal de estudio, dado que en la resolución encontraremos <u>directrices que deben ser</u>	-No tengo conocimiento sobre la mencionada resolución.	

		<u>estrictamente acatadas por los fabricantes para la certificación de las unidades de limpieza de gases.</u>		
<p>Interpretación preliminar: La postura establecida parte de la apreciación de los superintendentes quienes establecen que los alcances que brinda la presente resolución se encuentra vinculada con las certificaciones, inspecciones y reconocimientos de las unidades y sistemas de monitoreo de los SLGE, que los fabricantes deben considerar en aras de cumplir con los parámetros establecidos para poder ser un medio alternativo eficiente que cumpla con los criterios operativos y medioambientales característicos de la explotación de un buque mercante.</p> <p>En cuanto a la postura de los oficiales de nivel gestión no se encontraron apreciaciones concretas con respecto a lo que plantea la resolución sobre la cual se formuló la interrogante.</p>				

Documentación

ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)
SLGE
<p>-El desarrollo de SLGE para su uso a bordo de barcos ha sido impulsado por las reglamentaciones nacionales y locales de la OMI antes mencionadas. Estos SLGE fueron previstos por el Reglamento 14.4 (b) original del Anexo MARPOL VI, en virtud del cual las emisiones de SOx se limitaron a 6,0 g / kWh para los sistemas que cumplieran los requisitos de las directrices desarrolladas posteriormente de las Resoluciones de la OMI MEPC.130 (53), MEPC.170 (57), MEPC.184 (59) 2009 y MEPC. 259 (68) Directrices de 2015 para sistemas de limpieza de gases de escape (adoptadas el 15 de mayo de 2015 y, en adelante, las 'Directrices de 2015'). Estas directrices proporcionan una guía para el seguimiento de la SO₂ / CO₂ contenido de los gases de escape para los distintos contenidos de azufre del combustible para proporcionar equivalencia a los límites específicos de emisión de SOx prescritos según lo estipulado en las Regulaciones 14.1 y 14.4.</p> <p>-La revisión de 2008 del Anexo VI del MARPOL eliminó la referencia específica a SLGE de la Regulación 14 y la aprobación de una EGCS ahora se lleva a cabo de acuerdo con los requisitos de la Regulación 4 del Anexo como "equivalente". Las Administraciones de abanderamiento deben tener en cuenta todas las directrices pertinentes desarrolladas por la OMI al evaluar el equipo y notificar a la OMI (para su distribución a todas las partes de la Administración) los detalles de esa evaluación. Es importante tener en cuenta que las Directrices de 2015 no son reglamentos. Sin embargo, se entiende que las instalaciones SLGE que cumplan estas directrices serán aceptadas como equivalentes por las Administraciones. Esta equivalencia deberá ser confirmada por la Administración del pabellón de cada buque en el que se instalará el equipo, caso por caso.</p>
<p>Interpretación preliminar:</p> <p>-Si bien es cierto, los SLGE no representan una alternativa obligatoria a tomarse en cuenta en los buques mercantes, existen criterios normativos los cuales fomentan el uso respectivo del mismo, toda vez que las Administraciones consideren pertinente según los parámetros establecidos como por ejemplo en la Resolución MEPC.259(68).</p> <p>-El documento final correspondiente a la Resolución MEPC.259(68) corresponde a un conjunto de enmiendas los cuales establecen disposiciones vinculadas a los aspectos críticos a considerarse respecto al uso de un SLGE.</p> <p>-En la actualidad, se considera representaría el documento final más importante a tomar en cuenta dentro de la gestión técnica de una naviera que busca implementar dicha tecnología a bordo del buque para poder cumplir eficientemente con las normas "OMI 2020".</p>

-MEPC.1/Circ.883:

Entrevista

5. ¿Cuáles son los alcances sobre los sistemas de limpieza de gases de escape estipulados en el MEPC.1/Circ.883?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-En la circular MEPC.1/Circ.883 se <u>encuentran orientaciones en caso existan fallos en el instrumento de vigilancia del sistema de limpieza de gases con la única excepción de los falsos fallos que registra la unidad detallada por el fabricante en el manual técnico, evitando así el incumplimiento de la nueva norma establecida con respecto a las emisiones de gases de escape.</u>	-En la mencionada circular nos habla <u>sobre los posibles fallos de los sistemas de monitoreo y las acciones seguidas a tomar en cuenta para poder continuar con el uso del SLGE o en caso contrario realizar un cambio de combustible en caso extremo.</u> En caso el SLGE presente alguna falla que no esté considerada como "falso fallo", se deberá registrar en la bitácora de funcionamiento para próximos estudios de fallas.	- <u>Cuando se excede los límites de SO2/CO3, quiere decir que el sensor no está funcionando de manera óptima, sin embargo, hay que analizar que no sea los falsos fallos que ya vienen prescritos en el manual del sistema,</u> por ende, siempre hay que dar una previa leída a esos manuales. Si no estamos en esta situación de falso fallo, podemos proceder al cambio de combustible con el tiempo determinado en la circular.	-Debido a que en el mar se presentan múltiples problemas y con lo que respecta al sistema de limpieza de gases de escape, la circular mepc.1/circ.883 establece orientaciones <u>en caso existan fallos en el sistema de monitoreo de la mencionada alternativa.</u> De la misma manera establece aclaraciones para la <u>única excepción de los falsos fallos que detecta el sistema de monitoreo y que está prescrito en el manual.</u>	Los últimos alcances que nos ha dado la compañía en la circular MEPC.1/Circ.883 podemos encontrar las <u>orientaciones en caso exista fallos en el instrumento de vigilancia del sistema de limpieza de gases con la única excepción de los falsos fallos que registra la unidad detallada por el fabricante en el manual técnico, a modo que evite así el no cumplir con la nueva norma establecida con respecto a las emisiones de gases de escape.</u>
JM3	JM4	JM5	JM6	
-Los alcances estipulados en el	-Podemos encontrar <u>orientaciones en</u>	-La circular MEPC.1/Circ.883	-La MEPC.1/Circ.883 son <u>orientaciones o</u>	

<p>MEPC.1/Circ.883 con respecto a los sistemas de limpieza de gases de escape están dirigidos u orientados a los fallos en el instrumento de <u>vigilancia</u> de este sistema, <u>a excepción de los falsos fallos que se registra en el manual técnico, evitando así que no se cumpla con esta nueva norma con respecto al sistema de emisiones de gases de escape.</u></p>	<p><u>caso existan problemas en el instrumento de vigilancia del sistema de limpieza de gases a excepción de los falsos fallos</u> que se registra la unidad detallada por el fabricante en el manual técnico, evitando así el incumplimiento de la nueva norma en la circular MEPC. 1/Circ. 883 en relación a la emisión de gases.</p>	<p>encontramos <u>orientaciones en caso se cuente con un solo sistema de monitoreo abordado</u>, sea el caso que este sistema presente fallas y no puedan ser resueltas en el tiempo establecido, se procederá a cambiar al combustible acorde a la zona donde se navegue.</p>	<p><u>recomendaciones en caso se presente fallas lo que implica alarmas en el sistema, sin antes haber descartado la relación que existe entre los valores indicados, ante lo antes mencionado la circular estima el plazo de una hora para resolver la falla de lo contrario se procederá al cambio de combustible evaluando la zona global o ECAs.</u></p>	
<p>Interpretación preliminar: Tomando en cuenta que la perspectiva más adecuada sobre la formulación de la pregunta establecida fue la de los superintendentes se resuelve que dicho instrumento normativo brinda alcances con respecto a las posibles fallas de monitoreo que pueden presentarse con respecto al uso de SLGE, en la cual se brindan aclaraciones específicas del proceder cuando se presente dicha eventualidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Se toma en consideración los alcances que se brinda la circular la cual establece un cambio de combustible en caso ocurra dicha situación y un reporte al Estado de Abanderamiento o Autoridades Marítimas en conformidad con el área geográfica en la cual se encuentre posicionado el buque cuando se presente inconvenientes con respecto al uso de combustible reglamentario. -Se sostiene también que dichas aclaraciones han sido provistas a los buques en los cuales se han podido implementar los SLGE, ya que representa un punto importante lo cual pueda evitar penalidades. -Con base a las percepciones manifestadas por los oficiales de nivel de gestión no se encontraron apreciaciones pertinentes respecto a la circular. 				

Documentación

Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)

Procedimientos en caso de fallas del sistema de monitoreo de los SLGE

-En caso de que el sistema de monitoreo del SLGE falle y el gas de escape o el agua de lavado supere la norma pertinente por más de una 1, se debe informar al Estado del pabellón y a las autoridades portuarias.

Sin embargo, en caso de que exista una emisión / descarga temporal de gas de escape o agua de lavado (dentro de 1 hora) que exceda el estándar relevante o haya una simple falla del sensor, esto no se considerará una falla del depurador de SOx instalado a bordo. En caso de falla del sensor, es necesario demostrar que todos los demás dispositivos funcionan normalmente. Para probar esto, se deben registrar y mantener los siguientes elementos:

-Información que indica que todos los registros de funcionamiento distintos del sensor defectuoso no difieren de los anteriores al mal funcionamiento del sensor.

-Contenido de azufre del fueloil que se utilizó después de un mal funcionamiento del equipo

-En caso de que el depurador de SOx falle y no sea posible repararlo en una hora, el fueloil usado se convertirá en fueloil con bajo contenido de azufre conforme a la normativa. En caso de que la cantidad de fueloil de azufre conforme no sea suficiente para el buque, deberá notificarse al Estado del pabellón y al Estado del puerto, y es necesario seguir las instrucciones proporcionadas por ellos. Sin embargo, el barco no tiene más remedio que seguir navegando utilizando el fuelóleo con alto contenido de azufre, refiriéndose al Anexo.VI/Reg.18.2 del MARPOL, que establece que “no se debería exigir al barco que se desvíe de su viaje o que se demore indebidamente”. Sin embargo, cabe señalar que cada Estado rector del puerto puede adoptar un enfoque diferente para cada caso.

Interpretación preliminar: Se interpreta que el aviso hacia las autoridades con respecto a la falla del sistema de monitoreo que pueda visualizarse a bordo de un buque que cuenta con la instalación del SLGE se encuentra en referencia del rango de 1 hora, ya que corresponde a un límite de tiempo prudente para dar aviso a las Autoridades respectivas en aras de poder cumplir con las disposiciones establecidas en la MEPC.1/Circ.883.

Síntesis conceptual parcial sobre el primer objetivo específico: El marco legal tomado en cuenta para poder implementar los SLGE se encuentran en relación de las normas “OMI 2020”, entre las cuales destaca la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL, la Resolución MEPC.305(73), la Resolución 320(74), la Resolución MEPC.259(68) y la circular MEPC.1/Circ.883. Así también se consideraron la regla 14, la cual fue enmendada por la Resolución MEPC.305(73) y la regla 18 la cual establece disposiciones en razón con la calidad del combustible.

Con respecto a la información brindada por los informantes se puede establecer que los superintendentes tienen un conocimiento con mayor amplitud a diferencia de los oficiales de nivel gestión quienes participaron de las entrevistas. En tal sentido, se puede establecer que la decisión para poder implementar los SLGE recae en mayor grado a las decisiones que pudieron tomar en cuenta los superintendentes de flota, quienes poseen responsabilidades en cuestiones técnicas sobre la flota de buques que posee la empresa naviera.

Al conocer las apreciaciones de superintendentes sobre las preguntas formuladas, se pudo conocer que existió un conocimiento base sobre el mínimo marco legal a tomarse en cuenta para poder implementarse los SLGE a bordo de los buques mercantes, en la que señala la importancia de la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL y la resolución MEPC.259(68) la cual representa la directriz de mayor atención a tomarse en cuenta ya que brinda disposiciones para los fabricantes y operadores de buques en cuanto a los requisitos mínimos aplicables a un SLGE para ser implementado en un buque mercante.

Por otra parte, la consideración de la MEPC.1/Cir.883 en la cual se establecen las medidas a considerarse cuando el sistema de monitoreo del SLGE presente dificultades, se puedan tomar las acciones de comunicados a Estados de Abanderamiento y/o Autoridades Marítimas para poder evitar penalizaciones, lo cual ha sido uno de los aspectos considerados dentro de las capacitaciones introducidas por la gestión de la compañía hacia el personal en los buques donde se han podido implementar los SLGE.

Es importante acotar, que dentro de la gestión que llevó a cabo la implementación de los SLGE se tuvo a ciencia cierta el marco legal que fundamenta y fomenta el uso de dicha tecnología, lo cual, desde un primer plano se puede establecer que hubo un conocimiento base para que se pueda implementarse la tecnología señalada para poder cumplir con los requisitos jurídicos relacionados con la norma “OMI 2020”.

4.1.2. Analizar cuáles han sido los aspectos técnicos observados para poder definir el tipo de sistema de limpieza de los gases de escape a implementar en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

-Factores:

Entrevista

6. ¿Qué factores se tomaron en cuenta para poder elegir el tipo de sistema de limpieza de gases de escape para un buque?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-Para llevar la selección de los sistemas de limpieza de gases de escape se basa principalmente en las <u>características particulares de la fuente de combustión, la capacidad del depurador</u> está relacionada directamente con el flujo de gases de escape.	-Las características que se tomaron en cuenta fueron las siguientes: <u>tamaño del equipo, componentes del equipo, capacidad del equipo, rentabilidad del equipo</u> y funcionamiento.	-Son diferentes particularidades que se toman para elegir el tipo de sistema de limpieza de gases de escape, entre ellas están: <u>El tamaño del equipo para que no varíe la estabilidad del barco, la rentabilidad del equipo,</u> los componentes dependiendo del tipo de sistema (húmedo y seco).	-Principalmente <u>la estabilidad del buque,</u> debido a que el sistema debe estar ubicado estratégicamente para evitar la alteración de los parámetros de estabilidad del barco; otro detalle importante es <u>la travesía que realizara el barco,</u> ya que intervienen múltiples factores como la economía y la zona. De esta manera se puede elegir eficientemente el tipo de sistema de limpieza de gases de escape.	-Según los prospectos que recibimos sobre dichos sistemas, para poder seleccionarlos debemos basarnos en <u>características particulares de la fuente de combustión, la capacidad del depurador</u> está relacionada directamente con el flujo de gases de escape.
JM3	JM4	JM5	JM6	

<p>-Para poder instalar el sistema de limpieza de gases se basa en <u>las principales características tales como la capacidad de KW del motor, y la capacidad del depurador</u> que está relacionada directamente con el flujo de gases de escape.</p>	<p>-En base a las características particulares de la <u>fuerza de combustión</u>, así como la capacidad de depuración de estar relacionada directamente con el flujo de gases emitidos.</p>	<p>-Elegir algún tipo de sistema e implementarlo a bordo es muy importante ya que es inversión para la empresa y esto traerá como consecuencia una supuesta mejoría tanto para la empresa a largo plazo como para el medio ambiente, entonces basándome en esto saber sobre las <u>capacidades de las depuradoras</u> que tenga el barco donde operamos es importante y que tipo de combustible utiliza, ya que con estos conocimientos se podrían dar opciones para poder implementar algún sistema.</p>	<p>-El personal encargado consideró y <u>evaluó a través de un programa SCAN 3D la viabilidad del proyecto</u> previo a la instalación, los puntos a considerar fueron las <u>repercusiones que podría afectar a la estabilidad y flotabilidad en la nave</u> de comercio, de ser así evaluar alguna modificación en el sistema de lastre.</p>	
<p>Interpretación preliminar: De acuerdo con la versión de los superintendentes se pudo conocer que los factores más importantes que se tomaron en cuenta desde la gestión de flota de la empresa tuvieron que ver con los costos, la ruta del buque, tipo del buque y disponibilidad con respecto al espacio para poder instalar el SLGE. Así mismo, según la apreciación de oficiales de máquinas de nivel gestión se pudo conocer otras características particulares que fueron materia de análisis los cuales se encuentran relacionados con criterios de estabilidad y flotabilidad, así como la capacidad de kW de la fuerza de combustión (Máquina principal y auxiliares) donde se instaló la unidad de LGE.</p>				

Documentación

El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)

Factibilidad tecnológica de la instalación de SLGE

- El análisis de los equipos de SLGE propuestas de diferentes fabricantes mostró que no existen diferencias considerables en la configuración del sistema, así como el peso y el volumen de cada componente del sistema.
- Dos puntos a tomar en cuenta son las particularidades del motor de la nave y la capacidad de los SLGE dependerá del flujo de gases de escape.
- Se establece que cuando exista una sola corriente, es necesario reducir la potencia de la unidad de combustión tardía por separado, mientras que, en el caso de corriente múltiple, se debe tener en cuenta una potencia general de las unidades de combustión.
- El flujo de gases de escape por unidad de combustión es el principal parámetro a la hora de elegir la capacidad requerida de depurador para un buque particular. Se establece a continuación la siguiente fórmula para calcular el flujo máximo de gases de escape:

$$\dot{m}_{gas} = \dot{m}_{fuel} + \dot{m}_{fuel} \cdot L_0 \cdot \alpha \cdot \beta,$$

Donde,

\dot{m}_{gas} = Flujo másico de gases de escape.

\dot{m}_{fuel} = Flujo másico de combustible.

L_0 = Relación estequiométrica aire-combustible.

α = Coeficiente real de exceso de aire.

β = Relación de flujo de masa de aire.

- Para el mismo flujo volumétrico de gases de escape, se requiere más agua para refrigeración y saturación. Así también los motores de dos tiempos tienen un mayor flujo volumétrico de escape que los motores de 4 tiempos, lo que significa que para la misma potencia del flujo volumétrico de escape de los motores, se requiere más potencia de depurador. Cuanto mayor sea el flujo de gases de escape de las unidades de combustión, más potente será el depurador.

Interpretación preliminar: El flujo de gases del SLGE es un factor importante a tomar en cuenta, ya que determina la potencia o capacidad que debe caracterizar al sistema para poder cumplir de manera efectiva los objetivos con respecto a la norma establecida.

- Se pudo obtener una fórmula la cual puede ser aplicada en cualquier contexto previo evaluación de las condiciones establecidas con respecto a la instalación de SLGE.
- Existe además consideraciones cuando la fuente de depuración provenga de la máquina principal, o además de otros equipos, lo cual determinará un cambio en el esquema para poder establecer una eficiencia con respecto al sistema.

-Aspectos críticos:

Entrevista

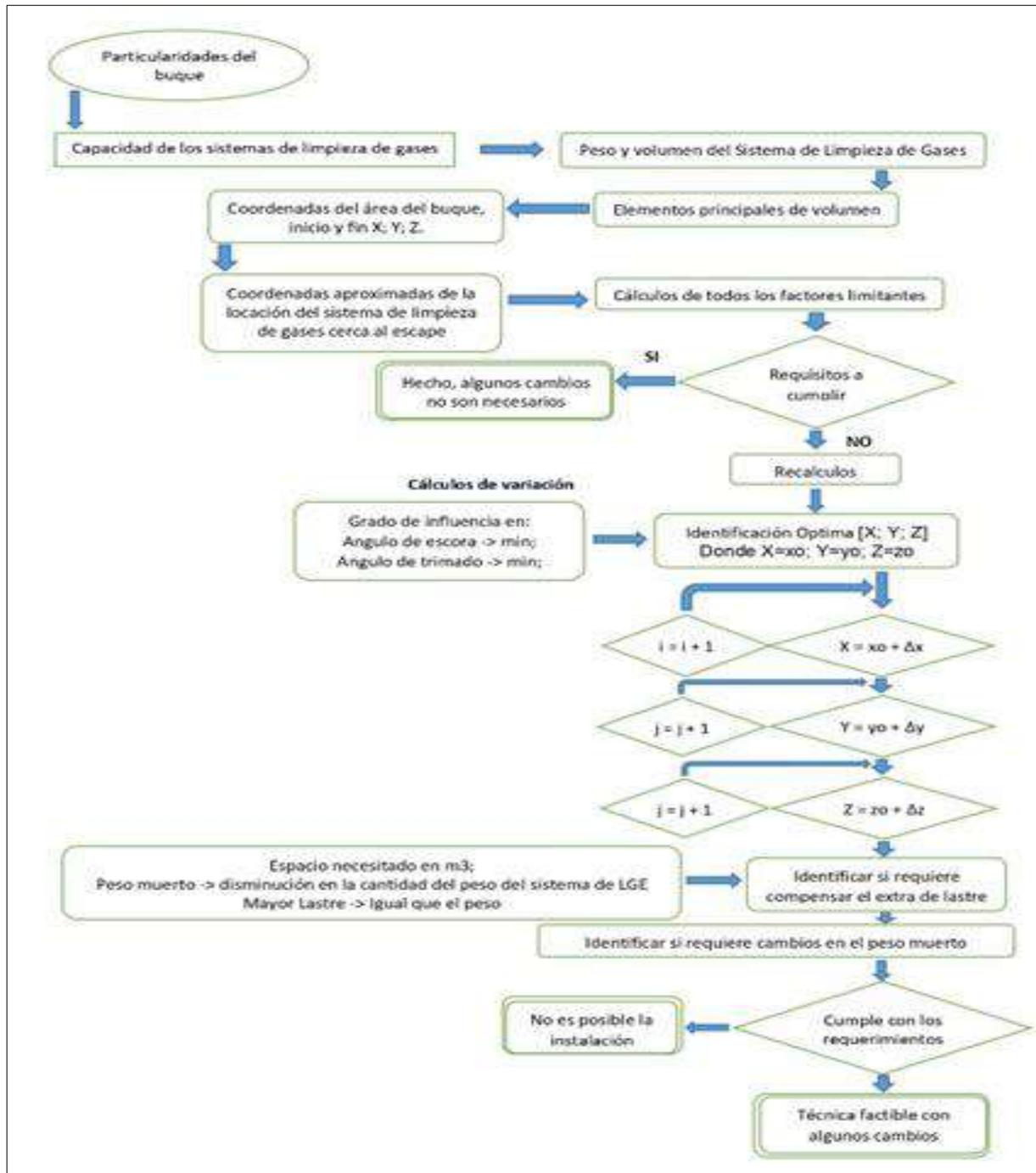
7. ¿Cuáles son los aspectos más críticos que influyen en la elección del sistema?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-El aspecto más crítico a considerar es su <u>localización optima</u> , la cual debe estar lo <u>más cerca posible del centro de gravedad de la nave</u> (en los tres ejes X,Y,Z). Por lo general el <u>eje X debe coincidir con la ubicación de la sala de máquinas</u> , el <u>eje Z el tubo de escape</u> y <u>centro de gravedad del buque en el eje Y</u> , de esta	-Se deben considerar varios aspectos pero entre los más importantes destacan, <u>la estabilidad del barco</u> , y <u>el espacio utilizado para la implementación del sistema</u> , para que no afecte en la funcionalidad de toda la embarcación.	-Los aspectos más críticos a considerar son: en primer lugar, <u>la estabilidad del barco</u> ; es decir, que el sistema <u>no afecte su centro de gravedad</u> , ya que, si el sistema se ubica en un lugar no clave, podría alterar todos los parámetros requeridos <u>para la estabilidad de la nave en la mar</u> ; en segundo lugar, <u>la rentabilidad del equipo</u>	-La empresa naviera debe tener en cuenta y analizar uno de sus aspectos <u>más críticos como la rentabilidad</u> , debido a que tiene que <u>capacitar óptimamente a su personal encargado</u> respecto a las virtudes del sistema. Ya con eso, puede pasar a examinar y a estudiar los aspectos de ubicación del sistema, tipos, etc.	-En lo que a mi concierne puedo decir que <u>si las dimensiones no son las correctas o acordes a la estructura del buque traerá serios problemas netamente dirigidos a la estabilidad</u> por eso nos basamos en los 3 ejes.

manera la localización óptima <u>evitará afectar la flotabilidad y estabilidad.</u>		es fundamental para la empresa		
JM3	JM4	JM5	JM6	
-Los aspectos más críticos que influyen en el sistema <u>son los tres ejes</u> , por ejemplo, en el eje X debe estar alineado con la sala de máquinas, el eje Y debe tener una localización óptima para <u>evitar que afecte la flotabilidad y estabilidad del barco</u> y por último el eje Z es el centro de gravedad del buque.	-La localización óptima, es el aspecto más crítico ya que su <u>cercanía debe ser lo máxima posible del centro de gravedad del buque.</u> Y a esto nos basamos en conocimientos físicos en los cuales sabiendo que existen 3 ejes, <u>el eje X debe coincidir con la ubicación de la sala de máquinas, el eje Z con el Funnel y el eje Y centro de gravedad del buque, de esta forma.</u>	-El aspecto más crítico a considerar <u>es el impacto positivo que se obtendrá del estudio en relación con la estabilidad y flotabilidad,</u> los especialistas recomiendan que <u>la localización óptima mejorará cuando la distancia con el centro de gravedad sea lo más mínimo posible.</u>	-Siempre que las navieras opten por implementar el sistema alternativo, se debe evaluar las repercusiones que se puedan generar abordo, <u>uno de los inconvenientes directos que pueden presentar será la estabilidad y la flotabilidad,</u> de obtener una respuesta aceptable se identificara la localización óptima de la unidad en base a los ejes de la nave.	
Interpretación preliminar: Entre los aspectos más críticos a tomarse en cuenta con respecto a la elección del sistema se consideró que el lugar más óptimo para la instalación se encontraba cerca al centro de gravedad, de manera que la flotabilidad y estabilidad no sea afectados. Por otra parte, otro aspecto crítico se encuentra relacionado con la rentabilidad del sistema, lo cual engloba un análisis económico sobre el mismo.				

Documentación

El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)

Aspectos considerados para la implementación de un SLGE



Interpretación preliminar: Según lo que se presenta en la imagen, los elementos críticos a tomar en cuenta para la implementación del SLGE tiene que ver con la capacidad de los sistemas de limpieza de gases y los grados de influencia en el ángulo de escora y trimado. Con ambos parámetros se puede proceder a establecer el espacio necesitados para poder instalar el SLGE, considerando también la aplicación de una compensación del lastre para mantener una estabilidad adecuada.

-Capacitación:

Entrevista

8. ¿Fue capacitado el personal quienes formaron parte del soporte de la empresa para la toma de decisiones con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-Claro que sí, antes de tomar la decisión de implementar el primer sistema de limpieza de gases de escape, <u>recibimos la cordial invitación de asistir a una conferencia por parte de la Asociación de sistema de limpieza de gases</u> , en el cual se expuso las ventajas y cualidades de este nuevo método alternativo.	-Sí, se asistió a diferentes <u>conferencias, charlas por parte de la Asociación de sistemas de limpieza de gases para así conocer sus ventajas y desventajas de los sistemas</u> , cabe mencionar que el personal se sigue capacitando debido a que este sistema está en constante evolución.	-Gracias a la <u>Asociación de Sistema de Limpieza de Gases</u> , el <u>personal encargado fue capacitado en múltiples detalles como por ejemplo el impacto ambiental que tendrá y la rentabilidad frente a la instalación y las travesías respecto a las zonas ECAs</u> .	-El <u>personal encargado (superintendentes entre otros) es el más interesado en la instalación</u> de estos sistemas, en consecuencia, se puede cumplir con lo establecido en las nuevas reglas 14 y 4 del anexo vi del convenio MARPOL.	-Por supuesto, lo más importante que debemos considerar es que la compañía antes de cualquier modificación en nuestros buques debe realizar una investigación previa y darnos o <u>brindar una adecuada capacitación mediante conferencias en las cuales cabe destacar que la Asociación de sistema de limpieza de gases los cuales satisficieron nuestras preguntas sobre las ventajas y cualidades de este</u>

				nuevo método alternativo
JM3	JM4	JM5	JM6	
- El personal de gestión de la empresa (Los Superintendentes), quien tomaron la decisión de optar por el sistema de limpieza de gases de escape, <u>estos recibieron la invitación cordial por parte de la Asociación del sistema de limpieza de gases, en la cual se expuso todo acerca de este sistema por ejemplo las ventajas y diferentes cualidades que posee este nuevo método alternativo para reducir las emisiones hacia la atmosfera.</u>	-Recibir una capacitación ante una nueva aplicación antes de tomar una decisión de implementación como el primer sistema de limpieza de gases es necesario para poder hablar y discutir del tema, por eso recibimos la invitación de asistir a una conferencia desarrollada por la Asociación de sistema de limpieza de gases, donde se expuso ventajas y cualidades de este método alternativo.	-Uno de los aspectos importantes para toda empresa es que, su tripulación deba <u>conocer el barco a la perfección para cuando ocurra un imprevisto se pueda actuar con rapidez y seguridad, para esto existen conferencias en las cuales se les da charlas a los oficiales respecto a los diferentes sistemas de limpieza de gases de escape.</u>	-Las capacitaciones constantes que se les da a los tripulantes de los barcos <u>marcan una grande diferencia ante las demás navieras, ya que al hacer alguna implementación abordo todo el persona tiene la obligación de recibir una charla de capacitación para poder manejar los imprevistos de abordo,</u> entonces mi respuesta es sí, si se ha capacitado al personal de abordo.	
Interpretación preliminar: La Asociación de Sistemas de Limpieza de Gases de Escape (EGCSA) tuvo la cordialidad y la necesidad de invitar a los superintendentes de la naviera con la finalidad de brindarles el soporte y conocimiento necesario acerca de las ventajas de la instalación de los SLGE en virtud de cumplir con las reglas establecidas en la regla 4 y 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL. Una de las conferencias otorgadas a los superintendentes fue realizado por miembros de EGCSA, quienes abordaron las diferentes cuestiones necesarias útiles para la toma de decisiones dentro de los operadores de los buques.				

-Se pudo conocer además que una vez instalada el SLGE en los buques de la compañía, se realizó una capacitación para los jefes de máquinas de los buques en donde se instalaron los sistemas, lo cual fue realizado en Italia por la empresa ECOSPRAY y CROCEANENGINEERING, quienes brindaron un certificado al termino del programa.

-Inconvenientes:

Entrevista

9. ¿Cuáles son los inconvenientes que se han presentado con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
<p>-En mi posición como superintendente, tuvimos la gran tarea de analizar los barcos idóneas para poder poner en practica este proyecto que hace frente a la reducción de la contaminación, considerando la ruta que nuestras naves recorres, se analizó el factor económico para ver si es realmente rentable el proyecto, <u>además de coordinar con el chárter la autorización de hacer el ingreso a Dique para la instalación y sobre todo si nuestras naves podrían someter a la modificación sin afectar</u></p>	<p>-Durante toda mi carrera como oficial de máquinas y como superintendente en Ahrenkiel, eh tenido distintas situaciones a bordo , entre la más difícil fue esta ultima de implementar un sistema de limpieza de gases de escape considerando los siguientes puntos: el punto número uno , <u>la antigüedad del buque se presta para realizar más modificaciones estructurales los cuales no afecten a la estabilidad del buque</u> por otra parte estas mismas modificaciones que se deben hacer al buque para tener este</p>	<p>-En mi opinión puedo decirte que los principales más que inconvenientes, dificultades fue el <u>proceso de evaluación que debía pasar para escoger que naves implementar el sistema,</u> así como <u>coordinaciones con los charters en contrato con los buques escogidos a fin de conseguir un relevo a dicha nave a fin de no afectar el contrato existente,</u> a eso se tuvo que hacer un balance económico para ver la rentabilidad del proceso, y evaluaciones estructurales de la nave a fin de no perjudicar</p>	<p>-Como operario de la nave, <u>no he presentado inconvenientes con el sistema de limpieza de gases.</u></p>	<p>-Los inconvenientes que he podido apreciar fue que a <u>partir de la instalación, la nave estuvo sometido a severas pruebas por inspectores de la unidad, durante nuestra estadía en puerto,</u> lo cual <u>absorbió la atención y preocupación de la compañía, afectando el descanso de mi personal abordo.</u></p>

<p><u>la estabilidad y flotabilidad.</u></p>	<p>sistema va a ser una gran inversión económica, <u>por último esto demanda una previa coordinación con las autoridades de la compañía y nuestros charters</u> dado que el buque va quedar en standby hasta terminar con la <u>instalación de dicho sistema</u> y muy aparte antes de instalarlo se deben tomar dimensiones de toda la estructura cuando el buque se encuentre en puerto.</p>	<p>estabilidad y flotabilidad del mismo.</p>		
<p>JM3</p>	<p>JM4</p>	<p>JM5</p>	<p>JM6</p>	
<p>-La instalación del sistema de LGE durante mi experiencia, <u>no ha traído inconvenientes abordo desde la parte operativa</u>, sin embargo, considero que la empresa <u>se descuidó con el envío de repuestos para los otros equipos de máquinas.</u></p>	<p>-En <u>coordinación de la empresa y el charteador</u> se analiza el hecho de que el barco ingrese a dique para la respectiva instalación del sistema y <u>así no afecte el arribo de la carga a sus puertos ya establecidos.</u></p>	<p>-Como operario de planta note el inconveniente de que el nuevo sistema capto la atención de los superintendentes, <u>ocasionando un pequeño descuido en el resto de equipos y sus repuestos.</u></p>	<p>-Para llevar a cabo un consumo óptimo del combustible <u>la máquina principal y sus componentes se sometieron a mantenimientos preventivos</u>, los cuales <u>no estaban planificados durante nuestra estadía en dique con la finalidad</u></p>	

			<u>de aprovechar la eficiencia de nuestro sistema.</u>	
<p>Interpretación preliminar: Los inconvenientes que se presentaron fueron analizar las características del buque considerando el movimiento comercial del buque, ya que no se realizó de manera adecuada y en algunos casos perjudicó a la gestión operacional rutinaria llevada a cabo a bordo del buque.</p> <p>-Por otra parte, se pudo conocer que existió cierta incomodidad en los tripulantes ya que para llevarse a cabo los análisis correspondientes a bordo del buque por parte del equipo técnico encargado de la instalación del SLGE se tuvo que dejar de lado las tareas programadas cuya responsabilidad recae en la tripulación de máquinas.</p> <p>-Otro inconveniente presentado tuvo que ver con la postura del chárter respecto a las coordinaciones para entrada a dique.</p>				

-Elección del SLGE:

Entrevista

10. ¿Por qué se eligió el sistema de limpieza de gases de escape húmedo de tipo abierto?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
<p>-La razón por la cual se eligió el sistema de limpieza de gases de escape húmedo de tipo abierto <u>está avalada por la mayor parte de días que las naves navegan por zonas ECAs, considerando la efectividad de la alcalinidad de las aguas,</u> las características de las naves y el <u>bajo costo en comparación de los demás circuitos.</u></p>	<p>-Se optó por este tipo de Sistema de limpieza de gases de circuito abierto, debido a que las <u>mayorías de naves navegan por zonas que obstruyen su funcionalidad.</u></p>	<p>-Por una razón de lógica, las naves pasan la mayor parte de sus <u>travesías por zonas donde la contaminación ambiental es notoria (zonas ECAs),</u> teniendo en cuenta los niveles de sodio (Na) en las mencionadas zonas y de esa manera elegir adecuadamente los lugares de descarga de agua de las torres de lavado.</p>	<p>-La elección se basó en la travesía que realiza la nave; es decir, <u>es conveniente para los barcos que transitan el mar caribe y las islas vírgenes de EEUU (ZONAS ECAs)</u> debido a que las costas de los mencionados lugares están altamente industrializadas y la contaminación es evidente.</p>	<p>-Por mi parte este sistema no es tan extraño ya que muy aparte de las capacitaciones, tuvimos seminarios en los cuales nos informaron que la principal razón por que se eligió el sistema de limpieza de gases de escape húmedo de tipo abierto es porque está avalada por la mayoría de <u>naves que navegan en zonas ECAs,</u> tomando en cuenta la <u>efectividad de la alcalinidad de las aguas,</u> factores propios de las naves y su bajo costo con relación a otros sistemas</p>
JM3	JM4	JM5	JM6	

<p>-Se eligió al sistema de limpieza de gases de escape húmedo de tipo abierto porque es más <u>económico y rentable a comparación con otros circuitos</u> porque la mayor parte de <u>buques de la empresa navegan en zonas ECAs</u>, tomando encuentra la efectividad de la alcalinidad de las aguas y otros aspectos a considerar para su implementación.</p>	<p>-El tipo abierto está justificado por la mayor parte de días que los barcos navegan en <u>zonas ECAs</u>, a lo cual debemos sumar la alcalinidad de las aguas y su efectividad, característica del buque y el <u>bajo costo en comparación de otros circuitos</u>.</p>	<p>-La empresa naviera adoptó el sistema de circuito abierto debido a que <u>cuenta con menos componentes que el sistema de circuito cerrado lo cual fue viable a través del SCAN 3D</u> por la empresa en consideración a la estabilidad y además la <u>efectividad de alcalinidad del agua del mar para neutralizar los óxidos de azufre</u>.</p>	<p>-Considero que uno de los factores es el <u>porcentaje anual que se navega por las zonas ECAs</u>, lo cual es sumamente rentable porque se <u>dejaría de consumir el combustible MDO por el combustible HFO</u>, dejando un significativo ahorro diario en el consumo de combustible.</p>	
<p>Interpretación preliminar: Se pudo conocer que se adoptó por implementar el SLGE húmedo de tipo abierto debido que resulta más económico y rentable en comparación con otros tipos de circuitos. Por otra parte, se identificó que la instalación que la instalación del SLGE del tipo mencionado fue aplicado a buques mercantes quienes tienen una incidencia de realizar operaciones comerciales dentro de zonas ECAs, lo cual determina una decisión que representa ser sustancial desde el punto de vista económico y la observancia de las rutas que cumplen dichas naves de la empresa.</p>				

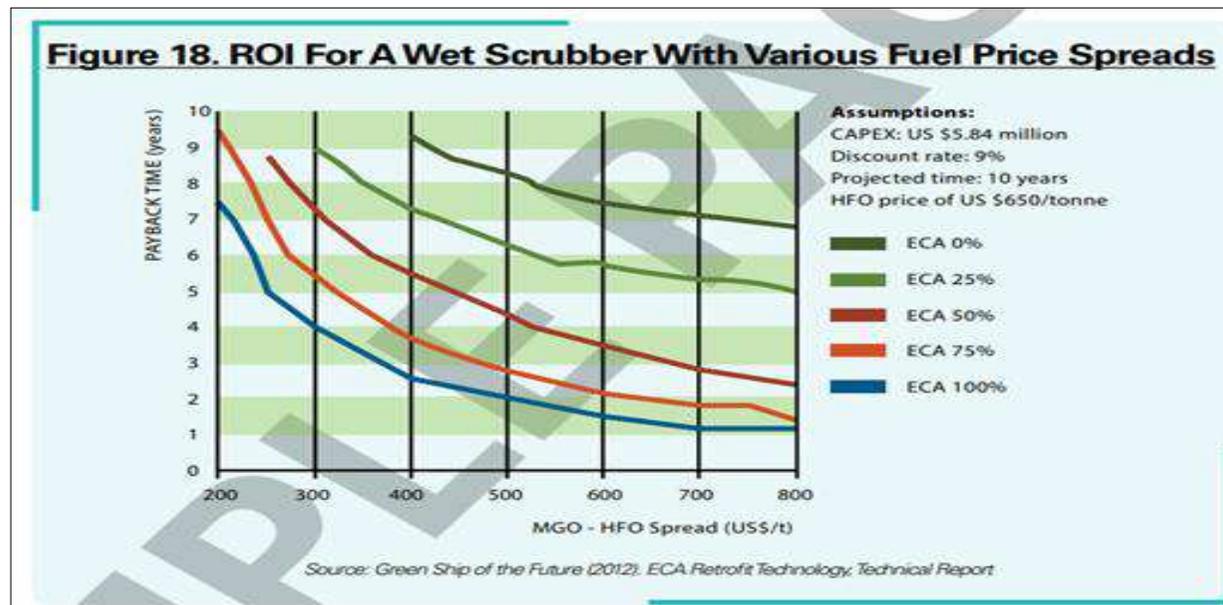
Documentación

Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SO_x – (Austin, 2015).

Criterios para elección de un SLGE húmedo de circuito abierto

-La recuperación de los sistemas depuradores depende principalmente de los precios actuales del combustible, particularmente la diferencia del precio entre combustibles con alto contenido de azufre frente al que posee bajo contenido de azufre (LSF y HFO). Por otra parte, depende también del período de tiempo que el buque operará dentro de una zona ECA.

-Luego, al considerar la recuperación de la inversión (ROI), es esencial considerar la cantidad de HFO quemado cuando opera un depurador versus el costo del cambio de combustible de HFO a LSF, ya sea al entrar o salir de una zona ECA. Es posible que los sistemas de depuración no siempre sean económicos y viables si los costos de capital (CAPEX) y operativos (OPEX) van a ser mayores que el costo de cambiar a LSF. A continuación, se presentan cifras que proporcionan estimaciones sobre el ROI del depurador para diferentes precios de combustible y escenarios operativos dentro de una zona ECA.



Interpretación preliminar: Para un buque que navega en zonas ECAs, un SLGE húmedo de circuito abierto representaría una inversión que beneficia a una empresa naviera, ya que se evitaría pérdidas de tiempo y económicas con respecto al cambio de combustible lo cual es muy usual en buques que ingresan y operan dentro de dichas zonas.

-Por otra parte, es claro que el costo de combustibles con bajo contenido de azufre reglamentarios suelen ser caros, para lo cual dicha tecnología a mediano plazo podría representar una inversión adecuada en beneficio de la rentabilidad de una naviera y una mayor eficiencia con respecto a la operación de un buque mercante quien realiza operaciones comerciales dentro de una zona ECA.

Síntesis conceptual parcial sobre el segundo objetivo específico: Los aspectos técnicos considerados para poder implementar los SLGE en los buques dentro de la naviera se basan en la observancia de los diversos factores generales y críticos fundamentales para la toma de decisiones en cuanto a la tecnología y las características necesarias que determinen una compatibilidad idónea con el buque.

Entre los factores generales tomados en cuenta resaltan los costos que involucra el sistema, la ruta del buque, tipo del buque, capacidad de kW de la fuente de combustión y la disponibilidad con respecto al espacio necesario para poder instalarse el SLGE. Por otra parte, se resalta aspectos críticos que fueron considerados los cuales tienen que ver con el centro de gravedad que involucra afectaciones sobre la flotabilidad y estabilidad, lo cual representa realizar cálculos específicos para poder garantizar la navegabilidad y seguridad del buque.

Si bien es cierto, existen consideraciones muy generales que suelen tomarse en cuenta para poder implementar SLGE a bordo de buques mercantes, el peso del sistema influye sobre la flotabilidad y la estabilidad que determina que el buque tienda a volver

a la posición de adrizado una vez encuentre un punto de inclinación, sobre la cual se debe garantizar que el centro de gravedad (G) siempre se encuentre por debajo del metacentro (M), lo que en otros términos se considera una altura metacéntrica positiva (GM).

Existen algoritmos que ponen énfasis en los criterios de flotabilidad y estabilidad, los cuales ayudan a determinar parámetros para poder establecer las características del sistema más idóneos en torno a los SLGE para los buques mercantes, lo cual por lo general son calculados por el personal de la empresa quienes instalan el sistema de bordo.

Los jefes de máquinas de la naviera, en cuyos buques donde operan se preveo instalar el SLGE fueron enviados a capacitarse a Italia, a través de un plan de formación aplicado por las empresas ECOSPRAY y CROCEAENGINEERING, quienes certificaron al personal una vez terminado el programa. Por otra parte, EGCSA brindo charlas generales para todos los interesados sobre los SLGE, lo cual fue una presentación abierta para dar a conocer las bondades del sistema en cuanto al cumplimiento de la norma de los límites de azufre establecidos en el Anexo VI del Convenio MARPOL.

Con respecto a los inconvenientes se pudo saber que la función comercial del buque represento uno de los principales problemas para establecer una evaluación adecuada frente a la instalación del sistema, ya que muchas de las evaluaciones se realizaron cuando el buque se encontraba en puerto realizando operaciones comerciales, lo cual afectó el trabajo rutinario del departamento de máquinas. Así también, con el charteredor de los buques existió algunos inconvenientes ante la falta de predisposición para poder parar el buque y de esta manera realizar la instalación del sistema correctamente.

En cuanto al tipo de SLGE que fue implementado en los buques fue el tipo húmedo de circuito abierto, debido a que resultaba más económico y rentable en comparación con otros tipos de circuitos, lo cual considerando las rutas de los buques que siempre suelen llegar a zonas ECAs, demandaría un beneficio auspicioso para la naviera y la gestión operacional del buque, ya que principalmente se evitarían pérdidas en cuanto a los tiempo que se manejan para el cambio de combustible al entrar en una zona de restricciones de emisiones de azufre.

4.1.3. Conocer que consideraciones se tomaron en cuenta para el análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

-Variables:

Entrevista

11. ¿Qué variables se tomaron en cuenta para realizar el análisis económico del sistema a implementar?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-Debido a la nueva regulación el precio del <u>combustible ligero se ha incrementado dada su alta demanda en relación con los combustibles con alto contenido de azufre, aprovechando la diferencia de precios, el porcentaje anual de las zonas ECAs por donde se navega</u> y el consumo de combustible óptimo de nuestras naves.	-La variable más importante a tomar en cuenta para la implementación de este sistema fue <u>el costo de combustible, debido a su alta demanda hubo una pequeña alza en el precio</u> , además tener en cuenta el consumo de combustible a bordo de cada embarcación. -Entre otras variables tenemos también <u>los costos de inversión y los costos operativos</u> , por ejemplo consumo de	-Al menos las más importantes, <u>el precio del combustible, los precios de la instalación</u> del sistema mencionado y <u>las travesías que realiza la nave</u> . -Además como factor importante el costo de inversión, entre ellos: <u>mano de obra, valor monetario por cada kW de la fuente de combustión</u> .	-El precio del combustible del HFO 380 mantiene su precio, a diferencia del MDO, que a <u>razón de su alta demanda, el precio subió drásticamente</u> . -El sistema de limpieza de gases de escape <u>funciona con el HFO 380 y al mismo tiempo cumple con lo establecido en la regla 14 del anexo VI del convenio MARPOL</u> , ya que emite gases con	La compañía que nos brindó la evaluación para implementar dicho sistema esto fue en Alemania, en la cual nos informaron que <u>los factores que influyen más son el precio del combustible debido a las nuevas regulaciones este mismo subiría por la alta demanda</u> , deberíamos optar por precios económicos, y aprovechar el

	combustible anual, <u>costo de mano de obra en la instalación del SLGE.</u>		niveles iguales o menores de 0,50 % de azufre.	transitar de nuestras naves por zonas ECAs y <u>mantener una buena eficiencia energética a bordo.</u>
JM3	JM4	JM5	JM6	
-Las variables que se tomaron en cuenta para poder realizar el análisis económico de este sistema de limpieza de gases de escape fueron: <u>las diferencias económicas entre el combustible residual y diésel, el porcentaje de días navegados anualmente por las zonas ECAs, el consumo de toneladas métricas diarias y por último la capacidad en KW de las emisiones de fuentes de combustión.</u>	-En primera instancia el <u>precio del combustible</u> , ya que el combustible ligero ha tenido un <u>aumento en su precio debido al aumento de demanda en comparación con los combustibles pesados</u> , considerando la diferencia de precios, <u>porcentaje anual de las zonas ECAs de navegación</u> y el consumo óptimo de combustible de las naves.	-Las variables a considerar fue el <u>porcentaje anual que se navega por zonas ECAs y globales</u> , el <u>valor diferencial entre los combustibles HFO, VLSFO y MDO</u> , se asumieron <u>costos capitales y costos de operación, como capacitación de personal, precio de repuestos y precio de la capacidad de la unidad de SLG.</u>	-Al implementar un sistema de limpieza de gases de escape es un gran avance para nuestra empresa en cuanto al economía, porque como ya es de <u>conocimiento el combustible bajo en azufre tiene un precio elevado</u> , a diferencia del combustible pesado, <u>se reflejaría el ahorro diario en el consumo de combustible.</u>	
Interpretación preliminar: Las variables consideradas para el análisis económico realizado fueron el costo de inversión; precio de combustibles; porcentaje de días en puerto; zonas ECAs y zonas globales. Así también se tomaron en cuenta el consumo anual de HFO / VLSFO / MDO. Con todos los datos obtenidos, se realizó una evaluación sobre la viabilidad del proyecto tales como VAN (Valor actualizado neto), TIR (Tasa interna de retorno) y payback (Años de recuperación de la inversión).				

-Costo del sistema:

Entrevista

12. ¿Cuál es el costo de un sistema de limpieza de gases de escape?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
- Como bien se sabe la instalación de un sistema de limpieza de gases depende de las <u>características particulares de la nave y de su fuente de combustión</u> , actualmente los precios en el mercado se relacionan a la potencia [kW], <u>oscilando entre 3 a 7 millones considerando el costo de la mano de obra.</u>	-El costo neto del Sistema de Limpieza de Gases de escape es <u>de 1.6 M €</u> , a este costo neto se le debe de sumar <u>el costo por kW</u> dependiendo de la capacidad de la embarcación, esto oscila entre <u>70€ y 80€ por kW</u> de la maquina principal y adicionalmente la capacidad de los Auxiliares.	-Depende principalmente de las particularidades del barco, <u>en especial de la potencia del motor principal</u> y de los motores auxiliares. <u>Los precios podrían llegar hasta 7 millones de dólares.</u>	-El costo va a fluctuar drásticamente de la estructura del barco, de <u>la potencia del motor principal y de los motores auxiliares</u> , es decir a mayor tamaño y a mayor consumo de combustible, esto es sumamente importante <u>ya que los precios llegan hasta los 7 millones de dólares.</u>	-En nuestra compañía no nos facilitaron mucho en si el costo de la instalación de dicho sistema a bordo de nuestro buque, sin embargo, en los <u>seminarios brindados nos dieron un aproximado de 2, 3 millones de dólares hasta podría llegar a 7 millones</u> por lo tanto para poder determinar dicho precio debe tomar varios factores en cuenta tales como características particulares de la embarcación y su fuente de combustión
JM3	JM4	JM5	JM6	
- Para poder instalar este sistema de limpieza de gases va	-En temas de <u>costos esta entre los montos de 3 a 7 millones</u>	-Sé que el valor estimado <u>puede oscilar entre 4 a 8 millones de</u>	-Acorde a mi experiencia el <u>costo de un sistema puede</u>	

<p>dependen mucho de las características de la nave y de su fuente de combustión, hoy en día los precios en el mercado están ligados a la potencia en el motor, <u>que oscila entre 4 a 9 millos dólares que incluye el costo de la mano de obra.</u></p>	<p><u>considerando el costo de mano de obra, y este precio oscila dependiendo de las características particulares de la nave y de características de maquina principal auxiliares y caldera.</u></p>	<p><u>dólares americanos para los sistemas de circuitos abierto, considerando la capacidad de las fuentes de combustión que tienen abordo, dado que <u>la potencia de estas están directamente proporcional con el costo capital.</u></u></p>	<p><u>oscilar entre 2 a 7 millones de dólares, dependiendo de la capacidad en kW de los motores de combustión a los que se implemente el sistema de circuito abierto, para los sistemas cerrados el precio oscila hasta 10 a 12 millones de dólares americanos.</u></p>	
<p>Interpretación preliminar: Los entrevistados concuerdan que el costo del sistema de limpieza de gases de escape está relacionado directamente con la capacidad en kW de la fuente de combustión, entre ellos motor principal y auxiliares. Los precios oscilan entre 3 a 7 millones de dólares para los sistemas de circuito abierto y para los de circuito cerrados e híbridos un promedio de 10 a 12 millones de dólares. -Se pudo conocer además que el costo de mano de obra es de 1.6 M de dolares y el costo por kW oscila entre 70€ y 80€ .</p>				

Documentación

Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013).

Costos de los SLGE

-La estimación de costo resulta del promedio por kW de varios informes de estudios realizados. Se puede visualizar que el rango de costos de depuradores varían desde 1 millón de USD a 4 millones de USD. En la siguiente tabla, las estimaciones de costos se pueden mostrar solo para el costo del equipo depurador, sin considerar el costo de instalación que varía entre 800 € y 1500 €.

Table 11. Scrubber equipment cost

(USD)*	SWS	FWS	HS	Dry
36 MW	3,100,000	3,850,000	3,600,000	3,770,000
16 MW	2,900,000	3,600,000	3,120,000	2,780,000
12 MW	2,000,000	2,500,000	2,220,000	2,615,000
10 MW	1,800,000	2,150,000	1,920,000	1,870,000
3 MW	1,300,000	1,850,000	1,560,000	1,250,000
1 MW	1,000,000	1,750,000	1,260,000	920,000

*Equipment cost only, without installation, engineering design and documentation

Interpretación preliminar: Se puede visualizar que los depuradores húmedos de circuitos abiertos resultan ser los más económicos y que en general el rango de los precios es de entre 1 a 4 millones de dólares. Por otra parte, existe un costo adicional lo cual corresponde a costos de instalación.

-Se pudo conocer además que el criterio para determinar un costo específico de un SLGE tiene que ver con el promedio de kW de las fuentes de combustión.

-Costo - beneficio:

Entrevista

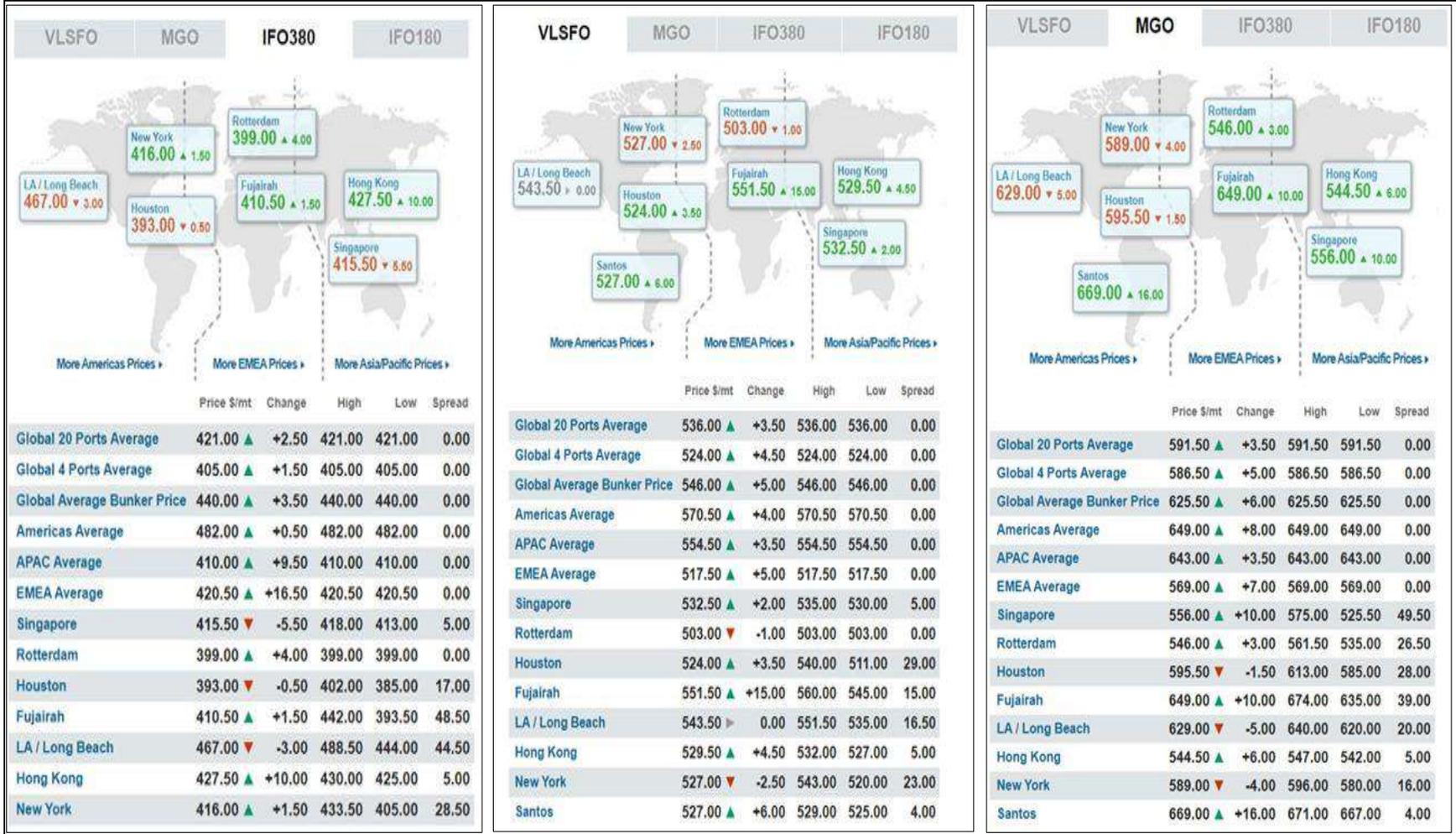
13. ¿Cuál es el costo beneficio de implementar el sistema de limpieza de gases de escape?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
<p>-La ventaja que presenta el sistema de limpieza de gases de escape es <u>continuar consumiendo combustible con un porcentaje de 3.5 % m/m de azufre, el cual actualmente ha mantenido su precio en el mercado, el costo beneficio se verá reflejado en la diferencia de precios de los combustibles ligeros y el residual acorde al consumo de cada nave.</u></p>	<p>-Como se sabe con el uso de este Sistema de LGE permite el uso de un combustible con 3.5% m/m de azufre, el cual generara un <u>beneficio a la naviera de manera económica debido a que el precio de este combustible se ha mantenido y a un tiempo determinado se verá un valor positivo con relación al uso de un combustible con menor porcentaje de azufre.</u> -El costo-beneficio también se verá reflejado en <u>la recuperación de lo investido en un periodo no menor de 3 años.</u></p>	<p>-El <u>costo beneficio será la diferencia de los precios de los combustibles ligeros,</u> debido a que, con el sistema de limpieza de gases de escape, <u>la nave podrá utilizar un carburante con 3.5% masa/masa de azufre,</u> cumpliendo con lo establecido en la regla 14 del anexo VI del convenio MARPOL. -Lo positivo de esta inversión es <u>el periodo de recuperación que podría ser menor a 3 años,</u> dependiendo de las zonas por donde se navegue.</p>	<p>-Hablando <u>ciertamente de costos beneficios,</u> hay uno en especial y trata de que al implementar el sistema de limpieza de gases de escape sea abierto, cerrado o hibrido, <u>el navío podrá utilizar el combustible HFO 380 y emitir gases cumpliendo con lo establecido en la regla 14 en el anexo VI del convenio MARPOL.</u></p>	<p>-El principal <u>costo beneficio</u> es que cuando la compañía nos <u>suministra de algún tipo de combustible que sea con el 3.5% el cual hablando de economía tendría un gran ahorro</u> y por otra parte que en se adquiere en mayor cantidad por consiguiente el costo beneficio se verá reflejado en la diferencia de precios de los combustibles ligeros y el residual acorde al consumo de cada nave</p>
JM3	JM4	JM5	JM6	

<p>- Los <u>costos beneficios</u> de implementar este sistema de limpieza de gases de escape es poder <u>seguir consumiendo con un porcentaje de 3.5% masa/masa de azufre</u>, lo cual se ha mantenido su precio en el mercado. Esto significaría de gran ayuda para las empresas navieras para que puedan escatimar costos con respecto a este tema en discusión.</p>	<p>-La <u>ventaja directa</u> es que el sistema de limpieza de gases de escape <u>permite continuar utilizando combustible con un porcentaje de 3.5% de azufre</u>, el cual no ha sufrido variaciones en su precio, el costo beneficio se verá reflejado en la diferencia de precios de combustible, <u>obteniendo un ahorro a esto considerando que el costo de los combustibles de bajo contenido de azufre</u> continúa un aumento en su valor.</p>	<p>-Sin duda alguna <u>el valor económico</u> que representa para la empresa en implementar un sistema en cada barco es algo importante que a largo plazo se podrá <u>recuperar al dejar de comprar el combustible con bajo contenido de azufre</u>, el cual presenta una <u>diferencia aproximada entre 200 USD/mt</u> en comparación con el combustible con alto contenido de azufre.</p>	<p>-El <u>costo beneficio</u> al implementar un sistema de limpieza de gases de escape es importante, ya que con este se reflejará el futuro económico de la empresa, <u>el invertir en un buen sistema de a largo plazo, que se sabe que podrá ser recuperado en un futuro</u> y además de ver ganancias significaría que las decisiones tomadas al implementar este sistema fueron positivas.</p>	
<p>Interpretación preliminar: De las manifestaciones establecidas por los entrevistados se observa que existe una postura positiva con respecto al uso del SLGE ya que al comparar los precios de los combustibles residuales con alto contenido de azufre y los que poseen bajo contenido de azufre suelen observarse diferencias considerables en un ahorro monetario significativo en el consumo diario, lo cual se verá influenciado con el porcentaje de días que se naveguen por las zonas ECAs y globales. Se pudo conocer que con el uso de la nueva alternativa tecnológica que en un corto plazo de alrededor 3 años se pueda recuperar lo invertido.</p> <p>-Por otra parte, es importante resaltar que con la implementación de los SLGE se evita contratiempos suscitados por el cambio de combustible cuando se ingresa o se sale de una zona ECAs.</p>				

Documentación

Información proporcionada por superintendentes

Precios de combustibles



Interpretación preliminar: Los precios de los combustibles visualizados provienen de la compra de los buques a los cuales se han instalado SLGE en la naviera, siendo el puerto de Houston el principal abastecedor.

- Los precios de los combustibles marinos oscilan entre 400 dólares y 600 dólares por tonelada. Además, específicamente en el puerto de Houston el precio de IFO 380 es de 400 dólares, el precio de VLSFO 524 dólares y el precio de MGO es de 600 dólares.
- De no utilizarse SLGE en zonas ECAs, condiciona el uso de MGO lo cual representa un significativo aumento monetario a comparación de los otros combustibles marinos.

Información proporcionada por superintendentes

Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques

CUADRO TECNICO ENTRE LOS 2 FABRICANTES:

MCR: Es la máxima potencia de salida que desarrolla la máquina sin problemas.

BARCO	MH – HAMBURG	AS SAVANNA
# IMO	9332860	9283693
FABRICANTE	CR OCEAN ENGINEERING	ECO SPRAY TECH.
MODELO	CIRCUITO ABIERTO	
SERIE	M00943	18-373-0095
AÑO	2019	
CLASIFICADORA	ABS	
CAPACIDAD	3.5 – 0.1 % m/m	
M/E	31460 kW at 50 % MCR	16 601.2 kW @ 77 % MCR
A/E	1588.8 kW at 60% MCR	1 008 kW @ 60 % MCR
Capacidad de bombas	1785 m3/h @ 50 %	850 m3/h @ 90 %
Bajo caudal de agua (in)	250 m3/h	350 m3/h
Salida del gas limpio	MENOS DE 32 °	40
Capacidad de remover SO2	97.14 %	99 %
INLET pH (máx)	9.0	8.15
OUTLET pH (mín)	3.0	4.2
PAH (out)	50 ug/l PAHphe	< 45 ppb
Turbidez (out)	25 NTU	< + 25 TNU
SO2/CO2 (out)	4.3 (3.5)	< 4.3 (< 21.7) ECA(3.5) – GLOBAL (15.0)
TEMP. INGRESO DE G.E	267 °	277
TEMP DE LOS GASES DE ESCAPE	60 °	50
Temperatura de SW.	0° - 32° C	
Alcalinidad	1800 – 2200 umoles	1300 – 2200 umoles
Ingreso de pH	~ 8.2	
ESLORA	293 m	210 m / 175 m
MANGA	40 m	30 m / 28 m
PESO TOTAL (DWT)	72 982 t	34 567 t / 22 315 t

Interpretación preliminar: Se visualizan aspectos técnicos de los SLGE que fueron implementados en las naves de la empresa, lo cual deja evidencia que ambos sistemas tienen la capacidad de remover los óxidos de azufre y cumplir con la normativa. Así mismo, cumplir con el criterio que se exige al agua de lavado descargada.

- Por otra parte, se puede establecer que existe una diferencia de capacidades en los equipos auxiliares del SLGE debido a que la capacidad de la fuente de combustión es mayor en kW con referente a la otra.
- La comparación proviene de sistemas instalados en dos de los buques de la naviera, lo cual brinda especificaciones concretas sobre la tecnología utilizada a bordo de los buques con respecto a los depuradores y el cumplimiento de la norma "OMI 2020".

Información proporcionada por jefes de máquinas

Reporte de consumo de combustibles de buques

AS SAVANNA:

AS SAVANNA	MAN B&W 7S60MC-C	Yanmar 6EY26L
#	1	3
MCR (100%)	14 250 kW	1 890 kW
RPM	110	720
Combustible	HFO 380	HFO 380
1 700 TEU GEARLESS		

M/E - NAVEGACION [mt/d]		A/E - NAVEGACION [mt/d]		A/E - PUERTO [mt/d]	
HFO	50	HFO	5	HFO	3.5
VLSFO	53	VLSFO	5.5	VLSFO	4
MDO	55	MDO	6	MDO	4.5

	Días	Porcentaje
ECA - AT SEA	89	24%
GLOBAL - AT SEA	180	49%
IN PORT	96	26%
	365	100%

CONSUMO ANUAL		
Cons. HFO	15131	mt
Cons. VLSFO	16120.5	mt
Cons. MDO	16841	mt

MH HAMBURG:

MH HAMBURG	11K98MC- C	Daihatsu 6DC-32
#	1	4
MCR (100%)	62 920 kW	2648 kW
RPM	94	750
Combustible	HFO 380	HFO 380
6 500 TEU GEARLESS		

M/E - NAVEGACION [mt/d]		A/E - NAVEGACION [mt/d]		A/E - PUERTO [mt/d]	
HFO	120	HFO	8	HFO	6.5
VLSFO	125	VLSFO	9	VLSFO	7
MDO	130	MDO	10	MDO	8

	Días	Porcentaje
ECA - AT SEA	120	33%
GLOBAL - AT SEA	145	40%
IN PORT	100	27%
	365	100%

CONSUMO ANUAL		
Cons. HFO	34570	mt
Cons. VLSFO	36210	mt
Cons. MDO	37900	mt

Interpretación preliminar: Se visualizan las características técnicas de las fuentes de combustión de los buques donde han sido implementadas los sistemas, los cuales son pieza clave para definir la capacidad del SLGE.

- Además, se puede observar el consumo de combustible diario que desarrolla las fuentes de combustión en sus diferentes eventos, como en navegación y la estadía en puerto.
- Así mismo, se puede visualizar una estimación de un consumo anual convincente lo cual se encuentra asociado a los días que transitan las naves por las diferentes zonas globales y ECAs.

-Decisión de compra de SLGE:

Entrevista

14. ¿Por qué para la compañía la compra de sistemas de limpieza de gases de escape ha representado una alternativa para cumplir con las normas "OMI 2020"?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
<p>-La razón por la cual la compañía consideró en primera instancia la instalación o la compra de los sistemas de limpieza de gases de escape es que <u>los equipos están diseñados para reducir las emisiones que emite un combustible con alto contenido de azufre a uno por bajo contenido de azufre</u>, en otras palabras al quemar un combustible con 3.5 % de azufre sus emisiones serán igual o menor que al</p>	<p>-Se tomó como alternativa <u>el uso de este sistema debido a su efectividad para reducir las altas emisiones de azufre en los gases de escape</u>, ya que permite continuar usando un combustible con mayor porcentaje de azufre y así genera un ahorro significativo en la economía de la empresa naviera.</p> <p>-La compañía está trabajando actualmente con dos fabricantes, <u>CR OCEAN ENGINEERING y ECO SPRAY TECH</u>, siendo el primero <u>implementado para la nave de mayor carga</u>, quedando el</p>	<p>-Como cualquier objetivo de cualquier empresa es reducir costos. La opción de limpieza de gases de escape podría ser una alternativa en lo que corresponde costos, pero para ellos deben evaluar las travesías que hace la nave a fin de saber si la instalación es rentable o no. Otra de <u>las razones es que con ese sistema la nave puede utilizar un combustible con 3.5% m/m de azufre y emitir gases iguales o menores con 0.5 % de azufre</u>, cumpliendo así con lo establecido en la regla 14 de anexo VI.</p>	<p>-Según lo establecido en la regla 4 del anexo VI del convenio MARPOL, el barco puede <u>tener una alternativa diferente de consumir HFO con la condición de emitir gases iguales o menor de 21.7 so2/co2</u>.</p> <p>-Lo que he podido presenciar acorde a mi experiencia, que la operación del sistema <u>ECO SPRAY TECH es menos compleja que la operación del SLGE CR OCEAN ENGINEERING</u>.</p>	<p>-Porque mediante las últimas circulares nos han hecho saber que dichos sistemas nos ayudarían en la mejora de ahorros que economizarían los recursos para el transporte de la carga cumpliendo con todo lo impuesto por la MEPC por lo tanto al <u>quemar combustible con el 3.5% vendría a ser la misma cantidad de emisiones que cuando quememos combustible con el 0.5%</u>.</p> <p>-Durante mi experiencia en las naves que cuentan con el SLGE desde mi punto de vista, <u>la operación para la tecnología ECO SPRAY</u></p>

quemar un combustible con 0.1 % de azufre. Esto también se vio influenciado por distintos estudios los cuales indicaron que las refinerías no se estaban dando abasto para proveer el combustible con bajo contenido de azufre a todas las naves.	<u>segundo para las naves de menor carga.</u>	<u>-Se sabe que la compañía cuenta con 2 fabricantes CR OCEAN ENGINNERING y ECO SPRAY TECH, siendo sistemas de diferentes capacidades, lo cual se ha visto reflejado la <u>variación de precios en el costo de la mano de obra.</u></u>		<u>es más sencilla que la tecnología CR OCEAN ENGINNERING.</u>
JM3	JM4	JM5	JM6	
-La compra de este sistema de limpieza de gases de escape representa una alternativa para poder cumplir con las normas “OMI 2020”, donde los equipos están diseñados para <u>reducir las emisiones de un alto contenido de azufre</u> , en otras palabras, <u>al quemar</u>	-La compañía decidió comprar estos sistemas de limpieza de gases de escape ya que permite seguir <u>utilizando combustibles con alto contenido de azufre</u> , pero a partir de este sistema se <u>permite reducir estas emisiones a menor o igual a 0.1% de azufre.</u> -Además he podido presenciar que la <u>tecnología ECO SPRAY</u>	-Como bien se sabe, la OMI ha presentado tres propuestas para hacer frente a la nueva normativa 2020, <u>entre ellas la utilización del sistema de LGE como método alternativo, el cual permite utilizar el combustible con 3.5% que al pasar por el sistema reduce la emisión a un equivalente de un combustible de 0.1%</u> , lo	-Las normas OMI 2020 cumple un rol importante con respecto al cuidado del medio ambiente y la contaminación atmosférica, para lo cual la OMI presentó tres alternativas, una de ellas y la cual fue adoptada por la empresa, <u>la utilización del sistema de LGE como método alternativo, generando</u>	

<u>un combustible con 3.5% de azufre sus emisiones serían igual o menor que al quemar un combustible con 0.1 % de azufre.</u>	<u>es más sencilla en el contexto operacional a diferencia de la tecnología CR OCEAN ENGINEERING.</u>	cual está dejando un margen de ahorro para la compañía.	<u>una reducción monetaria en la compra de combustibles.</u>	
<p>Interpretación preliminar: El sistema de limpieza de gases de escape representa para la compañía una alternativa viable para reducir las emisiones de óxidos de azufre y un ahorro significativo en el consumo diario de combustible, debido a que dicha tecnología permite utilizar el combustible con alto contenido de azufre y emitir una relación en emisiones de SO₂/CO₂ menor o igual a 21.7; dando de esta manera cumplimiento a la regla 14 del Anexo VI.</p> <p>-Bajo una evaluación previa realizada en base a los costos de combustibles, días navegados en zonas globales y zonas ECAs determinan una decisión idónea en aras de mejorar la operatividad de los buques y la rentabilidad empresarial dentro de la naviera.</p> <p>-De primera mano se pudo conocer que en el buque que mayor carga contenedorizada traslada se instaló un SLGE de marca CR Ocean Engineering, mientras que en los otros buques SLGE de marca ECO SPRAY TECH. Una de las principales diferencias entre ambos sistemas es que en el primero la operación es un poco más compleja a diferencia del segundo. Por otra parte, dadas las características intrínsecas en cuanto al tamaño y diseño, existen algunas actividades operacionales que la diferencian.</p> <p>-Respecto al SLGE CR Ocean Engineering y el SLGE ECO SPRAY TECH los costos de instalación también marcan una diferencia, sobretodo en la mano de obra que se realizará en el dique.</p>				

Síntesis conceptual parcial sobre el tercer objetivo específico: Las consideraciones que se tomaron en cuenta para realizar el análisis económico con respecto a la implementación de los SLGE tuvieron que ceñirse a la observancia de variables tales como el costo de inversión; porcentaje de días en puerto, zonas globales, zonas ECAs; consumos de combustibles marinos residuales y destilados propios del buque. Asimismo, con los datos obtenidos como parte de la recopilación documental se pudo establecer un análisis económico considerando la información concreta de dos buques de la naviera bajo el establecimiento de los siguientes parámetros:

- VAN (Valor actualizado neto).
- TIR (Tasa interna de retorno).
- Payback (Años de recuperación de la inversión).

AS SAVANNA (1700 TEUs)

				PAYBACK		
	INVERSION				MDO	VLSFO
CASO 1	-2721728	2799007.33	3662781.37	Inversión	-2721728	-2721728
CASO 2	-2721728	4425886.85	2360472.99	1er año	-581201.97	-1128640.9
				2do año	1856109.67	1571187.34
				3er año	3740060.7	4064631.84
TASA	6%					
					MDO	VLSFO
	VAN 1	3178707.33		ÚLTIMO AÑO (-)	1	1
	VAN 2	3554449.51		Valor Absoluto (-)	581201.973	1128640.88
	TIR1	78%		Flujo Caja Siguiete	1856109.67	1571187.34
	TIR2	105%				
					MDO	VLSFO
				ÚLTIMO AÑO (-)	1	1
				VA(-) / FC sig.	0.31312911	0.71833628
				AÑOS	1.31312911	1.71833628

MH HAMBURG (6500 TEUs)

INVERSION						
CASO 1	-8354163.2	7607957.83	7469992.01			
CASO 2	-8354163.2	6820599.63	4703861.82			
TASA	6%			PAYBACK		
					MDO	VLSFO
	VAN 1	5471421.80		Inversión	-8354163	-8354163
	VAN 2	2266785.03		1er año	-3097249	-5541951
	TIR1	50%		2do año	2610700.2	-872712.4
	TIR2	26%		3er año	6723786.6	3170298.2
					MDO	VLSFO
				ÚLTIMO AÑO (-)	1	2
				Valor Absoluto (-)	3097249.3	872712.43
				Flujo Caja Siguiente	2610700.2	3170298.2
					MDO	VLSFO
				ÚLTIMO AÑO (-)	1	2
				VA(-) / FC sig.	1.1863673	0.2752777
				AÑOS	2.1863673	2.2752777

La comparativa del análisis económico proviene de dos buques a los cuales se les implementó el SLGE, en la cual uno de los buques es el que menos carga contenedorizada puede trasladar y el otro el que más carga contenedorizada traslada. De acuerdo con el análisis económico presentado considerando que los buques tienen una tendencia de navegar frecuentemente por zonas ECAs lo cual garantiza que el Payback con respecto a los gastos de implementación de los depuradores sea de entre uno y dos años, lo cual establece un potencial costo / beneficio para la naviera.

En tal sentido, bajo el análisis realizado se puede establecer que para un buque que por lo general realice viajes frecuentes en zonas ECAs, la implementación de SLGE incrementa la rentabilidad del uso, ya que se mantendrá el uso de un combustible marino homogéneo (HFO = 3.50 % masa/masa) ya sea en zona global o zona ECAs.

Así también, se evitan los tiempos perdidos a causa del cambio de combustible cuando no se utiliza la tecnología referente al SLGE, por lo que la operación del buque se realiza consumiendo en todo momento HFO.

El costo del sistema referencial es de entre 3 a 7 millones de dólares, en la cual se suma el costo de instalación. Además, uno de los criterios para poder definir de manera particularizada un costo directo es tomar en consideración la capacidad en kW de la fuente de combustión.

Se optó por comprar un SLGE húmedo de tipo circuito abierto por ser uno de los más económicos y que tomando en cuenta el análisis económico en cuanto a los parámetros establecidos representa una adecuada inversión para poder cumplir con las normas “OMI 2020”. En tal sentido, se puede establecer que la implementación del SLGE para la empresa ha representado una decisión beneficiosa, y que la implementación en los buques ha respondido a que la gran mayoría de dichas naves suelen navegar por lo general por zonas ECAs, lo cual aporta un elemento definitivo para poder considerar la respectiva instalación del sistema a bordo del buque.

El ahorro económico basado en el uso del combustible cuando los buques se encuentran en zonas ECAs es de un promedio de 200 dólares por tonelada, mientras que cuando el buque navega en una zona global es de 150 dólares por tonelada. En tal sentido, bajo el presente análisis económico se pueden establecer un panorama de mayor especificidad tomando como referencia las decisiones y variables tomadas en cuenta dentro de la gestión de la naviera en referencia.

Se puede conocer que la implementación de los SLGE se realizó en los buques bajo el uso de la tecnología de dos marcas. El fabricante CR Ocean Engineering el cual fue instalado en el buque que mayor carga traslada de todos a los cuales se instalaron el sistema, mientras que en los otros se instaló un SLGE del fabricante ECO SPRAY TECH. Con respecto al CR Ocean Engineering representa un sistema de mayor tamaño a comparación con el ECO SPRAY TECH, de acuerdo a ello se optó por instalar en el buque más grande el primero y en los demás buques la segunda tecnología en mención. Si bien es cierto, los dos sistemas son eficientes la operación de los SLGE ECO SPRAY TECH suelen ser más simple a comparación del SLGE CR Ocean Engineering.

4.1.4. Analizar cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

-Conocimiento dentro de la gestión de la empresa:

Entrevista

15. ¿Qué conocimientos se posee dentro de la gestión de la empresa respecto a la repercusión de los sistemas de limpieza de gases de escape y el medio marino?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-Se sabe que el agua de lavado empleado en los sistemas de limpieza de gases de escape debe ser monitoreado <u>antes de ser descargada al agua de mar con sus valores establecidos por la resolución MEPC259.(68), de no ser así, estaría originando acidificación y acumulación de PAH en el agua que se descarga, lo cual generaría un impacto</u>	-Como se sabe el sistema de Limpieza de gases de escape de circuito abierto, <u>su agua de lavado utilizada para reducir el porcentaje de emisión de los gases de escape, es descargada fuera de borda, y debe cumplir las regulaciones actuales, y bueno de por si cumple, pero, esto no implica que no haga ningún tipo de contaminación, tengo entendido que siguen</u>	-Se conoce que el impacto ambiental en el mar podría ser severo si es que <u>se descarga agua de lavado ácida o con un PAH alto, por estas razones el sistema de limpieza de gases de escape debe ser constantemente monitoreado.</u>	-El impacto será altamente favorable para el medio ambiente ya que el <u>uso de un combustible con 3,5 % de azufre tendrá que ser remplazada por regla por el de uno de 0,5% de azufre, se estima que en unos años el combustible tenga 0,0 % de azufre.</u>	-Dentro de un buque tanquero por lo general recaen muchas normas, protocolos y reglas las cuales de tan solo ser infringidas traerían consecuencias monetarias hacia toda la compañía, muy aparte de todas las consecuencias medioambientales o hacia el buque en si, por lo tanto, si nosotros <u>no cumplimos con lo que nos dice la resolución MEPC 259(68) perjudicaríamos directamente al ecosistema marino,</u>

<p><u>en los fitoplancton, quienes son el primer eslabón de la cadena alimenticia en el medio acuático.</u></p>	<p>haciendo estudios para no generar ningún tipo de contaminación marina ni ambiental.</p>			<p><u>siendo más específicos al fitoplancton.</u></p>
<p>JM3</p>	<p>JM4</p>	<p>JM5</p>	<p>JM6</p>	
<p>-Con respecto a los conocimientos nivel gestión dentro de la empresa con respecto a las repercusiones de este sistema de limpieza de gases de escape es <u>que si no se usa correctamente el monitoreo adecuado de descarga de mar con sus valores establecidos en la resolución MEPC 259 (68), se puede originar una acidificación y acumulación de PHA en el agua de descarga donde se verá perjudicado el fitoplancton, quienes son el primer eslabón de la cadena alimenticia en el medio acuático.</u></p>	<p>-Por normativa establecida por <u>la MEPC259.(68) se sabe que el agua de lavado debe ser monitoreado antes de ser descargada a fin de evitar un impacto ambiental por parte de este a fin de controlar acidez y acumulación de PAH en el agua que se descarga.</u></p>	<p>-El sistema de limpieza de gases de escape es una tecnología eficiente para hacer frente a la normativa vigente, <u>para verificar el cumplimiento de esta normativa se requiere un sistema de monitoreo continuo con la finalidad de supervisar las emisiones que van a la atmosfera y así mismo el cuidado del medio marino, por lo cual el agua de lavado debe ser monitoreado con los siguientes valores pH, PAH y turbidez.</u></p>	<p>-Existe una <u>pequeña controversia con el agua de lavado que es descargada a la mar, por ende el sistema de LGE cuenta con un sistema de monitoreo continuo del agua de lavado, de no cumplir con los parámetros establecidos produciría contaminación al verter a la mar, es por esto que el constante monitoreo de este sistema es importante para evitar la contaminación marina.</u></p>	

Interpretación preliminar: Dentro de la gestión de la empresa con respecto al uso de SLGE se sabe que es importante tomar en cuenta de que las normas OMI 2020 dejan en claro que la contaminación debe disminuir cada vez más, por lo tanto, se conoce que el agua de lavado que se utiliza en los depuradores puede ocasionar desastres ecológicos en el mar (acidificación o acumulación de PAH) si es que no es monitoreada antes de ser descargada. Por lo tanto, la nave se debe someter a seguir estrictamente lo establecido en la Resolución MEPC.259(68). De no ser así, la naviera podría afrontar multas severas por los órganos con facultad sancionadora.

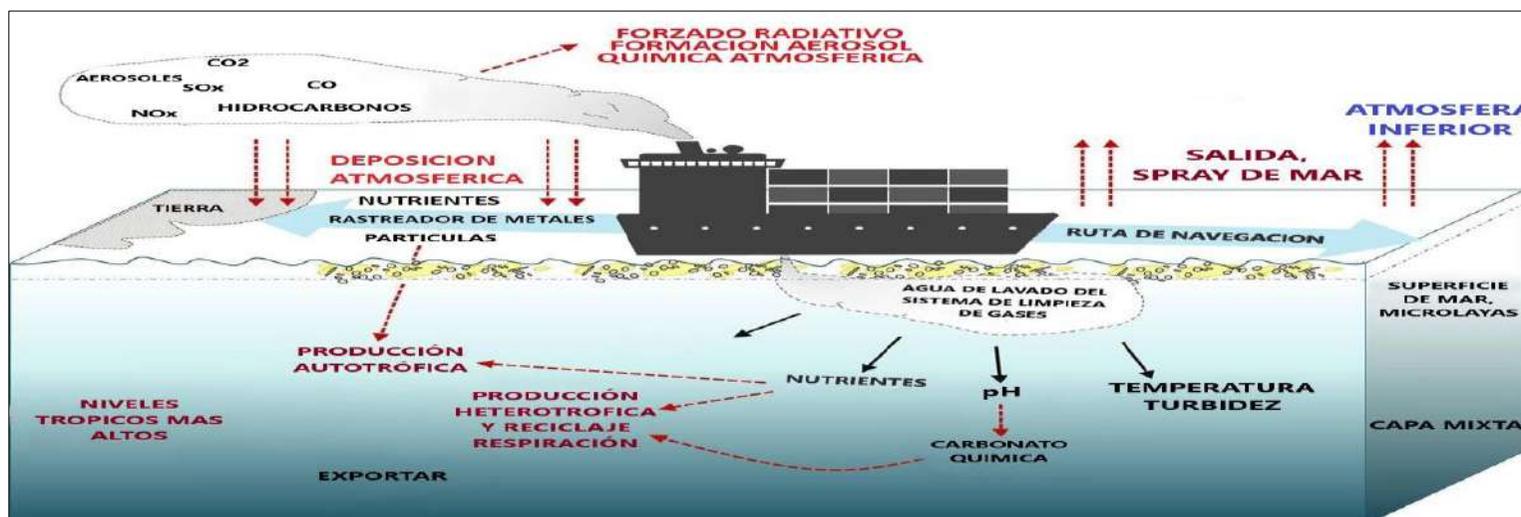
Documentación

ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)

Impacto sobre la descarga de agua de lavada en depuradores

El impacto de la descarga de agua de lavado del depurador en microorganismos y procesos biogeoquímicos hasta ahora solo medido en un estudio informó un aumento de la mortalidad por zooplancton y reducción de la alimentación probablemente debido a los efectos sinérgicos de los metales pesados y otros componentes del agua de lavado del depurador. Sin embargo, hay muchos estudios sobre los efectos de algunos de los depuradores, constituyentes (p. ej., metales y PAH) en la vida marina y organismos.

Mientras que algunos metales son cofactores esenciales en enzimáticos procesos, todos los metales son tóxicos para la vida marina en niveles elevados concentraciones. En combinación con un pH reducido, como se encuentra en agua de lavado del depurador, la solubilidad de los metales en el agua de mar, la movilización de metales a partir de partículas y, en consecuencia, la aumenta la toxicidad de los metales. Sin embargo, las bacterias y algunas especies de fitoplancton pueden tolerar alta concentración de plomo, e incluso se benefician de los inducidos por el plomo muerte de sus herbívoros.



Interpretación preliminar: Las descargas del agua de lavado representan una fuente de contaminación dañina para las especies marinas, para lo cual hay estudios iniciales los cuales determinan que el uso de SLGE podrían contaminar al medio marino, sin embargo, hasta el momento no se ha tomado una actitud de confirmar dicha evidencia inicial. Ante dicho situación, se provee la necesidad de llevar a cabo un adecuado monitoreo con el fin de poder reducir al máximo los contaminantes que pueden desprenderse del agua de lavado de los SLGE.

Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et. al., 2019)

Componentes de los tipos de SLGE húmedos

El sistema de depurador húmedo se puede dividir en tres tipos, a saber, depurador de agua de mar de circuito abierto (SWS), depurador de agua dulce de circuito cerrado (FWS) y depurador híbrido (HS). Existen varios componentes principales para los sistemas mencionados los cuales se pueden visualizar en la siguiente tabla:

	SWS	FWS	HS
Scrubber unit	•	•	•
Water treatment system	•	•	•
Pump equipments	•	•	•
Piping equipments	•	•	•
Sludge tank	•	•	•
Monitoring module	•	•	•
Fan equipments (optional)	•	•	•
NaOH feed module		•	•
NaOH storage tank		•	•
Buffer tank		•	•
Fresh water tank		•	•
Bleed-off holding tank		•	•

Interpretación preliminar: De la tabla mostrada, se puede observar que los tres tipos de SLGE poseen un sistema de tratamiento de agua de lavado, lo cual determina que siempre se depositen restos de un agua tratada hacia el mar, lo cual bajo los estudios previos que se han realizado probablemente contamine el medio marino y que hasta el momento no existe a ciencia cierta la repercusión del agua que se vierte al mar la cual es tratada a bordo por el sistema.

-Inconvenientes con respecto al uso de SLGE:

Entrevista

16. ¿Cuáles serían los inconvenientes de prohibirse el uso de sistemas de limpieza de gases de escape en un futuro próximo, tomando en consideración que se establece el uso de esta tecnología como una alternativa de mediano plazo?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
<p>-De existir posibles inconvenientes con el uso de sistema de limpieza de gases de escape de circuito abierto <u>repercutiría en el factor económico siempre y cuando no se haya recuperado la inversión capital</u>, por otro lado la compañía podría analizar de invertir en los sistemas de LGE de circuito cerrado previo a un estudio para realmente comprobar que es compatible y que con ello no afecte la estabilidad ni flotabilidad de la nave.</p>	<p>-Uno de los inconvenientes más importantes sería la <u>preocupación de conseguir la disponibilidad de un combustible con menos % de azufre</u>, debido a que si no hubiera estuviera esta opción disponible, muchos armadores optarían por un combustible más limpio y esto generaría una alta demanda para estos combustibles y al momento y <u>basado en diferentes estudios las refinerías recién están implementando como cumplir con la demanda.</u></p>	<p>-El inconveniente principal sería <u>los aumentos en los costos de la empresa ya que le quedaría la única opción de comprar el Diésel con 0.1% de azufre</u>, el cual, obviamente es más caro.</p>	<p>-Definitivamente limitaría <u>los esfuerzos por reducir los daños ecológicos provocadas por los barcos</u>, asimismo forzaría a las navieras no poder reducir costos debido a <u>que tendría que utilizar el diésel como opción para emitir gases con niveles iguales o menores de 21,7 so2/co2.</u></p>	<p>-El mayor inconveniente que tendría a mediano plazo <u>son las repercusiones económicas</u> puesto que hasta donde <u>tengo entendido en el 2025 habrá una nueva asamblea en la cual podría llegar a modificar dichas medidas especificadas en la asamblea</u> previa y esta misma perjudicaría monetariamente y funcionalmente a todas las compañías que estaban en proceso de implementación de dicho sistema por <u>otra parte se menciona de un algoritmo que podría ayudar a determinar si con un sistema cerrado</u></p>

JM3	JM4	JM5	JM6	<u>no afecte a la estabilidad o flotabilidad del buque.</u>
-Bueno con respecto a tu pregunta, si se llegara a instalar este sistema de limpieza de gases de escape y se presente un inconveniente a futuro seria <u>que no se pueda recuperar la inversión debido al poco tiempo de su uso</u> , por otro lado, se <u>debería aplicar un algoritmo para ver si es compatible con sistema a instalarse.</u>	-Prohibirse el uso de un sistema alternativo como el de limpieza de gases <u>afectaría directamente al capital e inversión de la naviera</u> , teniendo repercusiones económicas que <u>podrían afectar hasta en el costo de transporte marítimo.</u>	-Fuese el caso de prohibirse el uso de sistemas de limpieza de gases de escape a futuro, <u>se evaluaría si la inversión capital ha sido recuperada durante el tiempo que estuvo en servicio el sistema alternativo.</u>	-Los inconvenientes de prohibirse este sistema de limpieza de gases es <u>que podamos comprar el diésel oil a un costo más elevado que el heavy fuel oil</u> , es por eso que se toma como alternativa instalar este sistema a bordo de los buques mercantes. - <u>Directamente estaría afectando tanto al medio marino como a la economía de la empresa.</u>	
<p>Interpretación preliminar: Los inconvenientes de prohibirse el uso de sistema de limpieza de gases en un futuro próximo, repercutiría en el factor económico cuando no se haya recuperado la inversión del costo capital, además de la preocupación de conseguir disponibilidad de combustible en todos los puertos.</p> <p>-Por otro lado, habría un incremento en los gastos de la empresa al abastecer a sus naves con combustible MDO para poder cumplir con las normas medioambientales estipuladas en el Anexo VI del Convenio MARPOL.</p>				

Síntesis conceptual parcial sobre el cuarto objetivo específico: Dentro de la gestión de la empresa se conoce que uno de las fuentes contaminantes con respecto al uso de los SLGE suele ser el agua de lavado la cual es tratada a bordo previo a ser descargada al mar cumpliendo con los parámetros establecidos en la Resolución MEPC.259(68). Así mismo, de acuerdo con estudios recientes existen ciertos indicios los cuales hacen referencia de que a pesar del tratamiento que los SLGE realizan a bordo de los buques, podría ser una fuente de contaminación, para lo cual es necesario se problematice y se realicen estudios a profundidad a fin de poder escatimar las consecuencias para el medio marino a partir del uso de la tecnología referida.

Con respecto a los inconvenientes que se podrían suscitar si en un corto plazo se limita el uso de los SLGE a bordo de los buques afectaría a la inversión que las empresas han podido realizar por dicha tecnología lo cual cuenta con el aval de la OMI, sin embargo, representaría un panorama controversial en la cual se generarían diversas discusiones ya que se pone en juego uno de los principios de un transporte marítimo eficiente el cual se basa en la preservación del medio marino.

En tal sentido, tomando en consideración el conocimiento y la capacidad de respuesta la cual se avizora desde la gestión operacional en los buques de la naviera resulta prudente establecer que existe una brecha en el establecimiento de las repercusiones sobre el medio marino a partir del uso de los SLGE, lo cual contribuye a establecer nuevas líneas de investigación susceptibles y razonables para seguir problematizando lo cual pueda aclarar un panorama que responde a un principio esencial de la operación de los buques mercantes, de tal manera que se tome las decisiones oportunas a nivel internacional con respecto al uso de tecnología equilibrada en aras de preservar el medio marino a nivel internacional.

4.1.5. Conocer qué proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

-Motivo de instalación de SLGE en 5 buques:

Entrevista

17. ¿Por qué hasta el momento se han instalado solo el sistema de limpieza de gases de escape en 5 buques de la naviera?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-En el año 2019, se dio la primera instalación del sistema de limpieza de gases <u>un barco de 6 500 TEU, en la cual se observó una operación eficiente y rentabilidad en la parte económica,</u> es por ello que se tomó la decisión a <u>inicios del 2020 de instalar el sistema a 4 barcos pero de menor TEU,</u> basándose	-Debido a que se ha tomado en cuenta las rutas de navegación de estas naves, basándonos en esa información a partir del año 2019 se <u>implementó el primer sistema de LGE,</u> progresivamente se <u>seguirán implementando más.</u>	-Con el primer fabricante se ha llegado a la conclusión que <u>el sistema es rentable debido a que solo utiliza el 25% de los días del año en navegar por las zonas ECAs y el 55% por zonas globales refiriéndonos al barco de 6500 TEU,</u> sin embargo, <u>la rentabilidad en los 4 barcos de menor TEU también es efectiva debido a que estos últimos navegan la mayor parte del año por las zonas ECAs.</u> Por lo que	-Las decisiones de una empresa debe ser analizada minuciosamente para evitar gastos extras. El <u>primer barco de la empresa con la instalación del sistema de limpieza de gases de escape fue un hecho aislado, es decir, navego en muy bajo porcentaje acorde a los días del año por zonas ECAs,</u> todo lo contrario, en los <u>4 barcos restantes de menor TEU, a razón de que</u>	-Por lo que me eh informado en el año 2019, se había <u>dado la primera instalación del sistema de limpieza de gases en un barco de aproximadamente 6500 TEU,</u> donde observaron una operación con gran índice de <u>eficiencia y rentabilidad en el aspecto económico,</u> por ende, según estos antecedentes <u>se procedió desde el año 2020 a instalar a los a 4 buques más de menor TEU y de mayor</u>

<u>también que estos barcos navegan en su mayoría de días por zonas ECAs.</u>		<u>se concluye que para tomar la decisión de hacer la instalación del sistema en los demás barcos de la flota se debe primero someter a intensos análisis.</u>	<u>pasaban más tiempo en las zonas ECAs.</u>	<u>porcentaje de navegación en zonas ECAs.</u>
JM3	JM4	JM5	JM6	
-Solo hasta el momento se han instalado en <u>5 barcos menor a 6500 TEU</u> y se ha observado que <u>la operación fue eficiente y en la parte económica fue muy rentable para la empresa,</u> también se instaló en esos barcos porque <u>estos navegan por zonas ECAs</u> y la regulación de la OMI 2020 indica que los buques que navegan en esas áreas deben emitir 0.1 %	- <u>El primer buque</u> de la compañía en implementar este sistema <u>fue en el 2019 obteniendo resultados favorables en operación y rentabilidad,</u> por ello en el 2020 <u>se llevó el sistema a 4 buques más</u> tomando en consideración principal a los buques <u>los cuales tenían ruta en la zona ECAs.</u>	-Porque hacer instalaciones en los barcos de la naviera <u>requiere inversión y lo que está haciendo la empresa es que con las ganancias que se obtiene de los barcos con el sistema implementado poder cubrir las futuras implementaciones en los demás barcos.</u>	-Poco a poco estamos invirtiendo para poder implementar en los barcos de nuestra naviera este sistema, ya <u>que sabemos que a largo plazo obtendremos mejora económica y estaremos ayudando al medio ambiente con esta elección,</u> y básicamente porque la mayoría de nuestros barcos cruzan por las zonas ECA's.	

masa/masa hacia el medio ambiente.				
<p>Interpretación preliminar: La decisión de instalar SLGE en sólo 5 buques se debió al criterio de los tiempos los cuales las naves suelen navegar por zonas ECAs, debido a que necesitaban utilizar combustibles destilados cuando ingresaban a tales zonas para poder cumplir con los límites requeridos. Bajo dicha perspectiva, el costo del uso de combustibles destilados representaba un gasto económico sustancial, lo que ante el análisis realizado por la naviera en razón del uso de los SLGE determinaron que era factible y rentable contar con la tecnología de los SLGE, lo cual representa un ahorro económico en el corto plazo y se cumple efectivamente con la norma establecida con respecto a los límites de azufre en los buques mercantes.</p>				

-Instalación de SLGE en otros buques de la naviera:

Entrevista

18. ¿Se van a seguir instalando más sistemas en los buques que componen la flota de la naviera?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-Actualmente la compañía cuenta con 72 buques portacontenedores de diferentes capacidades de TEU, de los cuales 05 naves cuentan con el sistema de limpieza de gases, y vienen siendo evaluadas, pero esto <u>dependerá mucho del tiempo de vida que la regulación acepte a los métodos alternativos</u> , además de <u>la manera como endurezca rigurosamente las emisiones en los gases de escape</u> y también de que <u>el resto de nuestras naves estén aptas para ser modificadas acorde a los programas que maneja nuestra clase ABS.</u>	-A pesar que aún se siguen evaluando diferentes factores para la implementación de estos sistemas a bordo, <u>si se tiene planeado seguir implementando</u> debido a que contamos con 72 naves actualmente, pero también <u>se tomara en cuenta la vigencia del uso de estos medios alternativos para dar cumplimiento a la regulación.</u>	-Mucho dependerá de las travesías de las naves, <u>se va a tener que analizar si navegan con mayor frecuencia entre zonas ECAs y zonas globales.</u> Si todo apunta a que la instalación total de la flota naviera será favorable, lo más posible es que sí se seguirán instalando.	-Todo dependerá de las travesías de los barcos, es decir <u>si sus rutas pasaran por zonas globales o zonas ECAs y en qué medidas;</u> de igual manera <u>la naviera debe analizar sus costos</u> , lo importante y fundamental es que el barco cumpla con la regla 14 del anexo VI del convenio MARPOL o con la regla 4 del anexo VI de la mencionada herramienta normativa.	-En la actualidad la compañía es poseedora de 72 naves que transportan contenedores de distintas capacidades de TEU, de las cuales 5 naves ya cuentan con dicho sistema, estas mismas están siendo evaluadas, <u>conforme vaya habiendo una mejora debido a dicho sistema se procederá a seguir implementando el sistema en las demás naves.</u>
JM3	JM4	JM5	JM6	
- Hoy en día, la compañía cuenta con 72 buques portacontenedores de diferentes capacidades de	-En la actualidad son 5 de 72 pero se viene evaluando seguir implementando el	-Hoy en día tenemos 5 naves con este sistema implementado, pero	- Claro que sí, <u>todo depende de la ruta de los barcos y sobre todo buscar</u>	

<p>TEU, en los cuales solo 05 embarcaciones cuentan con este sistema de limpieza de gases, todo dependerá de los métodos <u>alternativos y también como reduzca las emisiones de gases de escape.</u></p>	<p>sistema en los demás buques, pero esto <u>depende del avance y la rigurosidad de las normas y que las regulaciones sigan permitiendo las alternativas</u> como el sistema de limpieza de gases de escape.</p>	<p>estamos evaluando la posibilidad de implementarlo en los demás, esto <u>tiene que ver mucho con que la regulación de más tiempo de aceptación a los métodos alternativos</u> que se aplicaran en los buques para evitar la emisión alta de azufre al medio ambiente.</p>	<p><u>otros métodos alternativos que puedan cumplir con las Normas OMI 2020</u> para poder cuidar nuestro medio ambiente.</p> <p><u>-Depende mucho del tiempo de aceptación de métodos alternativos para tener baja emisiones de azufre al medio ambiente.</u></p>	
<p>Interpretación preliminar: Se pudo conocer que al momento la naviera sólo ha decidido instalar sistemas en los buques quienes suelen navegar por tiempos prolongados en zonas ECAs, por lo que dentro de la gestión ejecutiva de la empresa se considera que es rentable solo para naves que reúnen las características mencionadas. En tal sentido, no existe planes para seguir implementando SLGE en otros buques, ya que la gran mayoría de buques realizan operaciones por otras zonas ajenas a las mencionadas.</p>				

-Alternativas futuras:

Entrevista

19. ¿Cuáles serán las alternativas que utilizarán los buques de la naviera para poder cumplir con las normas “OMI 2020 a largo plazo?”				
S1	S2	S3	JM1	JM2
- <u>Las alternativas a largo plazo y más factibles para la compañía sería pasar a un combustible como el MGO y/o LNG,</u> es por ende que se tomaran en cuenta las opción de empezar a cambiar las embarcaciones a ese tipo de combustible o comprar barcos con ese combustible primario. <u>La opción más viable es la utilización de combustible con bajo azufre en las zonas globales y diésel en las zonas ECAs.</u>	-Como se conoce el combustible a gas es el combustible del futuro y a lo que se quiere llegar es de que esta estandarizado este combustible, pero como se sabe no puede ser un tiempo mínimo, debido a que influenciarían muchas cosas como disponibilidad, nuevos diseños, y cálculos de estabilidad.	-Son tres alternativas: <u>una de ellas sería utilizar el Diésel 0.1 % m/m azufre, otra podría ser la instalación del sistema de limpieza de gases</u> y la última opción pero no menos importante <u>la implementación de LNG</u> (lo que conlleva a la modificación del motor principal y los motores auxiliares; o comprar naves que naveguen con ese combustible).	- <u>Podría optar por el uso del MDO y/o LNG,</u> o la instalación del sistema de limpieza de gases de escape. La naviera va a tener que analizar sus costos para poder cumplir con la normativa.	-A largo plazo las medidas que ira a tomar la compañía concierne a la OMI 2020 es <u>comprar buques que cuenten con un sistema de combustible compatible con MGO o LNG,</u> por lo tanto, la opción más viable sería utilizar algún combustible que tengan bajo contenido de azufre en zonas sin prohibiciones y en las ECAs el Diésel.
JM3	JM4	JM5	JM6	
-Solo <u>hasta el momento se han instalado en 5 barcos menor a 6500</u>	- <u>Las alternativas directas a esto sería utilizar combustible</u>	-Existen muchas alternativas a decir verdad, pero sería mejor	- <u>Este es un punto muy importante para las navieras porque bien</u>	

<p>TEU y se ha observado que la operación fue eficiente y en la parte económica fue muy rentable para la empresa, también se instaló en esos barcos porque estos navegan por zonas ECAs y la regulación de la OMI 2020 indica que los buques que navegan en esas áreas deben emitir 0.1 % masa/masa hacia el medio ambiente.</p>	<p>como el MDO o el LPG que son opciones presentes pero la opción con un menor impacto económico es <u>utilizar VLSFO en zonas globales y MDO en zonas ECAs.</u></p>	<p><u>obtener un combustible bajo en contenido de azufre que cause menos daño al medio ambiente en las diferentes zonas del mundo.</u></p>	<p><u>pueden cambiar las embarcaciones, lo que no es factible porque sería un gasto económico grande, lo otro sería implementar el sistema de limpieza de gases de escape para disminuir el contenido de azufre en el combustible.</u></p>	
<p>Interpretación preliminar: De acuerdo con lo precisado por los entrevistados, las algunas alternativas que dentro de la empresa se manejan hasta el momento son el uso de SLGE y combustible reglamentario en razón de los límites de azufre establecidos por la norma. Por otra parte, con respecto a otros métodos alternativos tales como el uso de gas natural y metanol representan alternativas muy lejanas, ya que para poder utilizar dichos combustibles es requerida un cambio en el diseño y componentes dentro del sistema de alimentación de combustible, lo cual representa de por sí una alta inversión y se considera inviable en el corto plazo.</p>				

-Alternativa como medio de respuesta ante la prohibición de SLGE:

Entrevista

20. ¿De presentarse inconvenientes de prohibición de uso de los sistemas de limpieza de gases de escape, qué alternativas utilizaran la naviera para poder cumplir con la norma "OMI 2020"?				
S1	S2	S3	JM1	JM2
-Como primera alternativa sería utilizar un combustible con bajo % (0.1) de azufre para las zonas ECAs y otro combustible para las zonas globales con un porcentaje que no exceda el límite actual (0.5%).	-De presentar alguna prohibición se tendría que pasar a un combustible más limpio, para cumplir los parámetros actuales, que sería un uso de un combustible con porcentaje de azufre de 0.1% para las zonas ECAs, y para las zonas globales se tendría que usar un combustible con un porcentaje de azufre de 0.50%.	-Obviamente la alternativa más rentable después de esa, sería utilizar el Diésel 0.1 % de azufre para las zonas ECAs ya que cumple con lo establecido en la regla 14 del anexo VI del convenio MARPOL. Asimismo, cualquier otro combustible que se utilice debe cumplir con lo prescrito (niveles iguales o menores del 0.5 de azufre).	-Sería algo <u>incoherente la prohibición del uso de los sistemas de limpieza de gases de escape, debido a que la regla 4 del anexo vi del MARPOL lo avala.</u> Si en caso se diera la prohibición de dicho sistema, la naviera tendría que utilizar un combustible con niveles iguales o menores a 0,50% de azufre.	-Desde mi perspectiva global podría decirte que la <u>mejor opción es optar por combustibles con bajo porcentaje de azufre en las zonas ECAs y otro combustible en las zonas las cuales no tenga el buque restricción alguna</u>
JM3	JM4	JM5	JM6	
-Se deberán buscar otras alternativas competentes para poder cumplir con la normativa ya que es importante cuidar el medio ambiente y la salud de las personas	- <u>La principal alternativa es que en zonas ECAs utilizar aquellos combustibles que tenga el contenido de azufre en 0.1%</u> y en zonas globales combustible	- <u>Tener que comprar combustible con bajo contenido de azufre para evitar la contaminación del medio ambiente en las diferentes zonas.</u>	- <u>Sin existiera una prohibición del uso de este sistema tendríamos que generar internamente combustible con un bajo contenido de azufre</u> o de lo	

<p>ligadas al ámbito marítimo.</p> <p><u>-Tener que comprar combustible con bajo contenido de azufre para evitar la contaminación del medio ambiente en las diferentes zonas</u></p>	<p>con un porcentaje que no exceda el 0.5%.</p>		<p>contrario obtener de alguna fuente extra combustible que no exceda de los límites en las zonas ECA's en las zonas globales.</p>	
<p>Interpretación preliminar: Se pudo conocer que en caso se prohíba el SLGE la única alternativa viable y razonable hasta el momento sería el uso de combustible reglamentario, lo cual representa la mejor opción para poder cumplir con la norma. En tal sentido, la apreciación genérica de los entrevistados se basa en las necesidades y disponibilidad actuales que existen en el mercado para poder cumplir con las normas "OMI 2020".</p> <p>Por otra parte, se incide en que es muy difícil que ante una detección de que el agua de lavado de los SLGE pueda ocasionar daños al medio marino, se pueda prohibir inmediatamente el uso, considerando que ha sido una alternativa propuesta por la OMI.</p>				

Síntesis conceptual parcial sobre el quinto objetivo específico: La proyección futura que se tiene dentro de la naviera, tanto desde la perspectiva de superintendentes como de los jefes de máquinas sobre el uso de SLGE establece un panorama en el cual no se prevé instalar dicha tecnología en otros buques los cuales no realicen viajes frecuentemente en zonas ECAs. Por otra parte, existe una postura de confianza con respecto a que dicha tecnología es eficiente y por ende no afecta al medio marino, ya que cumple con todos los parámetros técnicos exigidos por la OMI.

Al momento, no existe un plan dentro de la gestión de la empresa para poder instalar SLGE en otros buques, ya que, al momento por los criterios mencionados y el gasto significativo que representa el contar con combustibles destilados cada vez que se ingresa dentro de una zona ECA, solo se tomó la decisión de implementar el sistema en algunos buques que realizaban viajes en dichas zonas.

Si bien es cierto, existen estudios los cuales dan luces estableciendo que a pesar del tratamiento que se aplica al agua de lavado probablemente existan contaminantes que afectan a las especies marinas, aún no existe una respuesta por parte de la OMI para limitar el uso en años venideros, ya que hasta la actualidad el uso del SLGE forma parte de una alternativa utilizable en los buques. Sin embargo, de acuerdo a la postura de las unidades de información entrevistadas establecieron que el limitar el uso de los SLGE responde a una acción muy lejana, para lo cual, en caso de establecerse se maneja como criterio directo y decisivo retomar el uso de combustible reglamentario con bajo contenido de azufre disponible.

Así también se estableció que los combustibles alternativos tales como el gas natural y el metanol para efectos de uso a bordo de los buques de la naviera representa una opción muy lejana, ya que los buques con los cuales se cuenta no posee la infraestructura necesaria para poder propulsar con dichas fuentes de energía, lo que de decidirse por realizarlo generaría un cambio sustancial en el equipamiento y diseño de los buques. Bajo dicha postura, queda zanjado la posibilidad de poder utilizarse combustibles alternativos en el corto y largo plazo, ya que no es viable partiendo de las características que los buques que forman parte de la flota.

Síntesis conceptual final: Respondiendo de manera coherente al objetivo general en base a los hallazgos presentados y realizando una teorización general que englobe las ideas principales establecidas en las síntesis conceptuales previas, se puede establecer lo siguiente:

-Con respecto al marco legal tomado en cuenta para poder implementar los SLGE se consideraron la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL, la Resolución MEPC.305(73), la Resolución MEPC.320(74), la Resolución MEPC.259(68) y la circular MEPC.1/Circ.883, las cuales forman parte de los lineamientos normativos y técnicos en virtud de tomar las medidas adecuadas en coordinación con los fabricantes autorizados para poder implementarse los sistemas adecuadamente. Dentro del personal que fue el soporte para la toma de decisiones con respecto a la implementación del SLGE en la naviera (superintendentes de flota), existió un conocimiento adecuado sobre los alcances que se establecen en el conjunto de normas legales vinculadas a la acción de implementación de SLGE, lo cual estableció un buen punto de partida para una toma de decisiones estrechamente ligadas a cumplir con las normas.

-Técnicamente los factores observados generales para la implementación de un SLGE en un buque fueron el costo del sistema, la ruta del buque, tipo del buque, capacidad kW de la fuente de combustión y la disponibilidad con respecto al espacio necesario requerido a bordo del buque, sin embargo, un factor crítico a tomar en cuenta fue el peso del sistema lo cual determina condiciones de flotabilidad y estabilidad esenciales para poder garantizar la navegabilidad segura del buque, para lo cual existen algoritmos que ayudan a establecer parámetros esenciales en virtud de tomar las medidas adecuadas para garantizar que la implementación de los

SLGE cumpla con todos los requisitos necesarios que caracterice a un sistema eficiente. Si bien es cierto, tales parámetros son calculados por el fabricante, resulta importante que por parte de la gestión del buque se tomen las supervisiones adecuadas en aras de poder evaluar todos los criterios técnicos que garanticen un óptimo funcionamiento del sistema a bordo del buque. Los fabricantes que instalaron los SLGE en los buques de la empresa fueron ECOSPRAY y CROCEAENGINEERING, quienes brindaron capacitaciones al personal compuesta por los jefes de máquinas de los buques quienes operan los buques a los cuales se implementó el sistema.

Uno de los puntos a tomarse en cuenta en la cual la naviera tuvo algunos problemas para poder implementar el SLGE tuvo que ver con la falta de previsión y gestión en torno a los tiempos planificados para que la empresa fabricante pueda disponer de un tiempo adecuado el cual no afecte a la gestión del buque para poder tomar en cuenta la información necesaria para poder adoptar una estrategia para poder implementar el sistema, ya que en muchas ocasiones, dichas actividades se realizaron cuando el buque cumplía con funciones comerciales en puerto, lo que a su vez perjudicaba las actividades rutinarias planificadas en el departamento de máquinas.

Bajo el análisis realizado, y la decisión por parte de la gestión técnica de la empresa se decidió instalar un SLGE de tipo húmedo de circuito abierto debido a que se caracterizaba por ser el más económico y rentable para la empresa, más aún para buques quienes necesariamente frecuentan navegar por zonas ECAs, donde sin poseer el sistema requieren consumir combustibles destilados lo cual aumenta el costo de manera significativa para dar cumplimiento con los límites establecido en la norma. En otras palabras, la

decisión de instalar el SLGE en los buques de la naviera fue determinado por la frecuencia de actividades comerciales realizadas en zonas ECAs.

-El análisis económico realizado a dos de los cinco buques a los cuales se implementó el SLGE, considerando el que posee mayor capacidad de carga contenedorizada (6500 TEUs) y el que traslada menor carga contenedorizada (1700 TEUs) establecieron un Payback de entre un año y dos años lo cual depende del tamaño del buque. Mientras más pequeño el buque, más rápido la recuperación de la inversión.

Con respecto al análisis económico del buque portacontenedor "AS SAVANNA" (1700 TEUs), se pudo determinar que el payback representaba un período de recuperación de alrededor de un poco más de un año, lo cual a comparación del buque portacontenedor "MH HAMBURG" (6500 TEUs) representa un período de recuperación de poco más de dos años. En tal sentido, se puede sostener que la implementación del sistema en buques que navegan en zonas ECAs podría ser beneficio y rentable para las navieras.

Es importante tomar en cuenta las variables que fueron observadas para realizar el análisis económico, los cuales fueron: El costo de inversión; porcentaje de días en puerto, zonas globales, zonas ECAs; y los consumos de combustibles marinos residuales y destilados. Con las variables mencionadas se establecieron parámetros que identifican el costo beneficio de la implementación del SLGE lo cual quedó determinado por el VAN (Valor actualizado neto), TIR (Tasa interna de retorno), y el más importante conocido como Payback.

-Con respecto a la repercusión en el medio marino a partir del uso de los SLGE existe una consideración concreta con respecto al daño que pueda ocasionar un sistema en la cual el tratamiento del agua de lavado no sea eficiente, ya que está comprobado que puede afectar directamente a las especies que habitan el medio marino. Dicha postura es clara en los superintendentes y oficiales del nivel de gestión quienes laboran en la naviera, sin embargo, a partir de algunas evidencias los cuales brindan algunas luces de que a pesar del tratamiento que se aplica al agua de lavado, probablemente exista contaminación por parte de los SLGE corresponde a una temática muy poco estudiada en la actualidad y de desconocimiento dentro de la empresa, lo cual desde ya genera una falta de información de acuerdo a las nuevas investigaciones con perspectivas medioambientales que se vienen desarrollando para resolver dicha problemática.

-Por último, basados en una proyección futura se pudo conocer que no existe intención alguno de poder ampliar el rango de buques a los cuales se les implemente dentro de la naviera SLGE, por lo que sólo el criterio esencial para poder aplicar a dicho sistema está relacionado con el tiempo frecuente el cual el buque pueda navegar por una zona ECAs. Asimismo, queda claro que la limitación del uso de SLGE responde a una decisión muy lejana, toda vez que representa una alternativa actual para poder cumplir con las normas "OMI 2020" y que hasta el momento existen una gran cantidad de buques a los cuales se les ha implementado el SLGE. Por lo que de evidenciarse que a pesar del tratamiento del agua de lavado que se realiza antes de la descarga hacia el mar, existe potenciales elementos contaminantes, posiblemente la prohibición deberá establecer paulatinamente en los años posteriores, evaluando la

afectación económica que pueda desencadenar en compañías navieras los cuales han implementado SLGE en los buques que operan.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión

Los resultados obtenidos a través del análisis basado en entrevistas e información documental obtenidos permitieron establecer síntesis conceptuales en razón de las subcategorías de análisis los cuales en conjunto integran una síntesis general con lo cual se responde a la problemática de estudio, estableciendo los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

Al recopilar la información plasmada en el marco referencial, el cual partió de antecedentes, un marco legal, un marco teórico y un marco conceptual formaron parte de un conocimiento base lo cual permitió establecer un análisis con dominio del tema estableciendo un panorama en relación con un evento caracterizado por una

decisión propia de la naviera para implementar una tecnología disponible para poder cumplir con las normas “OMI 2020”, lo cual permite obtener una información muy particular sobre una situación que forma parte de una decisión muy propia de una naviera.

Por otra parte, es importante reconocer que no existe bibliografía directa con respecto a estudios los cuales plasmen y establezcan posturas y criterios relacionados con la implementación de SLGE, por lo que el presente trabajo de investigación resulta importante en aras de mostrar criterios internos que pueden ayudar a otras navieras a tomar decisiones idóneas partiendo de una información base y ligada estrechamente a la operación de buques mercantes a nivel internacional.

Con respecto a la validez interna, es importante establecer que los resultados presentados en el presente estudio son confiables, ya que se aplicó la triangulación de datos proveniente de unidades de información compuesta por diferentes sujetos y técnicas de recolección de datos tales como la entrevista y la documentación, mediante los cuales se establece un nivel de confirmación con respecto a las posturas teóricas agrupadas en razón de explicar interpretativamente los criterios tomados en cuenta para la implementación de SLGE en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management.

Con respecto a la validez externa, los resultados obtenidos no pueden ser generalizados, ya que sólo aplican para el contexto empresarial específico de la

naviera en mención, sin embargo, las orientaciones teóricas establecidas pueden servir de orientación para cualquier naviera quien tenga en sus planes la decisión de instalar SLGE en los buques que posee, considerando criterios importantes en razón de ayudar a tomar en cuenta situaciones y actividades ya evidenciadas en el presente estudio.

Con la investigación realizada por Gutiérrez y Montes (2020), existen coherencias con respecto a la metodología de la investigación ya que fue abordado bajo una perspectiva cualitativa. Los investigadores establecieron que en la actualidad existe un desconocimiento sobre las repercusiones de finos catalíticos a partir del uso de combustible con bajo contenido de azufre, lo cual afecta a la máquina principal. En concordancia con el SLGE, al permitir el uso de combustibles con alto contenido de azufre, determina una forma de evitar que existan altas concentraciones de catalizadores en el combustible, lo cual minimiza los daños a la máquina principal, lo cual se observa suele ser frecuente con el uso de combustible con bajo contenido de azufre.

Con lo establecido por Asmat y Yupanqui (2018), en la cual establece que la forma más viable para poder cumplir con las normas “OMI 2020” es el uso de combustible con bajo contenido de azufre, ya que para optar por otras alternativas es necesario que se cuenten con criterios financieros, operativos y económicos de mayor complejidad, los cuales sean afines a ser manejados en beneficio de una naviera. Tal es el caso de la implementación del SLGE, para lo cual se tuvo que realizar una evaluación previa desde el plano económico, técnico y jurídico, los cuales fueron

necesarios para tomar una decisión equilibrada. Con respecto a la metodología, existen coherencias con respecto al enfoque y el nivel investigativo.

Con la investigación de Quispe y Castrejón (2018) existen también coincidencias metodológicas, ya que fue desarrollado bajo un enfoque cualitativo. A través del trabajo de investigación realizado por los autores, señalaron que para cumplir con las normas de los límites de azufre en el combustible basados en una perspectiva nacional dentro del ámbito peruano sostuvieron que la energía alternativa a tomarse en cuenta es el gas natural, lo cual representaría una opción a largo plazo, ya que una alternativa más viable sería el uso de SLGE, ya que permite el uso de combustible con alto contenido de azufre y representaría una inversión menor a diferencia de usar gas natural, lo cual a su vez generaría un cambio en el diseño del sistema de combustible y propulsión, que tomando en cuenta la antigüedad de los buques relacionados al transporte marítimo no sería una buena idea a ser tomado en cuenta por los armadores debido a altos costos de inversión.

Con lo establecido por Ayala (2019) existen concordancias con respecto al enfoque de investigación, ya que fue desarrollado bajo una perspectiva cualitativa. Se avala una de las conclusiones más relevantes la cual establece que un SLGE resulta más caro implementarlo en un buque existente que en un buque nuevo. Tomando en cuenta la implementación realizada en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, quienes instalaron el SLGE en buques no nuevos, se puede establecer que el costo de inversión podría ser más económico si es que se compra un buque ya con el sistema instalado, lo que brinda una información a poder tomarse

en cuenta en la gestión de la naviera que posiblemente busque comprar un buque nuevo para poder explotarlo.

Con respecto al estudio realizado por García (2019) se avala que ante la nueva normativa basado en las normas “OMI 2020” los armadores deben adaptarse tomando las decisiones sobre las alternativas más rentables y eficientes con respecto a los buques que explotan, lo cual es coherente con las decisiones tomadas por la naviera en la cual se realiza el análisis en los buques. Si bien es cierto, existen diferentes alternativas a tomar en cuenta para cumplir con la norma, ya depende de las necesidades y criterios específicos en cuanto a lo técnico y económico de cada naviera buscar el camino más pertinente de acuerdo a conveniencia propia, para los cuales muchas veces no suelen realizarse estudios concretos y completos previos como paso en los buques de la naviera sobre los cuales se realizó el análisis de la implementación de los SLGE que caracteriza al presente estudio. Con respecto a la metodología se puede establecer que existen concordancias con respecto al enfoque de investigación.

Con el estudio de Panasiuk (2018), existe concordancias con respecto al enfoque y el nivel de investigación, debido a que se desarrolló dentro de una perspectiva cualitativa y alcance exploratorio. Se avala la postura que para poder implementar un SLGE en un buque un criterio técnico fundamental a calcularse tiene que ver con la estabilidad, sobre la cual se calculan parámetros en razón del peso muerto, asiento, escora, metacentro, etc., los cuales son analizados por el fabricante que instala el sistema. Bajo dicha perspectiva, es importante establecer que si bien es cierto que el

fabricante se encarga de dichos cálculos, es importante que dentro de la gestión técnica de una naviera se disponga de personal capacitado quienes supervisen dichos procedimientos, además de los criterios generales que se manejan, de tal manera que se garantice que la implementación de un SLGE sea lo más eficiente posible.

Con el estudio de Endres et. al. (2018) se resalta la idea de que con respecto al uso de SLGE no existe un conocimiento certero sobre el impacto que genera el agua de lavado que es emitido en el mar, lo que genera una necesidad de que organismos técnicos vinculados al transporte marítimo y organismos con responsabilidad en el medio marino puedan unir esfuerzos por verificar si los SLGE generan daños a especies marinas, de tal manera que se puedan adoptar las restricciones pertinentes y equilibradas basada en un principio que determina la eficiencia del transporte marítimo. Bajo dicha teoría, es lógico pensar que de hallarse evidencias suficientes, probablemente en años posteriores el sistema pueda dejar de ser una alternativa para cumplir con las normas que limitan los niveles de azufre en el combustible. Con respecto a la metodología adoptado por el autor también existen coincidencias con respecto al enfoque de investigación adoptado.

Por último, con lo expuesto por López (2015), existen concordancias metodológicas ya que realizó un estudio cualitativo, cuya perspectiva procedimental es acorde con el presente trabajo de investigación. Se avala la postura del autor la cual estableció que la implementación de las normas “OMI 2020” trae en consecuencia económicas y operativas, lo cual se puede evidenciar con la decisión

de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, quienes decidieron tomar la decisión de implementar SLGE en cinco de los buques que generalmente realizan viajes comerciales en zonas ECAs, lo cual representó un costo de inversión recuperable en un corto tiempo, generando a su vez actividades y procedimientos que suman a la carga laboral dentro de la gestión operacional del recurso humano del departamento de máquinas de los buques.

5.2. Conclusiones

Las conclusiones que se presentan a continuación se encuentran en relación con cada subcategoría de análisis, los cuales en conjunto de manera estructural brindan las perspectivas teóricas finales con lo cual se responde al objetivo general del presente trabajo de investigación.

En relación al primer objetivo específico del estudio, el cual buscó identificar el marco legal que se tomó en cuenta para poder implementar los SLGE en los buques de la naviera se puede establecer que fueron los adecuados, tomando en cuenta la publicación de las normas relacionadas con los límites de azufre y las que determinan como alternativa el uso de dicha tecnología a bordo de los buques mercantes. Se pudo conocer además que existe un mayor manejo de aspectos legales en relación las normas “OMI 2020” en los superintendentes de flota quienes formaron parte de las entrevistas a diferencia de los oficiales de máquinas de nivel gestión.

Se puede considerar que dentro de la implementación de SLGE a bordo de los buques mercantes se toman en cuenta dos normas los cuales se pueden considerar las más importantes ya que establecen alcances directos en relación con dicha tecnología. Entre dichas normas se resaltan la Resolución MEPC.(259)68 y la Circular MEPC.1/Circ.883. La primera brinda alcances sobre la certificación, inspecciones y características específicas en razón de los SLGE, mientras que la circular en mención establece procedimientos a tomarse en cuenta dentro de la

operación del buque cuando el sistema de monitoreo de gases y agua de lavada presente fallas.

Respecto al segundo objetivo específico el cual se orientó a analizar cuáles han sido los aspectos técnicos observados para definir el tipo de SLGE a implementarse en los buques se pudo conocer que fueron los costos del sistema, la ruta del buque, el tipo de buque, la capacidad de kW de la fuente de combustión y la disponibilidad del espacio requerido en el buque, siendo los más influyentes los que se relacionan con la flotabilidad y la estabilidad, ya que a un nuevo peso introducido a bordo resulta necesario poder estimar parámetros y cálculos que garanticen la seguridad del buque en la navegación.

Todos los cálculos requeridos fueron realizados por la empresa quien se encargó de instalar los SLGE en los buques designados por la naviera, quienes además contribuyeron con capacitar a los jefes de máquinas quienes operarían los buques en donde se implementó el sistema, para lo cual se les emitió un certificado que avala el programa de formación referente a la operación de los depuradores de gases en cumplimiento con las normas sobre los límites de azufre establecidos en el Anexo VI del Convenio MARPOL.

Ante los aspectos analizados, se decidió la instalación del SLGE húmedo de tipo abierto debido a que resultaba ser el más económico y que al conocerse que las rutas de los buques de la naviera a la cual se instalaron llegaban frecuentemente a zonas ECAs beneficiaba aún más en términos de rentabilidad y operatividad con

base a los tiempos que se requieren para poder efectuarse los cambios de combustibles con bajos contenidos de azufre a los cuales los buques se encuentran sometidos cuando pasan de una zona global (límite máximo de 0.50 % masa/masa) a una zona ECAs (límite máximo de 0.10 % masa/masa).

Con respecto al tercer objetivo específico el cual buscó conocer las consideraciones para el análisis económico realizado para poder implementar el SLGE en los buques de la naviera se pudo identificar que las variables tomadas en cuenta fueron el costo de inversión; porcentaje de días tanto en puerto, en zonas globales y zonas ECAs; consumo de combustibles tanto residuales como destilados con los cuales se pudo establecer como parámetro fundamental el “Payback”, lo cual estableció que la recuperación de la inversión de los sistemas en los buques se encontraba dentro de un rango de uno a dos años, lo cual representa alta rentabilidad para la naviera.

Así también, se pudo identificar que los buques en los cuales fueron instalados los SLGE son los que frecuentemente navegan por zonas ECAs, lo que determina un ahorro en el tiempo que utiliza el departamento para hacer el cambio de combustible cuando no se utilizaba el SLGE, ya que se debía cambiar de HFO a un combustible destilado, lo cual representaba una pérdida de tiempo de aproximadamente una hora.

El análisis económico realizado tomó en cuenta el buque portacontenedor que transporta menos carga (1700 TEUs) y el que mueve mayor carga (6500 TEUs), lo

cual plasma una idea principal del costo del SLGE de entre 3 a 7 millones de dólares. Así mismo, con base a los datos analizados se puede interpretar que el “Payback” es mucho menor en buques pequeños a diferencia de los buques más grandes, lo que se correlaciona positivamente con la capacidad de fuentes de combustión, lo cual considera los gases que provienen de la máquina principal y auxiliares específicamente.

Por otra parte, es importante mencionar que dos de las tecnologías de SLGE fueron implementados en los buques, siendo en el buque que mayor carga transporta en donde se instaló un SLGE más sofisticado lo cual fue proveída por el fabricante CR Ocean Engineering, mientras que en los otros buques se instaló un SLGE de marca ECO SPRAY TECH, lo cual se caracteriza por ser un depurador de menor dimensión y más sencillo de operar a comparación con el primer sistema mencionado.

Con respecto al cuarto objetivo específico se puede concluir anunciando que dentro de la gestión tanto a nivel de las actividades que realizan los superintendentes y el departamento de máquinas de los buques en donde fueron implementados los SLGE se conoce que un inadecuado tratamiento del agua de lavado afecta al medio marino, lo cual puede generar repercusiones en la cadena alimenticia de las especies marinas, ya que puede afectar directamente al fitoplancton, recurso el cual sirve de alimento para las especies que se desarrollan dentro del lecho marino.

Así también, es importante establecer que con el tratamiento que se realizan en los buques que poseen el SLGE hasta el momento no existe una claridad sobre la efectividad sobre el respeto que el agua descargada ejerce sobre el medio marino, tomando en cuenta la información documental la cual establece un panorama que llama a realizar estudios medioambientales y técnicos que conjuguen la problemática del buque como fuente de emisión y el medio marino como depósito de contaminantes que puedan afectar a las especies marinas, en lo cual se demuestre que el tratamiento realizado a bordo no bastaría.

Con respecto al quinto objetivo específico, se establece que la proyección a futuro dentro de la naviera con respecto al uso de SLGE determinó que no existe planes para poder seguir implementando dicha tecnología en otros buques, ya que sólo se consideraron a buques que de acuerdo a los viajes comerciales que realizan suelen llegar frecuentemente a zonas ECAs.

Por otra parte, la postura que se maneja en el largo plazo con respecto al cumplimiento de las normas “OMI 2020” en los buques de la naviera es hacerlo a través de combustible reglamentario el cual posee valores mínimos de azufre de acuerdo con lo que establece la norma y el uso de SLGE, tal y como se ha venido implementando en cinco buques de la naviera tomando en cuenta los criterios ya señalados.

En caso de presentarse inconvenientes de prohibición de uso SLGE por ser potencialmente dañino al medio marino, se mencionó que se utilizaría combustible

con bajo contenido de azufre, sin embargo, tomando en consideración que el uso de SLGE responde a una alternativa actual avalada por OMI lo cual ha generado que muchas navieras opten por instalar dicha tecnología, no sería coherente limitar el uso en años próximos, ya que representaría un perjuicio económico para las navieras.

Con base a lo establecido, se puede responder de manera directa al objetivo general, estableciendo que los criterios tomados en cuenta para la implementación de los SLGE tuvieron alcances jurídicos, técnicos y económicos. Con respecto a los criterios jurídicos resalta la norma que puede considerarse matriz lo cual refiere a las normas “OMI 2020”, el cual genera las limitaciones con respecto a un combustible con bajo contenido de azufre, siendo la más importante la Resolución MEPC.305(73), la cual enmienda al Anexo VI del Convenio MARPOL (Regla 14). Así también, la regla 4, la cual establece la posibilidad de utilizar medios equivalentes con el fin de cumplir con las especificaciones relacionadas con los límites de azufre en zonas globales y ECAs.

Los instrumentos normativos más importantes revisados con respecto a la determinación de parámetros esenciales con respecto a los SLGE son la Resolución MEPC.259(68) y MEPC.1/Circ.883, sobre los cuales los superintendentes de la naviera tuvieron un conocimiento adecuado en aras de poder adoptar una decisión acorde con la implementación de los sistemas. Por otra parte, uno de los criterios más importantes tomados en cuenta técnicamente fueron la capacidad kW de la fuente de combustión, lo cual determinó características esenciales con respecto a los SLGE que se optó instalar, mientras que criterios tales como la ruta del buque, tipo

de buque, disponibilidad del espacio requerido, criterios de flotabilidad y estabilidad formaron parte de un conjunto de alcances necesarios para el establecimiento de un examen técnico en aras de poder realizar la instalación de manera pertinente a bordo.

En base a lo económico se pudo demostrar que la implementación del SLGE resulta beneficioso para la empresa ya que la recuperación de la inversión es rápida, a pesar que dentro de la gestión de la empresa el análisis se realizó de forma no muy específica, ya que a través de la recolección de la información solo se pudo conocer que los superintendentes manejaban información sobre algunas de las variables necesarias para poder realizar un análisis, lo cual a través del presente estudio, se pudo especificar valores los cuales determinan con base numérica los Paybacks en concordancia con dos de los buques elegidos para establecer un análisis económico coherente con base a las variables especificadas en párrafos anteriores.

Para fines de rentabilidad en la naviera, el uso de SLGE representa un importante ahorro económico, sin embargo, deja en evidencia ciertas oportunidades de mejora con base al planeamiento y los criterios estratégicos que otorguen un equilibrio tanto desde el cumplimiento de la norma, la parte técnica requerida a bordo del buque y el análisis económico necesario para la toma de una pertinente decisión, para lo cual existieron ciertas decisiones que fueron adoptadas de manera improvisada. Un claro ejemplo resulta ser el análisis económico no realizado específicamente y la afectación de las rutinas del departamento de máquinas en los buques en los cuales se instalaron durante el estudio y el levantamiento de la información técnica necesaria para proceder con la instalación del SLGE.

5.3. Recomendaciones

Se proponen las siguientes recomendaciones acordes con los hallazgos obtenidos:

Se recomienda a la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, de tomar la decisión de instalar otro SLGE en otro buque, realizar un planeamiento estratégico y concreto previo respecto a los criterios que han de tomarse en cuenta y el tiempo idóneo requerido para que se pueda instalar el sistema a bordo del buque por el fabricante elegido, dejando de lado interferencias que puedan afectar el desarrollo de actividades realizadas por el departamento de máquinas mientras el buque se encuentre realizando operaciones comerciales.

Fomentar el conocimiento en las tripulaciones de máquinas los aspectos legales y técnicos vinculados al SLGE dentro de la naviera, con la finalidad de mejorar el profesionalismo estableciendo un estándar adecuado respecto a una de las alternativas adoptadas por la naviera con la intención de cumplir con las normas “OMI 2020”, lo cual puede hacerse viable a través de cursos utilizando plataformas virtuales.

Realizar un reporte detallado basado en el análisis técnico de las fuentes de combustión a bordo de los buques, principalmente, máquina principal y auxiliares, con la finalidad de constatar la viabilidad de una futura implementación del SLGE en otros buques que posee la naviera, considerando los criterios que sean necesarios

para poder justificar dicha implementación. Uno de los criterios fundamentales a tomarse en cuenta tendría que ser el consumo, precios y rentabilidad de los combustibles marinos utilizados.

Evaluar las rutas de las naves en relación al tiempo que transita por aguas fluviales y zonas no donde esté restringido el uso del SLGE tipo húmedo de circuito abierto, debido a que no será posible la operación, lo cual indicaría el uso de combustible acorde a la zona que se requiera. Ante dicha situación, se debe reevaluar las rutas de los buques que operan con el SLGE con la intención de aprovechar el sistema minimizando gastos y permitiendo la recuperación eficiente de la inversión del SLGE llevada a bordo del buque.

Realizar un diagnóstico sobre los efectos que podrían producirse a causa del uso de SLGE en el medio marino por parte de los buques que posee la naviera, con el fin de establecer una capacidad de respuesta ante una eventual limitación que pueda aplicarse a buques que operan con el sistema, lo cual permitirá tomar una decisión equilibrada, considerando criterios relacionados con la rentabilidad económica a favor de la naviera con respecto a la operación del SLGE y el cumplimiento de las normas “OMI 2020”.

Fomentar estudios de carácter científico supervisados por el departamento técnico náutico de la naviera con el fin de establecer visiones prospectivas en razón de las alternativas disponibles para ser cumplidas de acuerdo a lo estipulado en las normas “OMI 2020”, permitiendo establecer decisiones en el corto y largo plazo vinculantes

que buscan cumplir con los límites de azufre de los combustibles y que en consecuencia contribuyan a mejorar la salud de los seres humanos y daños al medio ambiente.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias bibliográficas

- Asmat, K., & Yupanqui, S. (2020). *Visión prospectiva sobre el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020* [Tesis de pregrado]. Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Perú.
- Ayala, J. (2019). *Estudio comparativo de sistemas de gases de exhaustación (Scrubbers). Diseño de un procedimiento de selección y evaluación económica para su aplicación en buques existentes* [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica de Catalunya, España.
- Austin, C. (2015). *Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de Sox*. Fathom Inteligencia Marítima.
- Bakatselos, T., Nikitakos, N., & Papachristos, D. (2019). *Análisis técnico y económico de depuradores*. Universidad de West Attica, Grecia.
- Endrés, S., Maes, F., Hopkins, F., Houghton, K., Martensson, E., Oeffner, B., Singh, P., & Turner, D. (2018). *Una nueva perspectiva en el interfaz buque-aire-mar: El impacto ambiental de la descarga de los sistemas de limpieza de gases de escape*. Consejo Superior de Investigaciones, España.
- García, C. (2019). *Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados?* [Tesis de pregrado]. Universidad de la Laguna, España.
- Graiger, T., Harvey, P., & Khan, J. (2019). *Guía de azufre: Cumpliendo con los límites de azufre 2020 y más allá*. The Swedish Club.

- Gutiérrez, L., & Montes, C. (2020). *Finos catalíticos y su influencia en el desgaste de los componentes de la maquina principal de un buque mercante: Una aproximación cualitativa desde la perspectiva de proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano* [Tesis de pregrado]. Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Perú.
- López, F. (2015). *Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos* [Tesis doctoral]. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, España.
- Muñoz, C. (2018). *Metodología de la investigación*. Oxford.
- Okubo, M., & Kuwahara, T. (2020). *Nuevas Tecnologías para el control de Emisiones en Motores Diésel Marinos*. Butterworth-Heinemann.
- OMI. (2017). *Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques – Convenio MARPOL*. GPI Group.
- Panasiuk, I., Lebedevas, S., & Cerka, J. (2018). *El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx*. Universidad de Klaipeda, Lituania.
- Quispe, L., & Castrejón, M. (2018). *Importancia de la regulación OMI sobre emisiones de SOx en el transporte marítimo en el Perú para el año 2020* [Tesis de pregrado]. Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Perú.
- Sandín, M. (2003). *Investigación cualitativa en educación – Fundamentos y tradición*. Mc Graw Hill.

Shih – Tung, S. (2013). *Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos* [Tesis de maestría]. Universidad de Rostock, Alemania.

Simons, H. (2009). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. Ediciones Morata.

Referencias electrónicas

- ABS. (2017). *ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape*. ABS. <https://ww2.eagle.org/en.html>
- ABS. (2018). *Advertencia con respecto a los combustibles marinos 2018*. ABS. <https://ww2.eagle.org/en.html>
- Asociación de sistemas limpieza de gases de escape. (2020). *Pedidos de depuradores*. EGCSA. <https://www.egcsa.com/scrubber-orders-full-ahead/>
- DNV-GL (2020). *La era global del azufre 2020*. DNVGL. <https://www.dnvgl.es/assurance/general/about-business-assurance.html>
- Green Instruments. (2020). *Protección y monitoreo*. Green Instruments. <https://greeninstruments.com/>
- Korean Register. (2019). *Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape*. <http://www.krs.co.kr/eng/main/main.aspx>
- MEPC. (2015). *Directrices de 2015 sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape*. Organización Marítima Internacional. <https://dogs.imo.org/>
- MEPC. (2018). *Enmiendas al Anexo del Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el protocolo de 1978*". Organización Marítima Internacional. <https://dogs.imo.org/>
- MEPC. (2019a). *Directrices de 2019 para la implementación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50% en virtud del anexo VI del Convenio Marpol*. Organización Marítima Internacional. IMODOCS. <https://dogs.imo.org/>

- MEPC. (2019b). *Directrices sobre la supervisión por el Estado rector del puerto en virtud del capítulo 3 del Anexo VI del Convenio MARPOL, 2019*. Organización Marítima Internacional. <https://dogs.imo.org/>
- MEPC. (2019c). *Orientaciones sobre la indicación del cumplimiento en curso en caso de fallo de un solo instrumento de vigilancia, y medidas cuya adaptación se recomienda en caso de que el sistema de limpieza de los gases de escape (SLGE) no cumpla las disposiciones de las directrices de 2015 sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape (SLGE) (Resolución MEPC.259(68))*. Organización Marítima Internacional. <https://dogs.imo.org/>
- Navingo. (2020). *La demanda de depuradores durará al menos 30 años, dice EGCSA*. Offshore Energy. <https://www.offshore-energy.biz/interview-demand-for-scrubbers-to-last-at-least-30-years-egcsa-says/>
- Norsk Analyse. (2020). *Centro de entrenamiento*. Norsk Analyse. <https://www.norskanalyse.com/>
- ONU. (2020). *Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar*. Organización de las Naciones Unidas. https://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf
- OMI. (2020a). *OMI 2020: el límite de azufre en el combustible entra en vigor el 1 de enero*. OMI. <https://www.imo.org/es/>
- OMI. (2020b). *Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL)*. OMI. [https://www.imo.org/es/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/es/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

OMI. (2020c). *Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre*. OMI.

<https://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Paginas/Sulphur-2020.aspx>

Sethi, S. (2020). *Una guía para el sistema de limpieza en el buque*. Marine Insight.

<https://www.marineinsight.com/>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMSSEN AHRENKIEL SHIP MANAGEMENT - 2020

AUTORES: Bachiller en Ciencias Marítimas: MONSALVE Oropeza, Paolo Salvador – PACHECO Benavides, Fernando Miguel

PROBLEMA	OBJETIVOS	CATEGORIA DE ANÁLISIS
<p><u>Problema general</u> ¿Cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Qué marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?</p> <p>¿Cuáles han sido los aspectos técnicos observados para poder definir el tipo de sistema de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?</p> <p>¿Qué consideraciones se tomaron en cuenta para el</p>	<p><u>Objetivo general</u> Conocer cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Identificar qué marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p> <p>Analizar cuáles han sido los aspectos técnicos observados para poder definir el tipo de sistema de limpieza de los gases de escape a implementar en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p> <p>Conocer que consideraciones se tomaron en</p>	Implementación del sistemas de limpieza de los gases de escape
		SUBCATEGORÍAS DE ANÁLISIS
		-Marco legal -Aspectos técnicos -Análisis económico -Repercusión en el medio marino -Proyección futura
		MUESTRA
		No probabilística intencional compuesta por: -03 superintendentes de flota y 6 oficiales de máquinas de nivel gestión de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management. -Documentación variada afín a la línea de investigación y propósito investigativo.
		METODOLOGÍA
Enfoque: Cualitativo Tipo: Básica Nivel: Exploratorio Diseño: Estudio de caso (Muñoz, 2018; Simons, 2009; Sandín, 2003)		
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		

<p>análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?</p> <p>¿Cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?</p> <p>¿Qué proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020?</p>	<p>cuenta para el análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p> <p>Analizar cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p> <p>Conocer qué proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhelmsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p>	<p>Para el procesamiento de la información se aplicaron técnicas de palabra clave en contexto, corte, y clasificación de extractos que aporten con datos e información sustancial para poder realizar las respectivas síntesis conceptuales en razón de los objetivos específicos y general respectivamente.</p> <p>Todo el proceso mencionado fue realizado con los programas computacionales Microsoft Word, Excel y Atlas.Ti.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO 2

APÉNDICES DE LA RESOLUCIÓN MEPC.259(68) – DIRECTRICES DE 2015 SOBRE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE

MEPC 68/21/Add.1
Anexo 1, página 22

APÉNDICE 1

MODELO DE CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS EMISIONES DE SO_x



NOMBRE DE LA ADMINISTRACIÓN

CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS EMISIONES DE SO_x

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE UNIDAD PARA LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE

Expedido en virtud de lo dispuesto en el Protocolo de 1997, enmendado en 2008 mediante la resolución MEPC.176(58), que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978, con la autoridad conferida por el Gobierno de:

.....
(nombre oficial completo del país)

por.....
(nombre completo de la persona u organización competente autorizada en virtud de lo dispuesto en el Convenio)

Se certifica que la unidad de limpieza de los gases de escape (LGE) que se indica a continuación ha sido objeto de reconocimiento de conformidad con las especificaciones que figuran en el Plan A de las Directrices de 2015 sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape, adoptadas mediante la resolución MEPC.259(68).

El presente certificado sólo es válido para la unidad LGE mencionada a continuación:

Fabricante de la unidad	Modelo/tipo	Número de serie	Número de aprobación de la unidad del sistema LGE y del Manual técnico

Todo buque en el que se haya instalado esta unidad del sistema LGE llevará siempre a bordo una copia del presente certificado y el Manual técnico del sistema LGE.

Este certificado tendrá validez durante toda la vida útil de la unidad del sistema LGE, instalada en los buques sometidos a la autoridad de este Gobierno, a condición de que se realicen los reconocimientos prescritos en la sección 4.2 de las presentes directrices y en la regla 5 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

I:\MEPC\68\MEPC 68-21-Add.1.docx

Expedido en.....
(lugar de expedición del certificado)

dd/mm/aaaa
.....
(fecha de expedición) *(firma del funcionario autorizado para expedir el certificado)*

(sello o estampilla, según corresponda, de la autoridad)

APÉNDICE 2

PRUEBA DEL MÉTODO BASADO EN LA RELACIÓN SO₂/CO₂

1 El método basado en la relación SO₂/CO₂ permite vigilar de forma directa las emisiones de los gases de escape a fin de verificar que respetan los límites relativos a las emisiones establecidos en el cuadro 1 del párrafo 1.3 de las presentes directrices. En el caso de los sistemas LGE que absorben CO₂ durante el proceso de limpieza de los gases de escape, es necesario medir el CO₂ antes de dicho proceso y utilizar la concentración de CO₂ antes de la limpieza con la concentración de SO₂ tras la limpieza. En los sistemas de limpieza tradicionales poco alcalinos prácticamente no se absorbe CO₂ durante la limpieza de los gases de escape, por lo que la vigilancia de ambos gases se puede efectuar después del proceso de limpieza.

2 La correspondencia entre la relación SO₂/CO₂ puede determinarse examinando simplemente los contenidos respectivos de carbono por unidad de masa del destilado y del combustible residual. El contenido de carbono de este grupo de combustibles hidrocarbonados, como porcentaje de la masa, es muy similar, mientras que su contenido de hidrógeno varía. Por consiguiente, puede concluirse que para un consumo determinado de carbono por combustión, se consumirá azufre en una cantidad proporcional al contenido de azufre del combustible, o, en otras palabras, la relación constante entre el carbono y el azufre se ajustará para tener en cuenta el peso molecular del oxígeno de la combustión.

3 Se había previsto inicialmente utilizar la relación SO₂/CO₂ para verificar que se cumplen las emisiones procedentes de los combustibles con un contenido de 1,5 % de azufre. Puede demostrarse el límite de 65 (ppm⁴%) de la relación SO₂/CO₂ para un contenido del 1,5 % de azufre en el combustible calculando en primer lugar la relación entre la masa del azufre del combustible y la masa de carbono del combustible, que se indica en el cuadro 1 de este apéndice para diferentes combustibles y contenidos de azufre del combustible, incluido el contenido de 1,5 % de azufre tanto para los combustibles destilados como para los residuales. Dichos cocientes se utilizaron para calcular las concentraciones correspondientes de SO₂ y CO₂ en los gases de escape, que figuran en el cuadro 2 de este apéndice. Los pesos moleculares se tuvieron en cuenta para convertir las fracciones de masa en fracciones molares. Por lo que respecta a los combustibles con un 1,5 % de azufre que figuran en el cuadro 2, la cantidad de CO₂ se establece primero en un 8 % y posteriormente se cambia a un 0,5 % a fin de demostrar que los cambios en cuanto al exceso de aire no tienen efecto alguno. Como se esperaba, varía la concentración absoluta de SO₂, pero no la relación SO₂/CO₂. Ello indica que tal relación es independiente de la proporción combustible-aire. En consecuencia, la relación SO₂/CO₂ puede utilizarse sin problemas para cualquier punto de funcionamiento, incluidos aquéllos en los que no se genera potencia al freno alguna.

3.1 Obsérvese que la relación SO₂/CO₂ varía ligeramente del combustible destilado al residual. Ello se debe a que, en los dos tipos de combustible, la proporción de átomos de hidrógeno y carbono (H:C) es muy diferente. En la figura 1 se ilustra cómo se ve afectada la relación SO₂/CO₂ por la proporción H:C para una amplia variedad de proporciones H:C y de concentraciones de azufre del combustible. Observando la figura 1 puede concluirse que, para niveles de azufre del combustible inferiores al 3,0 %, la diferencia en los cocientes S/C para combustibles destilados y residuales es inferior al 5,0 %.

⁴ ppm significa "partes por millón". Se parte de la hipótesis de que la medición de las ppm se efectúa mediante analizadores de gas utilizando una referencia molar y suponiendo un comportamiento de gas ideal. En realidad, las unidades técnicamente correctas son los micromoles de sustancia por mol de cantidad total (μmol/mol), pero se utilizan las ppm a fin de mantener la uniformidad con las unidades que aparecen en el Código técnico sobre los NO_x.

3.2 Si se utilizan combustibles no derivados del petróleo, la relación SO₂/CO₂ apropiada aplicable a los valores que figuran en las reglas 14.1 y/o 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL se someterá a la aprobación de la Administración.

Cuadro 1: Propiedades de los combustibles marinos destilados y residuales¹

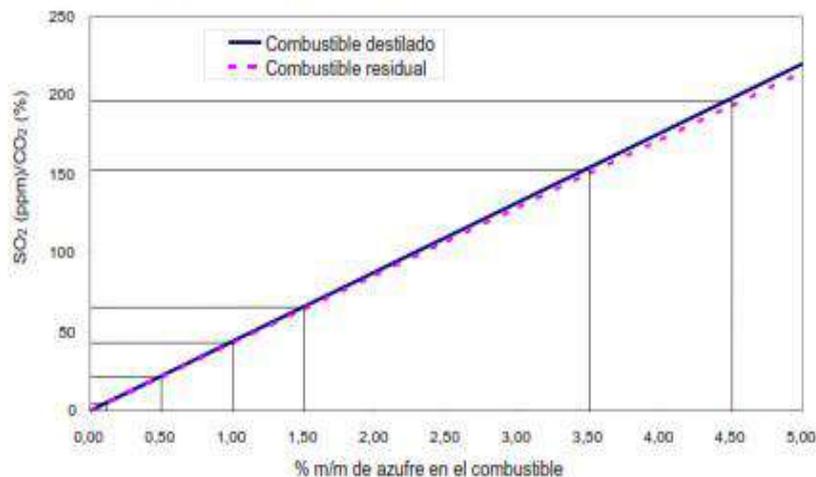
	Carbono	Hidrógeno	Azufre	Otros	C	H	S	S/C del combustible	SO ₂ /CO ₂ de los gases de escape
Tipo de combustible	%(m/m)	%(m/m)	%(m/m)	%(m/m)	mol/kg	mol/kg	mol/kg	mol/mol	ppm ¹ %(v/v)
Destilado	86,20	13,60	0,17	0,03	71,8333	136	0,0531	0,00074	7,39559
Residual	86,10	10,90	2,70	0,30	71,7500	109	0,8438	0,01176	117,5958
Destilado	85,05	13,42	1,50	0,03	70,8750	134,2	0,4688	0,006614	66,1376
Residual	87,17	11,03	1,50	0,30	72,6417	110,3	0,4688	0,006453	64,5291

¹ Basadas en las propiedades que figuran en las directrices de la OMI para la vigilancia de los NO_x (resolución MEPC.103(49)).

Cuadro 2: Cálculos de las emisiones correspondientes a un contenido del 1,5 % de azufre en el combustible

	CO ₂	SO ₂	SO ₂ /CO ₂ de los gases de escape	S/C de los gases de escape
	%	ppm ¹	ppm ¹ /%	m/m
Destilado- 0,17 % de S	8	59,1	7,4	0,00197
Residual - 2,70 % de S	8	939,7	117,5	0,03136
Destilado- 1,5 % de S	8	528,5	66,1	0,01764
Residual - 1,5 % de S	8	515,7	64,5	0,01721
Destilado- 1,5 % de S	0,5	33,0	66,1	0,01764
Residual - 1,5 % de S	0,5	32,2	64,5	0,01721

Relación SO₂/CO₂ en función del porcentaje de azufre en el combustible



4 La correspondencia entre 65 (ppm⁴%) SO₂/CO₂ y el valor de 6,0 g/kWh se revela demostrando que sus cocientes S/C son similares. Ello requiere la hipótesis adicional de un consumo de combustible específico al freno (BSFC) de 200 g/kWh. Tal valor es un promedio apropiado para los motores diésel marinos. El cálculo se efectúa de la siguiente manera:

$$S/C_{\text{combustible}} = \frac{SO_2 \text{ específico al freno} \times \left(\frac{MW_S}{MW_{SO_2}} \right)}{BSFC \times \left(\frac{\% \text{ de carbono en combustible}}{100} \right)}$$

SO₂ específico al freno = 6,0 g/kWh

MW_S = 32,065 g/mol

MW_{SO₂} = 64,064 g/mol

BSFC = 200 g/kWh

% de carbono en combustible con 1,5 % de azufre (cuadro 1) = 85,05 % (destilado)
 o 87,17 % (residual)

$$S/C_{\text{combustible residual}} = \frac{6,0 \times \left(\frac{32,065}{64,064} \right)}{200 \times \left(\frac{87,17 \%}{100} \right)} = 0,01723$$

$$S/C_{\text{combustible destilado}} = \frac{6,0 \times \left(\frac{32,065}{64,064} \right)}{200 \times \left(\frac{85,05 \%}{100} \right)} = 0,01765$$

Nota 1: Los valores de las relaciones de masa S/C calculados *supra*, basados en 6,0 g/kWh y un BSFC de 200 g/kWh, se encuentran dentro del 0,10 % de las relaciones de masa S/C del cuadro de emisiones (cuadro 2). En consecuencia, la correspondencia entre 65 (ppm⁴%) de SO₂/CO₂ y el valor de 6,0 g/kWh es buena.

Nota 2: El valor de 6,0 g/kWh y, en consecuencia, el valor de 200 g/kWh de consumo de combustible específico al freno, se toman del Anexo VI del Convenio MARPOL, adoptado por la Conferencia MARPOL de 1997.

5 Así pues, las fórmulas de trabajo son las siguientes:

$$\text{Para una combustión completa} = \frac{SO_2 (\text{ppm}^*)}{CO_2 (\% ^*)} \leq 65$$

$$\text{Para una combustión completa} = \frac{SO_2 (\text{ppm}^*)}{CO_2 (\% ^*) + (CO (\text{ppm}^*) / 10000) + (THC (\text{ppm}^*) / 10000)} \leq 65$$

Nota: Las concentraciones de gas deben someterse a muestreo o convertirse al mismo contenido de agua residual (por ejemplo, totalmente en húmedo, totalmente en seco).

6 A continuación se explican los principios que justifican la utilización de (ppm⁴/%)
SO₂/CO₂ como límite para determinar el cumplimiento de la regla 14.1 o 14.4 del Anexo VI del
Convenio MARPOL:

- .1 Dicho límite puede utilizarse para determinar el cumplimiento de los quemadores de fueloil que no producen energía mecánica.
- .2 El límite puede utilizarse para determinar el cumplimiento en cualquier potencia de salida, incluso con el motor funcionando en marcha lenta en vacío.
- .3 El límite solamente exige dos mediciones de la concentración de gas en un lugar de muestreo.
- .4 No es necesario medir parámetro alguno del motor, tales como régimen, par, flujo de gases de escape o flujo de combustible.
- .5 Si las dos mediciones de la concentración de gas se efectúan con el mismo contenido de agua residual en la muestra (por ejemplo, totalmente en húmedo, totalmente en seco), en el cálculo no es necesario utilizar los factores de conversión de seco a húmedo.
- .6 El límite permite separar por completo la eficacia térmica de la unidad de combustión del fueloil de la unidad LGE.
- .7 No es necesario conocer las propiedades del combustible.
- .8 Dado que solamente se efectúan dos mediciones en un único lugar, los efectos transitorios del motor o de la unidad LGE pueden reducirse al mínimo alineando las señales de sólo estos dos analizadores. (Obsérvese que los puntos más apropiados para la alineación son aquéllos en los que cada analizador responde a un cambio escalonado de las emisiones en la sonda de muestreo del 50 % del valor en estado estacionario).
- .9 Este límite es independiente de la cantidad de gases de escape diluidos. Puede producirse dilución debido a la evaporación de agua en una unidad LGE y como parte de un sistema de preacondicionamiento del dispositivo de muestreo de los gases de escape.

APÉNDICE 3

RECOPIACIÓN DE DATOS SOBRE EL AGUA DE LAVADO

1 Está previsto que los criterios sobre el agua de lavado sirvan de orientación inicial para poner en práctica los proyectos de los sistemas LGE. Los criterios deberían revisarse en el futuro a medida que se disponga de más datos sobre el contenido de la descarga y sus efectos, teniendo en cuenta cualquier asesoramiento facilitado por el GESAMP.

2 Por consiguiente, las Administraciones deberían prever la recopilación de los datos pertinentes. A tal efecto, se exige a los propietarios de buques que, junto con el fabricante de sistemas LGE, tomen y analicen muestras de:

- el agua de entrada (como referencia);
- el agua después del lavado (pero antes de cualquier sistema de tratamiento);
- y
- el agua de descarga.

3 Dicho muestreo podría llevarse a cabo durante los ensayos de aprobación o poco después del encargo, y a intervalos de aproximadamente doce meses durante un periodo de funcionamiento de dos años (tres muestras como mínimo). La elaboración de orientaciones sobre el muestreo y el análisis de las muestras deberían correr a cargo de laboratorios en los que se utilicen procedimientos de ensayo EPA o ISO para los parámetros siguientes:

- pH
- PAH e hidrocarburos (análisis en profundidad mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas)
- Nitrato
- Nitrito
- Cd
- Cu
- Ni
- Pb
- Zn
- As
- Cr
- V

4 El alcance de los ensayos de laboratorio puede modificarse o mejorarse a la luz de los avances que se produzcan.

5 Cuando se presenten datos de muestras a la Administración, debería incluirse también información sobre los caudales de descarga del agua de lavado, la dilución de la descarga, si procede, y la potencia del motor, además de las especificaciones del combustible utilizado incluidas en la nota de entrega del combustible, como mínimo.

6 Se recomienda que los buques que hayan presentado dicha información, satisfactoria a juicio de la Administración, reciban una exención del cumplimiento de posibles normas futuras más estrictas sobre la descarga del agua de lavado por parte de la instalación o instalaciones existentes. La Administración debería remitir la información presentada sobre esta cuestión a la Organización para que ésta la distribuya mediante los mecanismos apropiados.

ANEXO 3

GUÍAS DE ENTREVISTAS APLICADOS A MUESTRA COMPUESTO POR SUJETOS ENTREVISTADOS

GUÍA DE ENTREVISTA APLICADO A OFICIALES SUPERINTENDES DE FLOTA Y OFICIALES DE MÁQUINAS DE NIVEL GESTIÓN DE LA NAVIERA WILHELMSSEN AHRENKIEL SHIP MANAGEMENT

Fecha: _____

Lugar: _____

Entrevistadores: _____

Entrevistado: _____

PREGUNTAS

Marco legal

1. ¿Cuáles son las normas en relación con los límites de azufre en el combustible implementadas a partir del año 2020?
2. ¿Cuál es su opinión respecto al conjunto de normas que han sido implantadas para establecer límites de azufre en el combustible marino?
3. ¿Qué instrumentos normativos han sido analizados para poder implementar los sistemas de limpieza de gases de escape en los buques mercantes?
4. ¿Qué conocimiento posee sobre la resolución MEPC?259(68)?
5. ¿Cuáles son los alcances sobre los sistemas de limpieza de gases de escape estipulados en el MEPC?1/Circ.883?

Análisis técnicos

6. ¿Qué factores se tomaron en cuenta para poder elegir el tipo de sistema de limpieza de gases de escape para un buque?
7. ¿Cuáles son los aspectos más críticos que influyen en la elección del sistema?
8. ¿Fue capacitado el personal quienes formaron parte del soporte de la empresa para la toma de decisiones con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?
9. ¿Cuáles son los inconvenientes que se han presentado con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?
10. ¿Por qué se eligió el sistema de limpieza de gases de escape húmedo de tipo abierto?

Análisis económico

11. ¿Qué variables se tomaron en cuenta para realizar el análisis económico del sistema a implementar?
12. ¿Cuál es el costo de un sistema de limpieza de gases de escape?
13. ¿Cuál es el costo beneficio de implementar el sistema de limpieza de gases de escape?
14. ¿Por qué para la compañía la compra de sistemas de limpieza de gases de escape ha representado una alternativa para cumplir con las normas “OMI 2020”?

Repercusión en el medio marino

15. ¿Qué conocimientos se posee dentro de la gestión de la empresa respecto a la repercusión de los sistemas de limpieza de gases de escape y el medio marino?
16. ¿Cuáles serían los inconvenientes de prohibirse el uso de sistemas de limpieza de gases de escape en un futuro próximo, tomando en consideración que se establece el uso de esta tecnología como una alternativa de mediano plazo?

Proyección futura

17. ¿Por qué hasta el momento se han instalado solo el sistema de limpieza de gases de escape en 5 buques de la naviera?
18. ¿Se van a seguir instalando más sistemas en los buques que componen la flota de la naviera?
19. ¿Cuáles serán las alternativas que utilizarán los buques de la naviera para poder cumplir con las normas “OMI 2020 a largo plazo”?
20. ¿De presentarse inconvenientes de prohibición de uso de los sistemas de limpieza de gases de escape, qué alternativas utilizaran la naviera para poder cumplir con la norma “OMI 2020”?

ANEXO 4

FICHA DOCUMENTAL

TITULO:

TEXTO:

IMAGEN:

FUENTE:

ANEXO 5

VALIDACIONES DE CONTENIDO DE HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN DOCUMENTAL

1)



**ESCUELA NACIONAL DE MARINA
MERCANTE “ALMIRANTE MIGUEL
GRAU”**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE:
ESPECIALIDAD DE PUENTE Y MÁQUINAS**

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMSSEN AHRENKIEL SHIP MANAGEMENT – 2020

**“Guía para evaluar la validez de contenido de las herramientas para
recolección de información (Guía de entrevista) y unidades de
información documentales”**

Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Así también se exponen las unidades documentales los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente.

Para establecer la validez de contenido de la guía de entrevista y las unidades de información señaladas se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría, indicadores, preguntas y unidades documentales.

Para emitir su juicio encontrará la tabla de evaluación específica, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán el análisis de cada uno de los indicadores según los ítems propuestos en la guía de entrevista y las unidades de información establecidas.

Luego, encontrará la evaluación general donde debe señalar todos aquellos aspectos que a su juicio son relevantes para el desarrollo de la investigación.

Coloque por favor todas las observaciones que pueda tener y recuerde evaluar tomando en cuenta los objetivos que se pretenden lograr.

***Muchas gracias por su colaboración
Bachiller en Ciencias Marítimas Monsalve Oropeza, Paolo Salvador
Bachiller en Ciencias Marítimas Pacheco Benavides, Fernando Miguel***

Operacionalización de la categoría

Objetivo general: Conocer cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	ENTREVISTA		
				Ítems	DOCUMENTACIÓN	
Identificar qué marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.		Marco legal	Normas sobre límites de azufre	<p>1. ¿Cuáles son las normas en relación con los límites de azufre en el combustible implementadas a partir del año 2020?</p> <p>2. ¿Cuál es su opinión respecto al conjunto de normas que han sido implantadas para establecer límites de azufre en el combustible marino?</p> <p>3. ¿Qué instrumentos normativos han sido analizados para poder implementar los sistemas de limpieza de gases de escape en los buques mercantes?</p>	<p>Fuentes</p> <p>-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)</p> <p>-Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)</p>	
						Normas sobre límites de azufre
						Implantación de normas con respecto a los límites de azufre
						Normas sobre SLGE
						MEPC.259(68)
						MEPC.1/Circ.883
						Factores
						Aspectos críticos
Capacitación						
Analizar cuáles han sido los aspectos técnicos observados para poder definir el tipo de sistema de limpieza de los gases de escape a implementar en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.	Implementación del sistema de limpieza de los gases de escape	Aspectos técnicos	Factores	<p>4. ¿Qué conocimiento posee sobre la resolución MEPC.259(68)?</p> <p>5. ¿Cuáles son los alcances sobre los sistemas de limpieza de gases de escape estipulados en el MEPC.1/Circ.883?</p> <p>6. ¿Qué factores se tomaron en cuenta para poder elegir el tipo de sistema de limpieza de gases de escape para un buque?</p> <p>7. ¿Cuáles son los aspectos más críticos que influyen en la elección del sistema?</p>	<p>-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)</p> <p>-Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)</p> <p>-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)</p> <p>-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)</p>	

			decisiones con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?				
	Inconvenientes		9. ¿Cuáles son los inconvenientes que se han presentado con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?				-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)
	Elección del SLGE		10. ¿Por qué se eligió el sistema de limpieza de gases de escape húmedo de tipo abierto?				
	Variables		11. ¿Qué variables se tomaron en cuenta para realizar el análisis económico del sistema a implementar?				
	Costo del sistema		12. ¿Cuál es el costo de un sistema de limpieza de gases de escape?				-Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013)
	Costo - beneficio	Análisis económico	13. ¿Cuál es el costo beneficio de implementar el sistema de limpieza de gases de escape?				-Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes) -Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – (Información proporcionada por superintendentes) -Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas)
	Decisión de compra de SLGE		14. ¿Por qué para la compañía la compra de sistemas de limpieza de gases de escape ha representado una alternativa para cumplir con las normas "OMI 2020"?				
	Conocimiento dentro de la gestión de la empresa	Repercusión en el medio marino	15. ¿Qué conocimientos se posee dentro de la gestión de la empresa respecto a la repercusión de los sistemas de limpieza de gases de escape y el medio marino?				-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017) -Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et. al., 2019)
Conocer que consideraciones se tomaron en cuenta para el análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.							
Analizar cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.							

			Inconvenientes con respecto al uso de SLGE	16. ¿Cuáles serían los inconvenientes de prohibirse el uso de sistemas de limpieza de gases de escape en un futuro próximo, tomando en consideración que se establece el uso de esta tecnología como una alternativa de mediano plazo?	
Conocer qué proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.	Proyección futura		Motivo de instalación de SLGE en 5 buques	17. ¿Por qué hasta el momento se han instalado solo el sistema de limpieza de gases de escape en 5 buques de la naviera?	
			Instalación de SLGE en otros buques de la naviera	18. ¿Se van a seguir instalando más sistemas en los buques que componen la flota de la naviera?	
			Alternativas futuras	19. ¿Cuáles serán las alternativas que utilizarán los buques de la naviera para poder cumplir con las normas "OMI 2020 a largo plazo"?	
			Alternativa como medio de respuesta ante la prohibición de SLGE	20. ¿De presentarse inconvenientes de prohibición de uso de los sistemas de limpieza de gases de escape, qué alternativas utilizarán la naviera para poder cumplir con la norma "OMI 2020"?	

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE:
UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMSSEN AHRENKIEL SHIP
MANAGEMENT – 2020**

Evaluación Específica de guía de entrevista

Criterios de evaluación:

1. La redacción del ítem induce y sugiere la respuesta del mismo.
2. No es pertinente con el objeto formulario.
3. No presenta congruencia con la unidad de análisis.
4. Presenta confusión en su contenido.
5. Presenta demasiada información.
6. Su contenido es repetitivo.
7. Presenta una secuencia inadecuada.
8. Se recomienda su eliminación.
9. Es pertinente.

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									✓
2									✓
3									✓
4									✓
5									✓
6									✓
7									✓
8									✓
9									✓
10									✓
11									✓
12									✓
13									✓
14									✓
15									✓
16									✓
17									✓
18									✓
19									✓
20									✓

Observaciones: SIN NOVEDAD.

Evaluación Específica de fuentes de información documental

Criterios de evaluación:

1. Es acorde, se recomienda su uso.
2. No es del todo acorde, pero puede ayudar con información.
3. No es acorde, se recomienda restringir su uso.

Fuente	1	2	3
1. Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)	✓		,
2. Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)	✓		
3. ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)	✓		
4. Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)	✓		
5. El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)	✓		
6. Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013)	✓		
7. Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes)	✓		
8. Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – (Información proporcionada por superintendentes)	✓		
9. Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas)	✓		
10. Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et. al., 2019)	✓		

Acotaciones: ES ACORDE, TODO CONFORME.

Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?

X SI.

2. ¿La guía de entrevista y las fuentes de información establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

X SI.

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

X TODO ESTÁ CONFORME.

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

X BUSCAR CAPTAR LAS CATEGORÍAS EMERGENTES QUE EXPLIQUEN LA REALIDAD.

Nombre completo : JONNATHAN ANDRE ZAVALA ACUÑA

Profesión : JEFE DE MÁQUINAS

Grado académico : INGENIERO MARÍTIMO

Características que lo determinan como experto:

- JEFE DE MÁQUINAS CON MÁS DE 10 AÑOS DE EXPERIENCIA A BORDO DE BUQUES PETROLEROS/QUIMICUEROS. CON BUENA EXPERIENCIA Y CONOCIMIENTOS DE REGULACIONES, INSPECCION DE CLASE, VETTINGS, ETC. REFERENTE PERUANO EN LA EMPRESA "AHRENKJEL TANKS GMBH" PARTE DEL GRUPO "WILHELMSEN AHRENKJEL", A LA VEZ PRIMER PERUANO EN OBTENER EL RANGO AL MÁXIMO (CHIEF ENG) EN DICHA EMPRESA.


Firma
DNI 45082005
Fecha: 22.09.2020

2)



**ESCUELA NACIONAL DE MARINA
MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL
GRAU"**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE:
ESPECIALIDAD DE PUENTE Y MÁQUINAS**

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE
ESCAPE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMSSEN
AHRENKIEL SHIP MANAGEMENT – 2020**

**“Guía para evaluar la validez de contenido de las herramientas para
recolección de información (Guía de entrevista) y unidades de
información documentales”**

Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Así también se exponen las unidades documentales los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente.

Para establecer la validez de contenido de la guía de entrevista y las unidades de información señaladas se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría, indicadores, preguntas y unidades documentales.

Para emitir su juicio encontrará la tabla de evaluación específica, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán el análisis de cada uno de los indicadores según los ítems propuestos en la guía de entrevista y las unidades de información establecidas.

Luego, encontrará la evaluación general donde debe señalar todos aquellos aspectos que a su juicio son relevantes para el desarrollo de la investigación.

Coloque por favor todas las observaciones que pueda tener y recuerde evaluar tomando en cuenta los objetivos que se pretenden lograr.

***Muchas gracias por su colaboración
Bachiller en Ciencias Marítimas Monsalve Oropeza, Paolo Salvador
Bachiller en Ciencias Marítimas Pacheco Benavides, Fernando Miguel***

Operacionalización de la categoría

Objetivo general: Conocer cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	ENTREVISTA	
				Ítems	DOCUMENTACIÓN
Identificar qué marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.		Marco legal	Normas sobre límites de azufre	1. ¿Cuáles son las normas en relación con los límites de azufre en el combustible implementadas a partir del año 2020?	-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)
			Implantación de normas con respecto a los límites de azufre	2. ¿Cuál es su opinión respecto al conjunto de normas que han sido implantadas para establecer límites de azufre en el combustible marino?	-Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)
			Normas sobre SLGE	3. ¿Qué instrumentos normativos han sido analizados para poder implementar los sistemas de limpieza de gases de escape en los buques mercantes?	
			MEPC.259(68)	4. ¿Qué conocimiento posee sobre la resolución MEPC.259(68)?	-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)
Analizar cuáles han sido los aspectos técnicos observados para poder definir el tipo de sistema de limpieza de los gases de escape a implementar en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.	Implementación del sistema de limpieza de los gases de escape	Aspectos técnicos	MEPC.1/Circ.883	5. ¿Cuáles son los alcances sobre los sistemas de limpieza de gases de escape estipulados en el MEPC.1/Circ.883?	-Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)
			Factores	6. ¿Qué factores se tomaron en cuenta para poder elegir el tipo de sistema de limpieza de gases de escape para un buque?	-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)
			Aspectos críticos	7. ¿Cuáles son los aspectos más críticos que influyen en la elección del sistema?	-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)
			Capacitación	8. ¿Fue capacitado el personal quienes formaron parte del soporte de la empresa para la toma de	

			decisiones con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?				
	Inconvenientes		9. ¿Cuáles son los inconvenientes que se han presentado con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?				-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)
	Elección del SLGE		10. ¿Por qué se eligió el sistema de limpieza de gases de escape húmedo de tipo abierto?				
	Variables		11. ¿Qué variables se tomaron en cuenta para realizar el análisis económico del sistema a implementar?				
	Costo del sistema		12. ¿Cuál es el costo de un sistema de limpieza de gases de escape?				-Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013)
	Costo - beneficio	Análisis económico	13. ¿Cuál es el costo beneficio de implementar el sistema de limpieza de gases de escape?				-Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes) -Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – proporcionada por superintendentes -Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas)
	Decisión de compra de SLGE		14. ¿Por qué para la compañía la compra de sistemas de limpieza de gases de escape ha representado una alternativa para cumplir con las normas "OMI 2020"?				
	Conocimiento dentro de la gestión de la empresa	Repercusión en el medio marino	15. ¿Qué conocimientos se poseen dentro de la gestión de la empresa respecto a la repercusión de los sistemas de limpieza de gases de escape y el medio marino?				-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017) -Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et al., 2019)
Conocer que consideraciones se tomaron en cuenta para el análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.							
Análisis cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.							

<p>Conocer qué proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhisen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p>		<p>Proyección futura</p>	<p>Inconvenientes con respecto al uso de SLGE</p> <p>Motivo de instalación de SLGE en 5 buques</p> <p>Instalación de SLGE en otros buques de la naviera</p> <p>Alternativas futuras</p> <p>Alternativa como medio de respuesta ante la prohibición de SLGE</p>	<p>16. ¿Cuáles serían los inconvenientes de prohibirse el uso de sistemas de limpieza de gases de escape en un futuro próximo, tomando en consideración que se establece el uso de esta tecnología como una alternativa de mediano plazo?</p> <p>17. ¿Por qué hasta el momento se han instalado solo el sistema de limpieza de gases de escape en 5 buques de la naviera?</p> <p>18. ¿Se van a seguir instalando más sistemas en los buques que componen la flota de la naviera?</p> <p>19. ¿Cuáles serán las alternativas que utilizarán los buques de la naviera para poder cumplir con las normas "OMI 2020 a largo plazo"?</p> <p>20. ¿De presentarse inconvenientes de prohibición de uso de los sistemas de limpieza de gases de escape, qué alternativas utilizarán la naviera para poder cumplir con la norma "OMI 2020"?</p>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Evaluación Específica de fuentes de información documental

Criterios de evaluación:

1. Es acorde, se recomienda su uso.
2. No es del todo acorde, pero puede ayudar con información.
3. No es acorde, se recomienda restringir su uso.

Fuente	1	2	3
1. Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)	x		
2. Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)	x		
3. ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)	x		
4. Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)	x		
5. El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)	x		
6. Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013)	x		
7. Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes)	x		
8. Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – (Información proporcionada por superintendentes)	x		
9. Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas)	x		
10. Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et. al., 2019)	x		

Acotaciones: S/ps

Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?

Si

2. ¿La guía de entrevista y las fuentes de información establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

Efectivamente

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

Profundizar en el análisis con la intención de aclarar las teorías necesarias

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

Captar la información pertinente

Nombre completo : CARLOS BORJA GARCÍA
Profesión : OFICIAL DE MARINA MERCANTE
Grado académico : DOCTOR EN CIENCIAS MARÍTIMAS
Características que lo determinan como experto:

Oficial de Marino Mercante con 32 años de experiencia
en el rubro Marítimo y Portuaria, Docente Universitario
con el grado de Magister y Doctor en Ciencias Marítimas
Actualmente Director de Programa de ENAMM



Firma
DNI 08538452

Fecha: 23-09-20

3)



**ESCUELA NACIONAL DE MARINA
MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL
GRAU"**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE:
ESPECIALIDAD DE PUENTE Y MÁQUINAS**

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE
ESCAPE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMOSEN
AHRENKIEL SHIP MANAGEMENT – 2020**

**"Guía para evaluar la validez de contenido de las herramientas para
recolección de información (Guía de entrevista) y unidades de
información documentales"**

Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Así también se exponen las unidades documentales los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente.

Para establecer la validez de contenido de la guía de entrevista y las unidades de información señaladas se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría, indicadores, preguntas y unidades documentales.

Para emitir su juicio encontrará la tabla de evaluación específica, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán el análisis de cada uno de los indicadores según los ítems propuestos en la guía de entrevista y las unidades de información establecidas.

Luego, encontrará la evaluación general donde debe señalar todos aquellos aspectos que a su juicio son relevantes para el desarrollo de la investigación.

Coloque por favor todas las observaciones que pueda tener y recuerde evaluar tomando en cuenta los objetivos que se pretenden lograr.

***Muchas gracias por su colaboración
Bachiller en Ciencias Marítimas Monsalve Oropeza, Paolo Salvador
Bachiller en Ciencias Marítimas Pacheco Benavides, Fernando Miguel***

Operacionalización de la categoría

Objetivo general: Conocer cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	ENTREVISTA	
				Ítems	Fuentes
<p>Identificar qué marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p> <p>Analizar cuáles han sido los aspectos técnicos observados para poder definir el tipo de sistema de limpieza de los gases de escape a implementar en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p>	<p>Implementación del sistema de limpieza de los gases de escape</p>	<p>Marco legal</p>	<p>Normas sobre límites de azufre</p>	<p>1. ¿Cuáles son las normas en relación con los límites de azufre en el combustible implementadas a partir del año 2020?</p>	<p>-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)</p>
			<p>Implantación de normas con respecto a los límites de azufre</p>	<p>2. ¿Cuál es su opinión respecto al conjunto de normas que han sido implantadas para establecer límites de azufre en el combustible marino?</p>	<p>-Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)</p>
			<p>Normas sobre SLGE</p>	<p>3. ¿Qué instrumentos normativos han sido analizados para poder implementar los sistemas de limpieza de gases de escape en los buques mercantes?</p>	
			<p>MEPC.259(68)</p>	<p>4. ¿Qué conocimiento posee sobre la resolución MEPC.259(68)?</p>	<p>-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)</p>
			<p>MEPC.1/Circ.883</p>	<p>5. ¿Cuáles son los alcances sobre los sistemas de limpieza de gases de escape estipulados en el MEPC.1/Circ.883?</p>	<p>-Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)</p>
			<p>Factores</p>	<p>6. ¿Qué factores se tomaron en cuenta para poder elegir el tipo de sistema de limpieza de gases de escape para un buque?</p>	<p>-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)</p>
			<p>Aspectos técnicos</p>	<p>7. ¿Cuáles son los aspectos más críticos que influyen en la elección del sistema?</p>	<p>-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)</p>
			<p>Capacitación</p>	<p>8. ¿Fue capacitado el personal quienes formaron parte del soporte de la empresa para la toma de</p>	

				decisiones con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?	
	Inconvenientes			9. ¿Cuáles son los inconvenientes que se han presentado con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?	-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOX – (Austin, 2015)
	Elección del SLGE			10. ¿Por qué se eligió el sistema de limpieza de gases de escape húmedo de tipo abierto?	
	VARIABLES			11. ¿Qué variables se tomaron en cuenta para realizar el análisis económico del sistema a implementar?	
	Costo del sistema			12. ¿Cuál es el costo de un sistema de limpieza de gases de escape?	-Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013)
	Costo - beneficio	Análisis económico		13. ¿Cuál es el costo beneficio de implementar el sistema de limpieza de gases de escape?	-Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes) -Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – (Información proporcionada por superintendentes) -Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas)
	Decisión de compra de SLGE			14. ¿Por qué para la compañía la compra de sistemas de limpieza de gases de escape ha representado una alternativa para cumplir con las normas "OMI 2020"?	
	Conocimiento dentro de la gestión de la empresa	Repercusión en el medio marino		15. ¿Qué conocimientos se posee dentro de la gestión de la empresa respecto a la repercusión de los sistemas de limpieza de gases de escape y el medio marino?	-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017) -Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et. al., 2019)
Conocer que consideraciones se tomaron en cuenta para el análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelisen Ahrenkiel Ship Management, 2020.					
Análisis cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelisen Ahrenkiel Ship Management, 2020.					

			Inconvenientes con respecto al uso de SLGE	16. ¿Cuáles serían los inconvenientes de prohibirse el uso de sistemas de limpieza de gases de escape en un futuro próximo, tomando en consideración que se establece el uso de esta tecnología como una alternativa de mediano plazo?	
Conocer qué proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.	Proyección futura	Motivo de instalación de SLGE en 5 buques	Instalación de SLGE en otros buques de la naviera	17. ¿Por qué hasta el momento se han instalado solo el sistema de limpieza de gases de escape en 5 buques de la naviera?	
		Alternativas futuras	Alternativa como medio de respuesta ante la prohibición de SLGE	18. ¿Se van a seguir instalando más sistemas en los buques que componen la flota de la naviera?	
				19. ¿Cuáles serán las alternativas que utilizarán los buques de la naviera para poder cumplir con las normas "OMI 2020 a largo plazo?"	
				20. ¿De presentarse inconvenientes de prohibición de uso de los sistemas de limpieza de gases de escape, qué alternativas utilizarán la naviera para poder cumplir con la norma "OMI 2020"?	

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE:
UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMOSEN AHRENKIEL SHIP
MANAGEMENT – 2020**

Evaluación Específica de guía de entrevista

Criterios de evaluación:

1. La redacción del ítem induce y sugiere la respuesta del mismo.
2. No es pertinente con el objeto formulario.
3. No presenta congruencia con la unidad de análisis.
4. Presenta confusión en su contenido.
5. Presenta demasiada información.
6. Su contenido es repetitivo.
7. Presenta una secuencia inadecuada.
8. Se recomienda su eliminación.
9. Es pertinente.

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									✓
2									✓
3									✓
4									✓
5									✓
6									✓
7									✓
8									✓
9									✓
10									✓
11									✓
12									✓
13									✓
14									✓
15									✓
16									✓
17									✓
18									✓
19									✓
20									✓

Observaciones: CONFORME.

Evaluación Específica de fuentes de información documental

Criterios de evaluación:

1. Es acorde, se recomienda su uso.
2. No es del todo acorde, pero puede ayudar con información.
3. No es acorde, se recomienda restringir su uso.

Fuente	1	2	3
1. Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)	✓		
2. Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)	✓		
3. ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)	✓		
4. Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)	✓		
5. El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)	✓		
6. Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013)	✓		
7. Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes)	✓		
8. Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – (Información proporcionada por superintendentes)	✓		
9. Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas)	✓		
10. Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et. al., 2019)	✓		

Acotaciones: S/N.

Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?

✓ SI.

2. ¿La guía de entrevista y las fuentes de información establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

✓ ES PERTINENTE.

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

✓ NINGUNA.

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

✓ BUSCAR CAPTAR LAS CATEGORÍAS EMERGENTES QUE EXPLIQUEN LA REALIDAD.

Nombre completo : JOSÉ MARTÍN GIL LÓPEZ

Profesión : DOCENTE DE INGLÉS

Grado académico : MAGISTER

Características que lo determinan como experto:

* MAGISTER EN DIDACTICA EN LENGUAS EXTRANJERAS - UCV.

* DIPLOMADO EN INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INVESTIGADORES

NOVELES - U. CAJETANO HEREDIA.

* CAPACITACIONES EN INVESTIGACIÓN, REDACCIÓN CIENTIFICA Y REGISTRO

ORIENTADO EN MEJORAR LAS CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN DE LOS

DOCENTES - UCSS.

* SEMINARIO TALLER EN EDUCACIÓN SUP. POR COMPETENCIAS Y ELABORACIÓN DE PROYECTOS - ENAMM.


Firma
DNI 07643840
Fecha: 10-09-2020

4)



ENAMM
ALMIRANTE MIGUEL GRAU

**ESCUELA NACIONAL DE MARINA
MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL
GRAU"**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE:
ESPECIALIDAD DE PUENTE Y MÁQUINAS**

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE
ESCAPE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMOSEN
AHRENKIEL SHIP MANAGEMENT – 2020**

**“Guía para evaluar la validez de contenido de las herramientas para
recolección de información (Guía de entrevista) y unidades de
información documentales”**

Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Así también se exponen las unidades documentales los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente.

Para establecer la validez de contenido de la guía de entrevista y las unidades de información señaladas se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría, indicadores, preguntas y unidades documentales.

Para emitir su juicio encontrará la tabla de evaluación específica, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán el análisis de cada uno de los indicadores según los ítems propuestos en la guía de entrevista y las unidades de información establecidas.

Luego, encontrará la evaluación general donde debe señalar todos aquellos aspectos que a su juicio son relevantes para el desarrollo de la investigación.

Coloque por favor todas las observaciones que pueda tener y recuerde evaluar tomando en cuenta los objetivos que se pretenden lograr.

***Muchas gracias por su colaboración
Bachiller en Ciencias Marítimas Monsalve Oropeza, Paolo Salvador
Bachiller en Ciencias Marítimas Pacheco Benavides, Fernando Miguel***

Operacionalización de la categoría

Objetivo general: Conocer cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	ENTREVISTA		DOCUMENTACIÓN
				Ítems	Fuentes	
Identificar qué marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.	Implementación del sistema de limpieza de los gases de escape	Marco legal	Normas sobre límites de azufre	1. ¿Cuáles son las normas en relación con los límites de azufre en el combustible implementadas a partir del año 2020?	-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)	
				2. ¿Cuál es su opinión respecto al conjunto de normas que han sido implantadas para establecer límites de azufre en el combustible marino?	-Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)	
				3. ¿Qué instrumentos normativos han sido analizados para poder implementar los sistemas de limpieza de gases de escape en los buques mercantes?		
				4. ¿Qué conocimiento posee sobre la resolución MEPC.259(68)?	-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)	
				5. ¿Cuáles son los alcances sobre los sistemas de limpieza de gases de escape estipulados en el MEPC.1/Circ.883?	-Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (Korean Register, 2019)	
				6. ¿Qué factores se tomaron en cuenta para poder elegir el tipo de sistema de limpieza de gases de escape para un buque?	-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de un depurador de SOx – (Panasiuk et al., 2018)	
				7. ¿Cuáles son los aspectos más críticos que influyen en la elección del sistema?	-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de un depurador de SOx – (Panasiuk et al., 2018)	
				8. ¿Fue capacitado el personal quienes formaron parte del soporte de la empresa para la toma de		
Analizar cuáles han sido los aspectos técnicos observados para poder definir el tipo de sistema de limpieza de los gases de escape a implementar en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.	Aspectos técnicos	Factores	Aspectos críticos	Capacitación		

			decisiones con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?	
	Inconvenientes		9. ¿Cuáles son los inconvenientes que se han presentado con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?	-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)
	Elección del SLGE		10. ¿Por qué se eligió el sistema de limpieza de gases de escape húmedo de tipo abierto?	
	Variables		11. ¿Qué variables se tomaron en cuenta para realizar el análisis económico del sistema a implementar?	
	Costo del sistema		12. ¿Cuál es el costo de un sistema de limpieza de gases de escape?	-Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013)
	Costo - beneficio	Análisis económico	13. ¿Cuál es el costo beneficio de implementar el sistema de limpieza de gases de escape?	-Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes) -Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – (Información proporcionada por superintendentes) -Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas)
	Decisión de compra de SLGE		14. ¿Por qué para la compañía la compra de sistemas de limpieza de gases de escape ha representado una alternativa para cumplir con las normas "OMI 2020"?	
	Conocimiento dentro de la gestión de la empresa	Repercusión en el medio marino	15. ¿Qué conocimientos se posee dentro de la gestión de la empresa respecto a la repercusión de los sistemas de limpieza de gases de escape y el medio marino?	-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017) -Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et. al., 2019)
Conocer que consideraciones se tomaron en cuenta para el análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelisen Ahrenkiel Ship Management, 2020.				Analizar cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelisen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

			Inconvenientes con respecto al uso de SLGE	16. ¿Cuáles serían los inconvenientes de prohibirse el uso de sistemas de limpieza de gases de escape en un futuro próximo, tomando en consideración que se establece el uso de esta tecnología como una alternativa de mediano plazo?	
<p>Conocer qué proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p>	Proyección futura	Motivo de instalación de SLGE en 5 buques	17. ¿Por qué hasta el momento se han instalado solo el sistema de limpieza de gases de escape en 5 buques de la naviera?		
		Instalación de SLGE en otros buques de la naviera	18. ¿Se van a seguir instalando más sistemas en los buques que componen la flota de la naviera?		
		Alternativas futuras	19. ¿Cuáles serán las alternativas que utilizarán los buques de la naviera para poder cumplir con las normas "OMI 2020 a largo plazo?"		
		Alternativa como medio de respuesta ante la prohibición de SLGE	20. ¿De presentarse inconvenientes de prohibición de uso de los sistemas de limpieza de gases de escape, qué alternativas utilizarán la naviera para poder cumplir con la norma "OMI 2020"?		

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE:
UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMSSEN AHRENKIEL SHIP
MANAGEMENT – 2020**

Evaluación Específica de guía de entrevista

Criterios de evaluación:

1. La redacción del ítem induce y sugiere la respuesta del mismo.
2. No es pertinente con el objeto formulario.
3. No presenta congruencia con la unidad de análisis.
4. Presenta confusión en su contenido.
5. Presenta demasiada información.
6. Su contenido es repetitivo.
7. Presenta una secuencia inadecuada.
8. Se recomienda su eliminación.
9. Es pertinente.

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									✓
2									✓
3									✓
4									✓
5									✓
6									✓
7									✓
8									✓
9									✓
10									✓
11									✓
12									✓
13									✓
14									✓
15									✓
16									✓
17									✓
18									✓
19									✓
20									✓

Observaciones: Sin NOVEDAD

Evaluación Específica de fuentes de información documental

Criterios de evaluación:

1. Es acorde, se recomienda su uso.
2. No es del todo acorde, pero puede ayudar con información.
3. No es acorde, se recomienda restringir su uso.

Fuente	1	2	3
1. Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)	✓		
2. Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)	✓		
3. ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)	✓		
4. Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)	✓		
5. El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)	✓		
6. Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013)	✓		
7. Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes)	✓		
8. Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – (Información proporcionada por superintendentes)	✓		
9. Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas)	✓		
10. Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et. al., 2019)	✓		

Acotaciones: Sin Novedad

Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?

Si

2. ¿La guía de entrevista y las fuentes de información establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

Si

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

BUSCAR QUE EL ENTREVISTADO PROPORCIONE INFORMACION RELEVANTE PARA
VERIFICAR EL RIGOR RESPECTO A LA VALIDEZ

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

ESTABLECER LOS RESULTADOS DE MANERA COHERENTE

Nombre completo : CABALLERO HERRERA DANIEL BENJAMIN

Profesión : MARINA MERCANTE

Grado académico : SUPERIOR

Características que lo determinan como experto:

MARINO MERCANTE, OFICIAL DE MAQUINAS. EXPERIENCIA LABORAL DESDE EL 2013

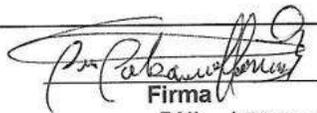
EN EL AMBITO MARITIMO, ENCARGADO DE LA PROPULSION DEL BUQUE Y EQUIPOS

AUXILIARES.

EXPERIENCIA CON PLANTAS DE GENERACION DE GAS INERTE, MOTORES AUXILIARES,

PURIFICADORES, MOTOR PRINCIPAL, BOMBAS EN GENERAL, COMPRESORES DE AIRE,

BOMBAS FRODO, BOMBAS A TURBINA



Firma

DNI 45984474

Fecha: 15/09/2020

5)



**ESCUELA NACIONAL DE MARINA
MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL
GRAU"**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE:
ESPECIALIDAD DE PUENTE Y MÁQUINAS**

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE
ESCAPE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMOSEN
AHRENKIEL SHIP MANAGEMENT – 2020**

**"Guía para evaluar la validez de contenido de las herramientas para
recolección de información (Guía de entrevista) y unidades de
información documentales"**

Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Así también se exponen las unidades documentales los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente.

Para establecer la validez de contenido de la guía de entrevista y las unidades de información señaladas se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría, indicadores, preguntas y unidades documentales.

Para emitir su juicio encontrará la tabla de evaluación específica, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán el análisis de cada uno de los indicadores según los ítems propuestos en la guía de entrevista y las unidades de información establecidas.

Luego, encontrará la evaluación general donde debe señalar todos aquellos aspectos que a su juicio son relevantes para el desarrollo de la investigación.

Coloque por favor todas las observaciones que pueda tener y recuerde evaluar tomando en cuenta los objetivos que se pretenden lograr.

***Muchas gracias por su colaboración
Bachiller en Ciencias Marítimas Monsalve Oropeza, Paolo Salvador
Bachiller en Ciencias Marítimas Pacheco Benavides, Fernando Miguel***

Operacionalización de la categoría

Objetivo general: Conocer cuáles han sido los criterios tomados en cuenta para la implementación de sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	ENTREVISTA		DOCUMENTACIÓN
				Items	Fuentes	
Identificar qué marco legal se tomó en consideración para poder implementar los sistemas de limpieza de los gases de escape en la naviera Wilhelsen Ahrenkiel Ship Management, 2020.	Implementación del sistema de limpieza de los gases de escape	Marco legal	Normas sobre límites de azufre	1. ¿Cuáles son las normas en relación con los límites de azufre en el combustible implementadas a partir del año 2020?	-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)	
				2. ¿Cuál es su opinión respecto al conjunto de normas que han sido implementadas para establecer límites de azufre en el combustible marino?	-Azufre 2020, reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)	
				3. ¿Qué instrumentos normativos han sido analizados para poder implementar los sistemas de limpieza de gases de escape en los buques mercantes?		
				4. ¿Qué conocimiento posee sobre la resolución MEPC.259(68)?	-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)	
				5. ¿Cuáles son los alcances sobre los sistemas de limpieza de gases de escape estipulados en el MEPC.1/Circ.883?	-Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)	
				6. ¿Qué factores se tomaron en cuenta para poder elegir el tipo de sistema de limpieza de gases de escape para un buque?	-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)	
				7. ¿Cuáles son los aspectos más críticos que influyen en la elección del sistema?	-El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)	
				8. ¿Fue capacitado el personal quienes formaron parte del soporte de la empresa para la toma de		

			decisiones con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?			
	Inconvenientes		9. ¿Cuáles son los inconvenientes que se han presentado con respecto a la implementación de los sistemas de limpieza de gases de escape?			-Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)
	Elección del SLGE		10. ¿Por qué se eligió el sistema de limpieza de gases de escape húmedo de tipo abierto?			
	Variables		11. ¿Qué variables se tomaron en cuenta para realizar el análisis económico del sistema a implementar?			-Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013)
	Costo del sistema		12. ¿Cuál es el costo de un sistema de limpieza de gases de escape?			-Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes)
	Costo - beneficio	Análisis económico	13. ¿Cuál es el costo beneficio de implementar el sistema de limpieza de gases de escape?			-Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – (Información proporcionada por superintendentes)
	Decisión de compra de SLGE		14. ¿Por qué para la compañía la compra de sistemas de limpieza de gases de escape ha representado una alternativa para cumplir con las normas "OMI 2020"?			-Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas)
	Conocimiento dentro de la gestión de la empresa	Repercusión en el medio marino	15. ¿Qué conocimientos se posee dentro de la gestión de la empresa respecto a la repercusión de los sistemas de limpieza de gases de escape y el medio marino?			-ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)
Conocer que consideraciones se tomaron en cuenta para el análisis económico realizado para la implementación de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelisen Ahrenkiel Ship Management, 2020.						-Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et. al., 2019)
Analizar cómo repercute en el medio marino el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape implementados en los buques de la naviera Wilhelisen Ahrenkiel Ship Management, 2020.						

			Inconvenientes con respecto al uso de SLGE	16. ¿Cuáles serían los inconvenientes de prohibirse el uso de sistemas de limpieza de gases de escape en un futuro próximo, tomando en consideración que se establece el uso de esta tecnología como una alternativa de mediano plazo?
<p>Conocer qué proyección a futuro se tiene sobre el uso de los sistemas de limpieza de los gases de escape en los buques de la naviera Wilhelisen Ahrenkiel Ship Management, 2020.</p>	<p>Proyección futura</p>	<p>Motivo de instalación de SLGE en 5 buques</p>	<p>Instalación de SLGE en otros buques de la naviera</p>	<p>17. ¿Por qué hasta el momento se han instalado solo el sistema de limpieza de gases de escape en 5 buques de la naviera?</p>
		<p>Alternativas futuras</p>	<p>Alternativa como medio de respuesta ante la prohibición de SLGE</p>	<p>18. ¿Se van a seguir instalando más sistemas en los buques que componen la flota de la naviera?</p>
				<p>19. ¿Cuáles serán las alternativas que utilizarán los buques de la naviera para poder cumplir con las normas "OMI 2020 a largo plazo"?</p>
				<p>20. ¿De presentarse inconvenientes de prohibición de uso de los sistemas de limpieza de gases de escape, qué alternativas utilizarán la naviera para poder cumplir con la norma "OMI 2020"?</p>

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE:
UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMSSEN AHRENKIEL SHIP
MANAGEMENT – 2020**

Evaluación Específica de guía de entrevista

Criterios de evaluación:

1. La redacción del ítem induce y sugiere la respuesta del mismo.
2. No es pertinente con el objeto formulario.
3. No presenta congruencia con la unidad de análisis.
4. Presenta confusión en su contenido.
5. Presenta demasiada información.
6. Su contenido es repetitivo.
7. Presenta una secuencia inadecuada.
8. Se recomienda su eliminación.
9. Es pertinente.

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									✓
2									✓
3									✓
4									✓
5									✓
6									✓
7									✓
8									✓
9									✓
10									✓
11									✓
12									✓
13									✓
14									✓
15									✓
16									✓
17									✓
18									✓
19									✓
20									✓

Observaciones: s/N

Evaluación Especifica de fuentes de información documental

Criterios de evaluación:

1. Es acorde, se recomienda su uso.
2. No es del todo acorde, pero puede ayudar con información.
3. No es acorde, se recomienda restringir su uso.

Fuente	1	2	3
1. Depuradores marinos: La guía del 2015 – El recurso comprensivo para los depuradores marinos de SOx – (Austin, 2015)	x		
2. Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre – (OMI, 2020c)	x		
3. ABS Recomendaciones sobre los sistemas de limpieza de gases de escape – (ABS, 2017)	x		
4. Información técnica sobre preguntas y respuestas frecuentes sobre los sistemas de limpieza de gases de escape - (Korean Register, 2019)	x		
5. El algoritmo de evaluación de la viabilidad tecnológica de instalación de un depurador de SOx – (Panasiuk et. al., 2018)	x		
6. Un análisis del costo del ciclo de vida de las tecnologías de depuradores marinos – (Shih - Tung, 2013)	x		
7. Precios de combustibles – (Información proporcionada por superintendentes)	x		
8. Especificaciones técnicas del fabricante sobre el SLGE implementado en los buques – (Información proporcionada por superintendentes)	x		
9. Reporte de consumo de combustibles de buques (Información proporcionada por jefes de máquinas)	x		
10. Análisis técnico y económico de depuradores – (Bakatselos et. al., 2019)	x		

Acotaciones: Todo conforme

Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?

Si

2. ¿La guía de entrevista y las fuentes de información establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

Si

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

Ninguna

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

Ninguna

Nombre completo : Ynocondo Gonzales Cordova

Profesión : Jefe de Ingenieros de la Marina Mercante Nacional

Grado académico : Superior

Características que lo determinan como experto:

29 años como oficial de la Marina Mercante Nacional,

16 años como jefe de Ingenieros a bordo de buques

tanques petroleros, buques cerosos y quimicos



Mirna
DNI 32902121
Fecha: 23-09-20

ANEXO 6

CONSENTIMIENTO INFORMADO APLICADO ANTES DE REALIZAR ENTREVISTAS A LA MUESTRA DE ESTUDIO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA NAVIERA WILHELMSSEN AHRENKIEL SHIP MANAGEMENT – 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 Monsalve Oropeza, Paolo Salvador.

-Bachiller en Ciencias Marítimas Pacheco Benavides, Fernando Miguel.

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: