

# **ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE**

## **“ALMIRANTE MIGUEL GRAU”**

**Programa Académico de Marina Mercante**

**Especialidad de Máquinas**



### **REPERCUSIONES DE LAS DESCARGAS DEL AGUA DE LAVADO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES DE ESCAPE DE BUQUES MERCANTES, 2020**

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

**PRESENTADA POR:**

**LOLI URQUIZO, JORGE LUIS**

**CALLAO, PERÚ**

**2021**

REPERCUSIONES DE LAS DESCARGAS DEL AGUA DE LAVADO  
DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES DE ESCAPE DE  
BUQUES MERCANTES, 2020

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser el forjador de mi camino.

A mis padres, quienes con paciencia y con amor me brindaron su apoyo incondicionalmente con las decisiones tomadas a lo largo de mi vida, siendo ellos los responsables de haber formado una persona íntegra, disciplinada y de la cual hoy en día se pueden sentir orgullosos de que no se dará por vencido hasta no lograr sus sueños y objetivos. A mis hermanos Allison y Edwin que son los

responsables de brindarme la motivación necesaria para seguir esforzándome cada día más y de esta manera seguir creciendo tanto a nivel cognitivo como emocional, obteniendo así de esta manera, la oportunidad de conseguir un mayor desarrollo a nivel personal.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi alma mater la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”.

A mis profesores, que fueron responsables durante este grato periodo de vivencias en mi alma mater, de la formación brindada, y gracias a la cual hoy puedo desenvolverme en mi carrera satisfactoriamente.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
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. Problema 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 teórico.....	19
2.2.1. Transporte marítimo y emisiones de SOx.....	19
2.3.2. Sistema de limpieza de gases de escape.....	22
2.3. Marco legal.....	29
2.3.1. Convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar.....	29
2.3.2. Convenio internacional para prevenir la contaminación ocasionado por los buques.....	37

## **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

3.1. Diseño de la Investigación.....	67
3.2. Muestreo.....	70
3.3. Sistema de categorías.....	72
3.4. Técnica para la recolección de datos.....	73
3.4.1 Técnica.....	73
3.4.2 Instrumento.....	74
3.4.3.Herramientas de recolección de datos.....	74
3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos.....	75
3.6. Rigor cualitativo.....	75
3.7. Procedimientos.....	76
3.8. Aspectos éticos.....	77

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

4.1 Conocer cuáles son las posibles repercusiones sobre el uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020.....	79
4.1.1. Identificar qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.....	79
4.1.2. Examinar qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.....	106
4.1.3. Detectar qué posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.....	133
4.1.4. Señalar cual es la visión prospectiva que se tiene respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.....	159

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Discusión.....	177
5.2. Conclusiones.....	184
5.3. Recomendaciones.....	188

### **FUENTES DE INFORMACIÓN**

Referencias bibliográficas.....	190
Referencias electrónicas.....	192

### **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	196
Anexo 2. Lista de términos y abreviaturas.....	198
Anexo 3. Ficha documental.....	201
Anexo 4. Guías de entrevistas aplicados a muestra compuesto por sujetos entrevistados.....	202
Anexo 5. Validaciones de contenido de herramientas de guía de entrevista e información documental.....	204
Anexo 6. Consentimiento informado aplicado a entrevistados.....	242

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Muestra.....	71
Tabla 2: Matriz categorial.....	72

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Emisiones de SOx.....	20
Figura 2: Contaminación por transporte marítimo.....	21
Figura 3: Sistema de limpieza de gases de escapé.....	23
Figura 4: Clasificación de los sistemas de limpieza de gases de escape con respecto al funcionamiento.....	24
Figura 5: Sistema SLGE de circuito abierto.....	25
Figura 6: Sistema de SLGE de circuito cerrado.....	26
Figura 7: Sistema de SLGE híbrido.....	27
Figura 8: Convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar.....	35
Figura 9: SLGE como sistema equivalente para cumplir con los límites de óxidos de azufre emitidos por los buques.....	39
Figura 10: Demanda de SLGE.....	80
Figura 11: SLGE de circuito abierto.....	84
Figura 12: Emisiones de Sox.....	88
Figura 13: Cuadros relativos a las concentraciones de cargas en el mar en un estudio realizado en el mar Báltico.....	93
Figura 14: Países quienes han restringido el uso de SLGE.....	102
Figura 15: Mercado de los sistemas de limpieza de gases de escape entre los años 2019-2020.....	107

## **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo conocer cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020. Fue una investigación de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño fenomenológico-hermenéutico. Se aplicó un muestreo no probabilístico según criterio considerando 13 unidades de información documentales y 11 unidades de información conformado por oficiales de nivel gestión y superintendentes de nacionalidad peruana y española. Los resultados permitieron establecer teorizaciones sobre las repercusiones ambientales, repercusiones económicas, repercusiones operacionales y visión prospectiva, todo ello para poder construir una sistematización de subcategorías que se correspondan con el tema central de análisis correspondiente a las repercusiones sobre el uso de los sistemas de limpieza de gases de escape. Se concluyó estableciendo existen evidencias aproximativas que establecen probabilidades de que los SLGE de escape tienen una repercusión sobre el medio marino, principalmente los húmedos, ya que a través de

las descargas del agua de lavado que contiene componentes químicos tales como metales, PAHs, nitratos, etc. producen fenómenos tales como la contaminación, acidificación y la eutrofización de los mares donde es arrojado los efluentes, por lo que se exhorta que se realicen estudios multidisciplinarios desde los planos relacionados con la operación de los buques y medioambientales de tal manera de encontrar las decisiones equilibradas en beneficio del transporte marítimo y el cuidado del medio marino.

**Palabras clave:** Repercusiones, Descargas, Agua, Lavado, Sistemas, Limpieza, Gases, Escape, Buques, Mercantes.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to know what are the possible repercussions regarding the use of exhaust gas cleaning systems in merchant ships for complying with the regulations related to sulfur emissions, 2020. It was an investigation with a qualitative approach, basic type, exploratory level and phenomenological-hermeneutical design. A non-probabilistic sampling was applied according to criteria considering 13 documentary information units and 11 information units made up of management-level officials and superintendents of Peruvian and Spanish nationality. The results allowed to establish theorizations about the environmental repercussions, economic repercussions, operational repercussions and prospective vision, all of this in order to be able to construct a systematization of subcategories that correspond to the central theme of analysis corresponding to the repercussions on the use of cleaning systems of exhaust gases. It was concluded by establishing that there is approximate evidence that establishes probabilities that the escape EGCSs have an impact on the marine environment, mainly the wet ones, since through the discharges of the washing water that contains chemical components such as metals, PAHs,

nitrates, etc. produce phenomena such as pollution, acidification and eutrophication of the seas where the effluents are dumped, for which it is urged that multidisciplinary studies be carried out from the planes related to the operation of ships and the environment in such a way as to find balanced decisions for the benefit of maritime transport and the care of the marine environment.

**Keywords:** Repercussions, Discharges, Water, Washing, Systems, Cleaning, Gases, Exhaust, Ships, Merchants.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de limpieza de gases escape, denominados también SLGEs son sistemas los cuales representan ser una segunda alternativa avalada por la Organización Marítima Internacional con el fin de poder cumplir con los límites de azufre que se emiten por el transporte marítimo a nivel internacional.

Los buques quienes vienen implementando SLGE vienen en aumento y se prevé que en los próximos 3 años alrededor de 5000 buques utilizaran dicho sistema para poder responder de manera eficiente a las normas relacionadas con los límites de SOx establecidos por el Anexo VI del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (Convenio MARPOL).

Dicho sistema opera lavando los gases de escape en un depósito cilíndrico, capturando dichos gases mediante un líquido con el fin de neutralizar los componentes contaminantes, lo cual puede ser agua, un reactivo o una mezcla de ambos, dependiendo de los contaminantes a tratar.

A consecuencia de dicha operación se obtiene un gas limpio sin toxicidad, cuyas emisiones no suelen perjudicar a la atmósfera, pero que según estudios aproximativos teorizan señalando que existen repercusiones en el medio marino en aquellos sistemas húmedos, principalmente de circuito abierto, los cuales tienden a descargar el agua de lavado donde existen componentes tales como metales, PAHs, nitratos, etc. lo que establece un efecto secundario.

En ese sentido, el presente estudio, se realizó con el propósito de conocer cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020, considerando las posibles repercusiones medioambientales que pudieran existir y a partir de ellas señalar las repercusiones económicas, repercusiones operacionales y sobre los argumentos señalar una visión prospectivas.

Para el desarrollo de la investigación, fue necesario contar con unidades de información documentales y compuesto por sujetos, de los cuales se extrajeron las categorías emergentes respectivas para poder realizar las síntesis conceptuales que conlleven a responder a la sistematización hermenéutica de las subcategorías de análisis y categoría principal de análisis (repercusiones sobre el uso de sistemas de limpieza de gases de escape).

Los resultados fueron obtenidos a partir de técnicas tales como la extracción de palabras clave en contexto y la triangulación de informantes y técnicas de

recolección de datos, por lo que se cumplió con el rigor cualitativo que caracteriza un estudio de naturaleza iterativa.

Por consiguiente, el presente trabajo de investigación se halla dividido 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, Comprende los antecedentes de la investigación, el marco teórico y el marco legal.

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

CAPITULO V: 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 VI: 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 sistema de limpieza de gases de escape (SLGE) o “scrubber” representa un medio y/o método equivalente en los buques mercantes para cumplir con las normas medioambientales establecidas por OMI y en consecuencia minimizar las emisiones de óxidos de azufre a la atmósfera.

A nivel internacional, el transporte marítimo es considerado un transporte eco amigable en comparación con lo que se realizan por vía aérea y terrestre, ya que suele emitir gases contaminantes tales como óxidos de nitrógeno (NOx) y óxidos de azufre (SOx) en menor cantidad que los referidos, pero significativos en la determinación de esfuerzos y mecanismos legales para minimizarlos buscando favorecer al medio ambiente y la salud humana (Seco, 2017).

Según Sullivan (2019) los dióxidos de azufre emitidos por los buques mercantes por el uso de combustibles marinos con alto contenido de azufre barato y de menor calidad, representa el 13 % de todas las emisiones de SO<sub>2</sub>, en

contraste con el 5 % de la demanda de petróleo que representa, por lo que la OMI decidió que se establezcan regulaciones ambientales para frenar y minimizar las afectaciones originadas por dicho gas contaminante.

El dióxido de azufre puede causar efectos negativos en el medio ambiente como la lluvia ácida y en el ser humano es el responsable de problemas cardiovasculares, respiratorios y pulmonares que dentro del transporte marítimo de no reducirse los límites de emisión podría causar 570 000 muertes prematuras entre los períodos 2020 a 2025 (OMI, 2020a).

Como respuesta a la problemática del azufre dentro del transporte marítimo, la OMI estableció las normas denominadas “OMI 2020” los cuales buscan que a partir del 1 de enero los buques reduzcan las emisiones de SOx en más del 80 %, estableciendo un límite de 0.5 % masa/masa para zonas globales y un límite del 0.1 % masa/masa para zonas ECAs, estableciendo un cambio trascendental dentro de la industria marítima con miras a mejorar la calidad del aire y proteger el medio ambiente.

Para cumplir con la norma se estableció el uso de combustibles con bajo contenido muy bajo de azufre (VLSFO), el uso de SLGE, uso de combustibles alternativos como el metanol y/o gas natural y el uso de conexiones eléctricas (Onshore Power Supply – OPS) mientras el buque se encuentre amarrado en puerto, de los cuales el uso de VLSFO y SLGE han sido los de mayor predominancia.

Según Kühn (2020) las Administraciones han reportado que previo al año 2020 existió una tendencia que poder instalar en los próximos año 3100 SLGEs, a pesar de que dicho método equivalente en muchos puertos y Estados costeros de todo el mundo han optado por restringir el uso de SLGE de circuito abierto debido a preocupaciones sobre los efectos adversos del agua de lavado al medio marino, lo que representa un desafío para las navieras que eligieron la opción señalada.

Dicha situación representa un vacío en el conocimiento científico dentro del ámbito vinculado a la operación de buques mercantes y el cumplimiento de la norma que establece el límite de azufre mediante el uso de SLGE, debido a que hasta el momento no existe claridad sobre los efectos secundarios que podrían ocasionarse por el efluente del SLGE que probablemente generaría un perjuicio a la vida marina y a los procesos biogeoquímicos del mar.

La causa de dicha brecha señalada podría deberse a que hasta el momento no se han realizado estudios en donde especialistas tanto del sector medioambiental marino y del sector técnico abocado al diseño y construcción de SLGEs hayan podido unir esfuerzos por tener un conocimiento claro y concreto que ayude a adoptar medidas equilibradas para garantizar el progreso sostenible del transporte marítimo y la protección del medio ambiente marino.

En consecuencia, muchas navieras quienes instalaron SLGEs podrían tener pérdidas económicas por el uso limitado del sistema, estableciendo poca capacidad de respuesta para establecer opciones o mecanismos tanto por parte de los operadores de los buques mercantes y por parte de los Estados poder

rigidizar o flexibilizar el uso de dichos sistemas dentro de las jurisdicciones donde ejercen soberanía y buscar las mejores decisiones de manera asertiva y conveniente.

Ante lo expuesto, el presente estudio busca analizar las posibles consecuencias que se desprenden del uso de SLGEs en buques mercantes y de prohibirse el uso en un futuro no muy lejano poder establecer opciones para los operadores de buques mercantes para buscar adoptar medidas equilibradas en beneficio de la rentabilidad y el cumplimiento de uno de los principios de garantizar un transporte marítimo eficiente.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020?

### **1.2.2. Problemas específicos**

-¿Qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre?

-¿Qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre?

-¿Qué posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre?

-¿Cuál es la visión prospectiva que se tiene respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Conocer cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

-Identificar qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.

-Examinar qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.

-Detectar qué posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.

-Señalar cuál es la visión prospectiva que se tiene respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.

## **1.4. Justificación de la investigación**

### **1.4.1. Justificación teórica**

El presente estudio con cuerpo teórico relacionado con los SLGE, en donde se exponen las características principales de los sistemas disponibles y el marco legal establecido por OMI lo cual limita el funcionamiento y cuestiones técnicas y operacionales los cuales representan una guía inicial para estudios que conlleven a formularse sobre objetivos en común.

Por otra parte, con las teorizaciones que se establecen respecto a las repercusiones del SLGE en el medio marino se pueden iniciar nuevas líneas de investigación que contribuyan a confirmar las posibles referencias que se maneja respecto a los componentes que posee el agua de lavado de dichos sistemas los cuales podrían contaminar el ecosistema marino, acidificar los océanos y agravar la eutrofización de los mismos.

En ese sentido, los basamentos finales obtenidos a partir de la evidencia documental y entrevistas aplicadas conllevar a plantear orientaciones teóricas sobre los cuales se pueden formular nuevos estudios que conlleven a realizar estudios concluyentes sobre una problemática que podría cambiar la

perspectiva actual de las alternativas que se tiene en razón por garantizar el cumplimiento de las normas relacionadas con los límites del azufre en las emisiones de los buques.

#### **1.4.2. Justificación metodológica**

Aporta el presente estudio con una matriz categorial los cuales señalan aquellos aspectos susceptibles de ser analizados para poder buscar información que pueda contribuir con mayor evidencia científica a la problemática relacionada con el SLGE.

Por otra parte, se señalan los procedimientos y criterios metodológicos adoptados para poder responder al objetivo del presente estudio, lo cual podría ser tomado como una referencia por futuros investigadores quienes compartan la línea de investigación adoptada y objetivos similares en común.

#### **1.4.3 Justificación práctica**

Si bien es cierto, el presente estudio tiene un fin netamente cognitivo por el nivel en la cual se desarrolla, sin embargo, señala aspectos que desde la perspectiva de la operación de buques mercantes, podrían ser investigados y ser relevantes para poder responder de manera oportuna y con previsión a las diversas situaciones que pueden suscitarse ante un cambio de regulación que conlleve a prohibir el uso de SLGE. En ese sentido, es necesario construir conocimiento base que conlleve a fines prácticos en virtud de las necesidades

que se tiene en los buques y el equilibrio con uno de los principios ligados al transporte marítimo como lo es la protección del medio marino.

### **1.5. Limitaciones de la investigación**

En la literatura nacional no se encontraron estudios que se correspondan con el objetivo y la línea de investigación respecto a las repercusiones que podrían representar el uso de SLGE. En ese sentido, la mayor parte de estudios que sirvieron de antecedentes fueron elegidos con criterios metodológicos y temáticos de segundo orden (antecedentes indirectos).

Por otra parte, se pudo evidenciar que la gran parte de estudios respecto a dicha problemática es casi no muy relevante a nivel mundial, ya que los estudios que se encuentran en la revisión de la literatura existe material escrito en inglés donde muchas veces los autores y patrocinadores de los estudios vienen de ciencias las cuales tiene una responsabilidad directa del medio marino.

Por otra parte, otra de las limitaciones que se presentaron durante el desarrollo del estudio tuvo que ver con la búsqueda de referentes (entrevistados) quienes por las condiciones a las cuales la pandemia sometió al transporte marítimo muchas veces no contaban con la disponibilidad, el tiempo y el recurso ya sea telefónico o la disposición del internet para poder realizar una comunicación con un tiempo adecuado para extraer posturas relevantes en razón de la problemática de estudio presentada. Dicha situación conllevó a alargar el tiempo planificado para el proceso de recolección de datos.

## **1.6. Viabilidad de la investigación**

La viabilidad del estudio se fundamenta en que se contó con el recurso humano, financiero y tecnológico para poder desarrollar el presente trabajo de investigación y de esta manera arribar a una teorización final que satisface las necesidades de conocimiento relacionadas con la pregunta de investigación establecida en el presente informe de investigación.

## **CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

La presente investigación se respalda en los antecedentes nacionales de Asmat y Yupanqui (2020), quienes realizaron un trabajo de investigación 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 propusieron 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. Las características metodológicas que determinan el proceso investigativo resaltan que fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño fenomenológico. Se aplicó un muestreo no probabilístico intencional el cual consideró a 15 unidades documentales y uno no probabilístico por rastreo el cual consideró a 8 jefes de máquinas vinculados a la operación de buques mercantes quienes realizan cabotaje en el Perú. Se utilizó como técnicas de recolección de

datos la documentación y la entrevista. Los resultados establecen teorizaciones con respecto a cuatro enfoques, los cuales son las características, ventajas, desventajas y el 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 licuado y el metanol. Las conclusiones refieren a que en el contexto nacional vinculado a la operación de buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú son los residuales con bajo contenido de azufre los que se utilizan y que prospectivamente a 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”.

Gutierrez y Montes (2020) realizaron un estudio titulado: *“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 plantearon 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. 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 realizan 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. Se concluyó 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.

Hidalgo y Machay (2020) realizaron un trabajo de investigación la cual se tituló: *“Análisis sobre la implantación de las normas “OMI 2020” sobre emisiones de gases en buques de bandera peruana, 2020”*. Se propusieron como objetivo analizar cómo se ha venido implantando las normas “OMI 2020” sobre emisiones de gases en buques de bandera peruana, 2020. Metodológicamente fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño fenomenológico. Utilizó un muestreo no probabilístico por rastreo, considerando a 10 unidades de información conformado por 2 Superintendentes de flota y 8 Jefes de máquinas. Se utilizó como técnica de recolección de datos la entrevista y como herramienta de recolección de datos una guía de entrevista, el cual fue validado por 5 expertos en el tema a tratar. Los resultados comprendieron un conjunto de constructos teóricos que emergieron directamente de los datos aportados por los sujetos sobre las subcategorías correspondientes a estrategias para la

implantación de la norma “OMI 2020”; muestreo a bordo, verificación y almacenamiento; inconvenientes relacionados al desempeño de la maquinaria; y proyección futura. Las conclusiones señalaron que en el contexto peruano la implantación de las normas “OMI 2020” no se han realizado bajo criterios claros, en las que destaca una falta de control y difusión de información por parte de la Autoridad Marítima, lo cual no plasma una actitud seria respecto a responsabilidades de las figuras operativas vinculadas a la protección del medio marino y la salud humana.

Entre los antecedentes internacionales destaca Teuchies et. al. (2020) realizaron un estudio titulado: “*El impacto de la descarga de depuradores sobre la calidad del agua de lavado en estuarios y puertos*”. Se propusieron como objetivo identificar las concentraciones en el agua de lavado de los depuradores y obtener una perspectiva sobre los efectos de la calidad del agua en la descarga en muelles, ríos y estuarios. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativa. Los resultados mostraron que el agua de lavado del depurador es ácida con concentraciones elevadas de por ejemplo zinc, vanadio, cobre, níquel, fenantreno, naftaleno, fluoreno y fluoranteno. Los cálculos del modelo sobre los efectos de la descarga del depurador en el escenario alto (20 % de los buques, concentraciones del percentil 90) sobre la calidad del agua en los muelles del puerto mostraron una disminución en el pH de 0.015 unidades y un aumento en las concentraciones de agua superficial para por ejemplo naftaleno (aumento del 189 %) y vanadio (aumento del 46 %). Se concluyó estableciendo que la OMI estableció regulaciones de azufre para mitigar el impacto de las altas emisiones de azufre del sector marítimo, sin embargo, el uso

de depuradores de circuito abierto como tecnología de abatimiento no reducirá su contribución a la acidificación de los océanos. Además, diferentes tipos de depuradores descargan agua de lavado que es sumamente tóxica para los organismos acuáticos.

Koski et. al. (2020) realizaron un trabajo de investigación titulado: *"Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc)"*. Se propusieron como objetivo analizar el impacto de la descarga de agua de lavado de los buques mercantes que utilizan depuradores con el fin de cumplir con las normas restrictivas en cuanto a la emisión de azufre. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección la documentación y como herramienta de recolección de datos fichas de investigación. Los resultados presentan diversas teorizaciones con respecto al uso global de depuradores en buques y los contaminantes potenciales que se pueden hallar en el agua de lavado; consecuencias e impactos de la descarga del agua de lavado de depuradores; medidas de mitigación disponibles y las consecuencias en el medio ambiente. Concluyeron estableciendo que la transferencia de contaminantes de las emisiones atmosféricas al océano no mitiga su impacto y, en cambio, el uso de sistemas de depuración está creando un problema global emergente, produciendo cantidades significativas de agua de lavado ácida y contaminada.

Bonet (2020) realizó un estudio titulado: *“Análisis medioambiental del proceso de limpieza de los gases de escape en buques mercantes”*. Se propuso como objetivo obtener una visión completa de como es el almacenamiento y, sobre todo, la gestión de los residuos producidos por los diferentes tipos de depuradores a bordo. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación y como herramienta de recolección de datos fichas documentales. Los resultados permitieron establecer síntesis conceptuales respecto a la nueva normativa implementada en 2020 sobre restricciones en las emisiones de SOx; depuradores; componentes de los gases de escape que entran en los depuradores; reacciones que se producen en los depuradores; ensayo en laboratorio de medición de azufre en una muestra de combustible con bajo contenido de azufre, productos obtenidos en el proceso de *scrubbing*; almacenamiento de residuos a bordo; y la gestión de residuos y la reutilización respectiva. Concluyó estableciendo que los diferentes tipos de depuradores permiten llegar de manera exitosa a los niveles bajos de contaminación que se requieren, evitando elementos y sustancias nocivas a la atmósfera que hasta ahora se han reconocido como altamente tóxicas y dañinas tanto para ecosistemas como para la población.

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. Metodológicamente caracterizan un estudio de enfoque cualitativo, tipo básico, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación. Los resultados mostraron síntesis conceptuales sobre 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. Concluyeron argumentado 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 generar mayor información con base científica respecto al uso de depuradores en buques mercantes.

Por último, Lange (2015) realizó un estudio que intitula: *“Impacto de los depuradores sobre el medio ambiente – Situación en puertos y aguas costeras”*. Se planteó como objetivo evaluar el impacto ambiental de los depuradores en las aguas alemanas de los mares del Norte y Báltico. Fue un trabajo de investigación de naturaleza cualitativa, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación. Analizaron fuentes documentales conformado por estudios realizados en aguas alemanas de los mares del Norte y Báltico realizados en los buques: MS Pride of Kent (2005), MS Fjordshell (2006), MS Ficaria Seaways (2012). Los estudios reportaron concentraciones de contaminantes de aguas residuales generadas por

depuradores que no infringen ninguna calidad ambiental establecido por la Directiva marco del agua de la Unión Europea, no observando de efectos acumulativos. Concluyó estableciendo que las aguas costeras alemanas son de moderadas a malas, considerando que las aguas residuales contaminadas agregan un factor de estrés adicional para los organismos marinos en el Mar del Norte y el Mar Báltico, así como en las áreas de captación adyacentes, por lo que si bien es cierto no existe claridad sobre la repercusión del agua de lavado expulsado por los depuradores, se considera que la limitación de las descargas sería la mejor manera de prevenir un potencial daño.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Transporte marítimo y emisiones de SOx**

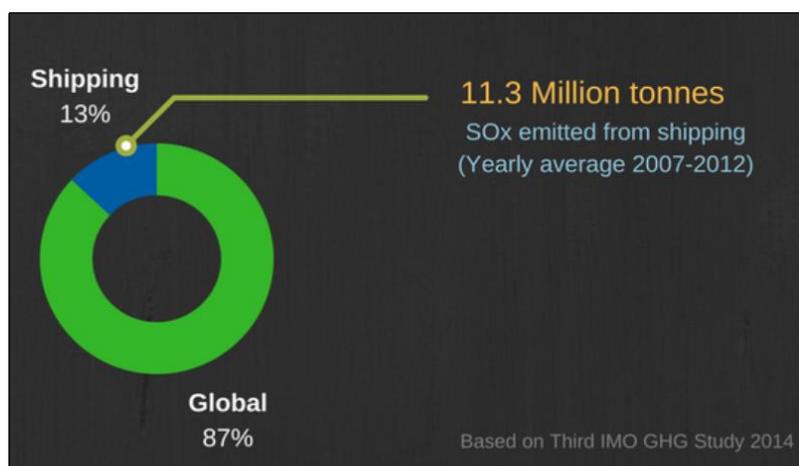
El transporte marítimo es considerado el vehículo del comercio internacional, ya que mueve el 90 % de las cargas que se transportan a nivel mundial para satisfacer las demandas de los países y aportar al desarrollo de las economías respectivas.

Si bien es cierto, el transporte marítimo es considerado un modo de transporte “amigo del medio ambiente” existen diversas evidencias las cuales determinan que posee una implicancia significativa en las emisiones de gases contaminantes.

Según OMI (2020) la principal fuente de energía para propulsar un buque mercante es el combustible marino, lo cual es producida a partir de la destilación del petróleo crudo el cual naturalmente posee altos contenidos de azufre (SOx) que tras la combustión suele ser liberado a la atmósfera juntos con otros gases contaminantes y de efecto invernadero (NOx y CO2).

Por otra parte, Jassal (2017) señala que el transporte marítimo representa aproximadamente el 13 % de emisiones de SOx a nivel global, lo cual en promedio de las mediciones tomadas en cuenta en los últimos años corresponde a un total de 11.3 millones de toneladas emitidas.

**Figura 1**  
*Emisiones de SOx*



*Nota.* Las emisiones de SOx por el transporte marítimo es considerado como una fuente antropogénica que perjudica a la atmósfera a nivel mundial (<https://www.myseatime.com/blog/detail/sox-and-nox-compliance>)

Las emisiones de SOx en un buque corresponde a las emisiones de 3500 automóviles (Posco, 2019), lo que corresponde a una situación sobre la cual en la actualidad se han fijado medidas y estrategias con el fin de minimizar las emisiones a causa de la operación de buques mercantes.

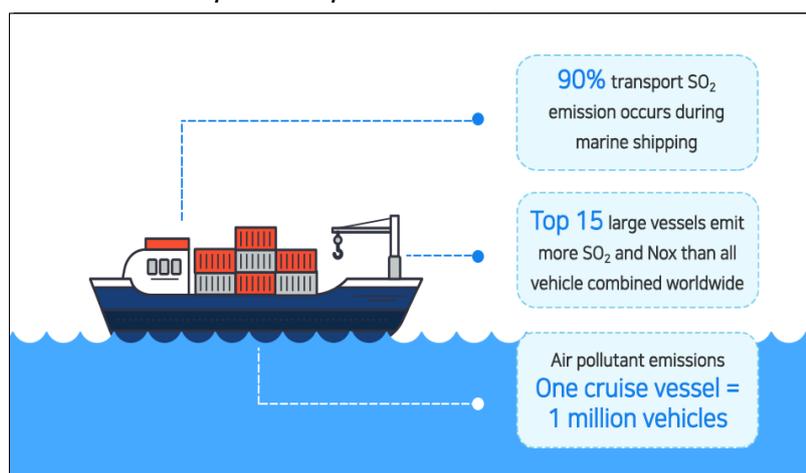
Según Jassal (2017) sostiene que el SOx “es la forma corta de los óxidos de azufre y los gases de óxidos de azufre más comunes son el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y el trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>)” (párr. 10), los cuales a su vez son potenciales contaminantes de la atmósfera.

**-SOx:** Los SOx son gases originados por la combustión de carbón y de petróleo, pero también se pueden lograr por determinados procesos industriales. Por otro lado, los óxidos de azufre son originados por medio de los volcanes, pero el 90% de las emisiones se deben a las actividades ocasionadas por el hombre (Castilla-La mancha,2015).

El dióxido de azufre es nocivo para los pulmones y dificulta la respiración y contamina al medio ambiente con ello ocasiona las lluvias acidas que contienen ácido sulfúrico que es nociva para las plantas, peces y otros seres vivos (Josebin, 2013).

Los óxidos de azufre son gases contaminantes que son exponencialmente peligrosos para el ámbito marítimo, debido a que puede ocasionar cambios en la flora y fauna. Agregando que afecta a la atmosfera con los cambios climáticos.

**Figura 2**  
*Contaminación por transporte marítimo*



*Nota.* Las emisiones de SO<sub>x</sub> son muy determinantes debido a que influyen en las contaminaciones atmosféricas y en los cambios climáticos (<https://newsroom.posco.com/en/imo-2020/>)

**-Afectaciones del SO<sub>x</sub> a la atmósfera y la salud humana:** Las afectaciones a nivel ambiental debido a la combustión de carbono y el petróleo trae a consecuencia la lluvia acida en el cual tiene hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) el cual es considerado como un gas de efecto invernadero por el protocolo Kyoto el cual es causante del cambio climático (Fernández, 2009).

El daño ocasionado hacia los seres humanos producto de este gas contaminante ocasiona problemas respiratorios, cardiovasculares e incluso en personas de tercera edad problemas en los riñones. Todo ello ha originado que diversos países tomen medidas correctivas, así como la UE que obliga a sus estados miembros a cumplir con las medidas de reducción de SO<sub>2</sub> en el aire y no excedan con lo permitido (Fernández, 2009).

### **2.3.2. Sistemas de limpieza de gases de escape**

Sethi (2021) señala que los sistemas de limpieza de gases de escape (SLGE – Exhaust Gas Cleaning System [EGCS]) denominado también “depuradores” o “scrubbers” son sistemas los cuales son utilizados para eliminar las partículas y componentes nocivos tales como óxidos de azufre (NO<sub>x</sub>) y óxidos de nitrógeno (SO<sub>x</sub>) los cuales se originan en el proceso de combustión de los motores del buque.

Romeo (2018) establece que los SLGE eliminan los óxidos de azufre de los gases de escape de los motores y calderas de los buques mercantes, de manera que se implemente un control respecto a los límites de azufre establecido por OMI.

En ese sentido, los SLGE representan un sistema equivalente que permite cumplir con las regulaciones sobre los límites de azufre proveniente

del transporte marítimo, los cuales están disponibles para el uso en buques mercantes.

Las regulaciones establecidas por OMI, tal y como indicó en el Capítulo I (Planteamiento del problema) exigen que el contenido de azufre en los combustibles transportado por buques mercantes debe limitarse al 0.50 % a nivel mundial y a 0.10 % masa/masa en zonas ECAs.

Si bien es cierto, uno de las primeras alternativas es el uso de combustibles con bajo contenido de azufre, los SLGE representan la segunda alternativa a ser tomada en cuenta para cumplir con la norma de límites reglamentarios en razón del azufre.

**Figura 3**

*Sistema de limpieza de gases de escape*



*Nota.* El SLGE es un sistema alternativo considerado como la segunda alternativa para cumplir con la norma relativas a los límites de azufre emitidos por el transporte marítimo (<https://shipinsight.com/articles/scrubbers-ships-work/>)

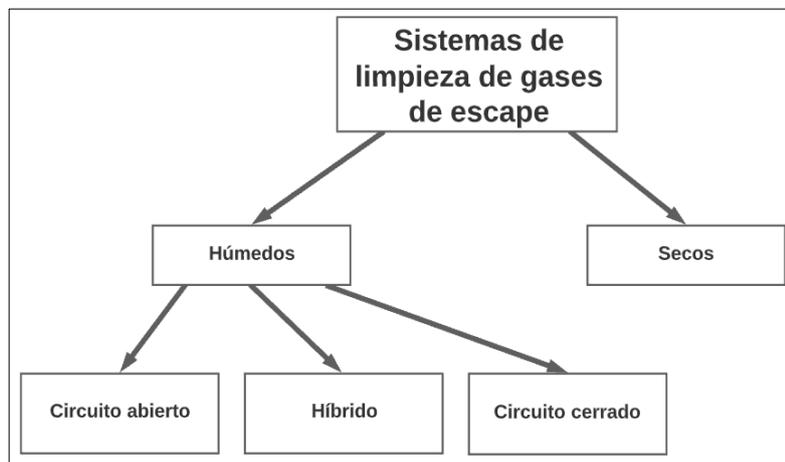
Los SLGE, tomando como criterio fundamental el funcionamiento puede dividirse en húmedos y secos. Los depuradores húmedos suelen utilizar agua para rociar los gases de escape y eliminar el dióxido de azufre de los

gases de escape, mientras que los depuradores secos utilizan cal sólida como material de depuración alcalino (Sethi, 2021).

Los SLGE húmedos pueden dividirse a su vez en SLGE de circuito abierto, SLGE híbridos, y SLGE de circuito cerrado. A continuación, se plasma un mayor alcance respecto a los diferentes SLGE los cuales se pueden ubicar en el mercado para buques mercantes.

**Figura 4**

*Clasificación de los sistemas de limpieza de gases de escape con respecto al funcionamiento*

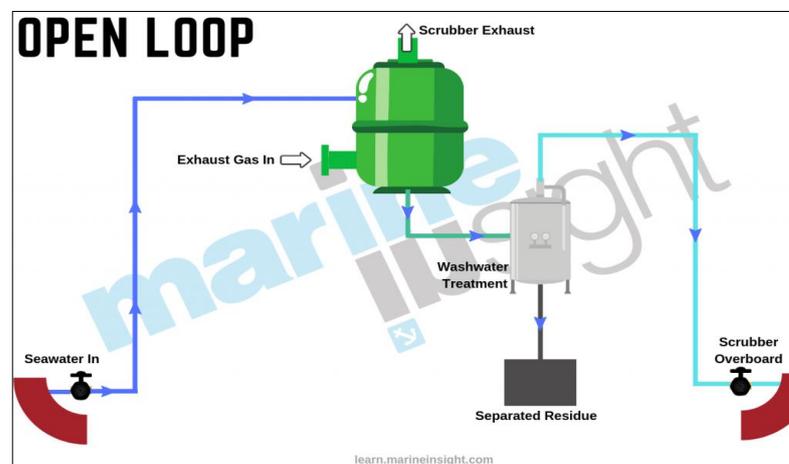


*Nota.* Los sistemas de limpieza de gases de escape buscan retener los óxidos de azufre con el fin de cumplir con las normativas OMI 2020.

<b>SLGE</b>
<b>SLGE HÚMEDOS</b>
Los SLGE húmedos utilizan el agua salada en el circuito abierto o agua dulce con aditivo alcalino en el circuito cerrado con la finalidad de depurar los gases de exhaustación en donde el SO <sub>x</sub> se disuelve y se ionice para luego pueda formarse sulfatos.
<b>SLGE de circuito abierto</b>
Los SLGE de circuito abierto es un sistema en el cual demanda mayor

energía que los SLGE de circuito cerrado es por ello no necesita de soda cáustica. El funcionamiento en este tipo de circuito se basa en la depuración de los gases de exhaustación, para luego pasar por el tratamiento de agua donde separa los materiales solidos que son enviados a tanques especiales los cuales pueden ser descargados en tierra y el agua restante es mezclado con el agua dulce para luego ser vertido en el mar sin antes haber ajustado el PH. En este circuito se puede consumir el fuel con el contenido de 3.5% de azufre debido a que por su sistema regula las emisiones como si se quemara el combustible con 0.1% de azufre para lograr esto el circuito regula el agua que se va usando. El sistema se base en la alcalinidad del agua esto varía según el lugar en donde se realizará el vertimiento al mar.

**Figura 5**  
*Sistema SLGE de circuito abierto*



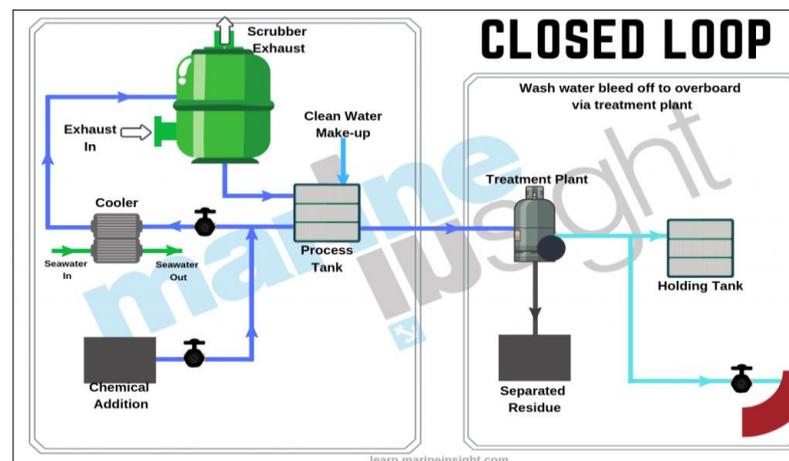
*Nota.* El SLGE de circuito abierto como medio de lavado y neutralización. (<https://www.marineinsight.com/tech/scrubber-system-on-ship/>).

### **SLGE de circuito cerrado**

Los SLGE de circuito cerrado no dependen de la alcalinidad del agua de mar, pero necesita soda cáustica (NaOH) como reactivo, esto conlleva una demanda baja en consumo de energía. El proceso de exhaustación de los

gases se realiza usando el NaOH el cual neutraliza el SOx para después de lavar la solución es llevada a un tanque donde es lavado de nuevo con agua dulce nueva y mezclada con NaOH para ser pulverizada de nuevo en el proceso de exhaustación de los gases. Una parte de la solución alcalina no debe ser usada para luego ser enviada a los Holding tanks y su posterior descarga a puerto. Finalmente, los sedimentos son enviados a los “sludge tank” para luego ser descargados en puerto, el inconveniente es que el NaOH debe ser tratada a una temperatura controlada.

**Figura 6**  
*Sistema SLGE de circuito cerrado*



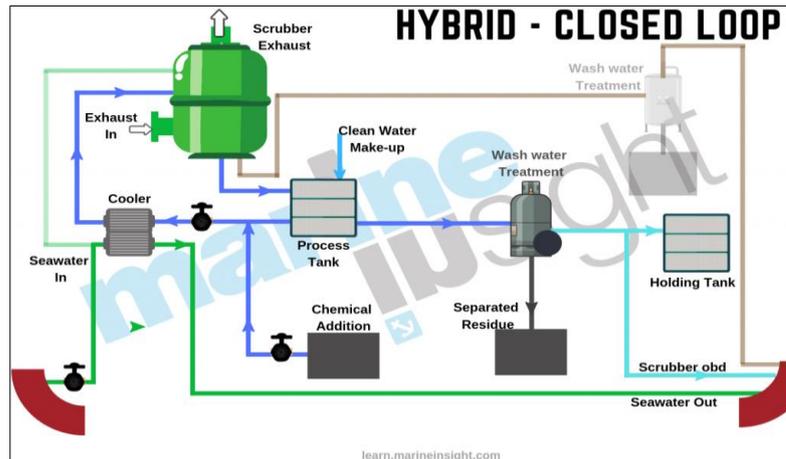
*Nota.* El SLGE de circuito cerrado funciona con agua dulce tratada con un producto químico el cual puede ser el hidróxido de sodio. (<https://www.marineinsight.com/tech/scrubber-system-on-ship/>).

### **SLGE híbridos**

En el SLGE híbrido permite el uso del sistema de circuito abierto al cual usa agua salada en donde se mezcla con los gases de escape; en este sistema no requiere ningún aditivo químico esto se debe a la reacción que dispone gracias a la alcalinidad neutral del agua de mar. Además, usa el sistema de circuito cerrado el cual sustituye el agua salada por soda cáustica (NaOH) el cual es almacenado en tanques para su descargo en puerto. El sistema híbrido usa los dos circuitos y se adapta perfectamente

al sistema de circuito cerrado cuando lo requiere. Las desventajas que dispone este sistema es el inconveniente con el coste y el mayor uso de equipos para poder ejecutar el proceso de exhaustación de los componentes de SO<sub>x</sub> de los gases.

**Figura 7**  
*Sistema SLGE híbrido*



*Nota.* El SLGE híbrido cuenta con los 2 sistemas (circuito abierto y cerrado). (<https://www.marineinsight.com/tech/scrubber-system-on-ship/>).

### SLGE SECOS

Los SLGE secos no dependen ni del agua de mar o el agua dulce es por ello que utilizan gránulos de cal hidratada para eliminar el azufre. Debido a que el sistema quema el hollín y los residuos aceitosos, el calcio de cal caustica reacciona al SO<sub>2</sub> en el gas de escape para formar sulfito de calcio. Para luego este sulfito de calcio se oxide con el aire para formar sulfato de calcio deshidratado que con agua forma yeso. El cual puede ser utilizado como fertilizante y como material de construcción. Las ventajas son que con el resultado del yeso, se descarta como resultado el vertimiento de los líquidos efluentes por la borda, además que hay una eliminación eficiente de SO<sub>2</sub> y azufre y por último el yeso obtenido puede ser vendido. Una de sus desventajas es que los reactivos usados son muy

costosos especialmente la urea ante ello también se requiere de un almacenamiento significativamente para su libre manipulación con el proceso.

(Sethi, 2021; López, 2015; Wartsila, 2013)

Ante lo expuesto, los SLGE para el transporte marítimo representan ser una opción que en los últimos años se presentan con mayor demanda para poder cumplir con las normas relacionadas con los límites de azufre. En ese sentido, se podría presentar el escenario de visualizar la implementación de una cantidad significativa de sistemas en los buques mercantes.

Las normas que regulan los límites respecto al contenido de azufre en el combustible han traído consecuencias económicas para las navieras, quienes deben evaluar situaciones de costos, rutas, características de la nave, etc. para poder tomar en cuenta la mejor opción para poder cumplir con las normas medioambientales, que responde a una preocupación mundial de la gran mayoría de sectores industriales.

## **2.3. Marco legal**

De acuerdo con la revisión de la literatura, las principales regulaciones que tienen como objetivo garantizar la protección de la contaminación del medio marino en el marco internacional han sido elaboradas en el seno de la ONU y OMI, los cuales se detallaran en los siguientes párrafos.

### **2.3.1. Convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar**

Denominada también “Convemar”, fue elaborada en el seno de la ONU, adoptada en el año de 1982 y casi después de una década entró en vigor el año de 1994. El texto completo en la actualidad comprende 320 artículos divididos en 17 partes (divididas a su vez en secciones y subsecciones) y 9 anexos.

Según Subpesca (2020) la Convemar establece regulaciones que rigen a los océanos y mares del mundo, para lo cual establecen normas para el uso racional y adecuado de los océanos y sus respectivos recursos, abarcando además tópicos tales como la delimitación, investigación científica, control ambiental, actividades económicas, transferencia de tecnologías, disputas y las actividades comerciales.

Los objetivos de la Convemar son los siguientes:

-Establecer un orden jurídico en los mares y océanos que pueda facilitar la comunicación internacional y promueva el uso pacífico de los mares.

-Alcanzar la utilización racional , coherente y sobretodo eficiente de los recursos marítimos.

-Fomentar la investigación, protección y preservación del medio marino, así como la conservación de los recursos vivos.

-Establecer un nuevo marco regulatorio para los mares y océanos, estableciendo sobre todo provisiones en material ambiental (Velásquez, 2008).

De lo expuesto, se puede observar que uno de los asuntos relevantes de la Convemar tiene que ver con cuestiones relacionadas con los temas ambientales, para lo cual existen regulaciones que buscan proporcionar los mecanismos legales necesarios que determinen que los países que forman parte del instrumento normativo en mención puedan aunar esfuerzos en virtud de garantizar la protección de los espacios y fondos oceánicos.

En la actualidad Estados Parte del Convenio se encuentra conformado por 168 países, dentro de los cuales existen países tales como el Perú, Estados Unidos de América, Venezuela, Israel, Siria, Turquía, etc., quienes no han mostrado consentimiento al marco regulatorio que establece, que a comparación con los países firmantes representa un poco porcentaje del total de países del mundo.

Es importante resaltar que, dentro de la ONU, la División de asuntos oceánicos y del derecho del mar (DOALOS) de la Oficina de asuntos jurídicos de las Naciones Unidas funciona como secretaría de la Convención sobre el

Derecho del Mar, ya que proporciona información, consejo y asistencia a los Estados, buscando lograr una amplia aceptación a nivel mundial, de tal manera que el marco regulatorio sea lo más consistente y uniforme (OMI, 2020).

La parte XII, denominado “Protección y preservación del medio marino” se encuentra dividido en 11 secciones dentro de los cuales se observan artículos quienes se encuentran relacionados con la prevención de la contaminación del medio marino, que en razón del objetivo del presente estudio vale la pena ser observados.

<b>Parte XII Protección y Preservación del Medio Marino</b>
<b>Sección I. Disposiciones generales</b>
Artículo 192 – <i>Obligación general</i> : Establece que todos los Estados tienen la obligación de poder proteger y preservar el medio marino, constituyendo el lineamiento regulatorio inicial para el cuidado de los mares y océanos.
Artículo 194 – <i>Medidas para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino</i> : Se establece que los Estados deben tomar en cuenta las medidas pertinentes en razón de una política del cuidado del medio marino para poder evitar contaminación en la misma.
Se señala además tomar las medidas que sean necesarias para que las actividades que se realizan en la mar no puedan perjudicar a otros Estados.
Las medidas que se toman en cuenta, de acuerdo a lo que establece en el presente artículo, se encuentran relacionados con la evacuación de sustancias tóxicas, perjudiciales y nocivas; la contaminación ocasionada por los buques; la contaminación procedente de instalaciones y dispositivos

utilizados en la explotación o exploración de los recursos naturales de los fondos marinos y el subsuelo.

Todas las medidas que se exigen para los Estados deben configurar un objetivo de proteger y preservar los ecosistemas raros o vulnerables, así como el espacio donde habitan especies marinas que se pueden poner en peligro.

*Artículo 195 – Deber de no transferir daños o peligros ni transformar un tipo de contaminación a otro:* En el presente artículo, se establece que para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino, los Estados deben realizar actividades que de manera directa e indirecta puedan transferir peligros de un área o puedan transformar un tipo de contaminación en otro, lo que representa un aspecto importante en tomar en cuenta en relación con el uso del SLGE tomando en cuenta como una alternativa para reducir la contaminación del medio ambiente, pero que podría presentar daños que puedan afectar al medio marino.

*Artículo 196 – Utilización de tecnologías o introducción de especies extrañas o nuevas:* Se establece el uso por parte de los Estados para la prevención, reducción y control de la contaminación del medio marino causada por la utilización de tecnologías bajo la jurisdicción donde se ejerza control, además del uso de especies extrañas o nuevas vertidas de manera intencional o accidental que puedan crear un perjuicio en el lecho marino.

## **Sección II. Cooperación mundial y regional**

*Artículo 197 – Cooperación en el plano mundial o regional:* Se establece las disposiciones que conllevan a que los Estados puedan colaborar a través de las Organizaciones competentes en la formulación y elaboración de

reglas, estándares, procedimientos, etc. de alcance internacional para poder proteger y preservar la protección del medio marino, tomando en cuenta las características de cada región.

Artículo 198 – *Notificación de daños inminentes o reales*: Conlleva a que los Estados cuando tomen conocimiento de un caso que pueda afectar al medio marino, notifiquen a otros Estados que puedan verse afectados y a todas las organizaciones internacionales quienes ejerzan competencia en asuntos de protección del medio marino.

Artículo 199 – *Planes de emergencia contra la contaminación*: Tomando como referencia el artículo 198 se señala que los Estados del área afectada, tomen en cuenta las medidas pertinentes para poder eliminar los efectos de la contaminación y prevenir o al menos reducir al mínimo los daños. En ese sentido, se señala que se deben elaborar planes de emergencia que sean comunes para mitigar y reducir incidentes que pongan en peligro el medio marino.

Artículo 200 – *Estudios, programas de investigación e intercambio de información y datos*: Se señala la disposición de que los Estados puedan cooperar de manera directa o por medio de organismos competentes en promover estudios para realizar programas de investigación científica y fomentar el intercambio de información y los datos obtenidos acerca de la contaminación del medio marino, ya sea dentro de un alcance regional o mundial.

Artículo 201 – *Criterios científicos para la reglamentación*: En virtud de lo que se establece en el art. 200, se establece la cooperación de los Estados para formular regulaciones que tengan como objetivo prevenir, reducir y

controlar la contaminación del medio marino, a través del establecimiento de criterios científico apropiados para formular y elaborar reglas pertinentes.

#### **Sección IV. Vigilancia y evaluación ambiental**

Artículo 204 – *Vigilancia de los riesgos de contaminación y de sus efectos:*

Se establece que los Estados tomen oportunamente medidas para observar, medir, evaluar y analizar mediante métodos científicos reconocidos los riesgos de contaminación del medio marino y los efectos correspondientes. Además, involucra actividades que consideren mantener bajo vigilancia cualquier de los efectos que se realicen por cualquiera de las actividades que dispongan.

Artículo 206 – *Evaluación de los efectos potenciales de las actividades:* Se

establece que los Estados quienes posean razones fundadas para poder creer que las actividades proyectadas dentro de la zona donde se ejerce jurisdicción pueden causar una contaminación considerable del medio marino deban evaluar en la medida que sea posible dichos efectos.

#### **Sección V. Reglas internacionales y legislación nacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino**

Artículo 211 – *Contaminación causado por buques:* Se señala que los Estados, a través de los órganos competentes, establezcan reglas y estándares de carácter internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino causada por los buques, y promoverán la adopción de sistema de tráfico ordenados de tal manera que se puedan reducir al mínimo el riesgo de accidentes que puedan poner en peligro el medio marino.

Se establece que los Estados tienen la capacidad de poder elaborar leyes y

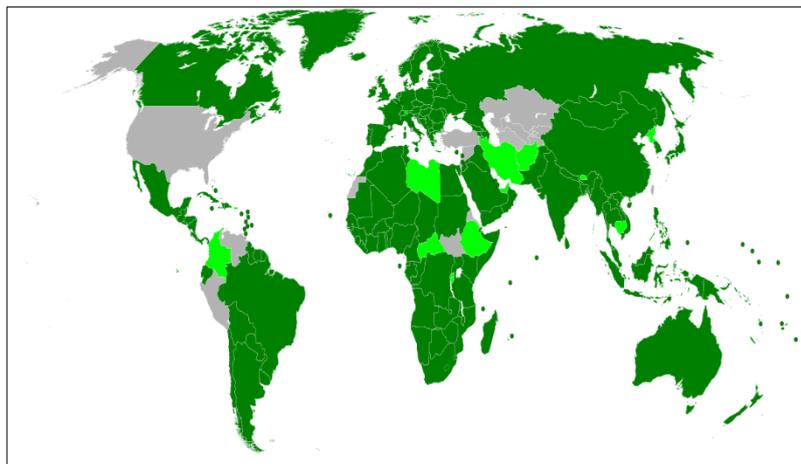
reglamentos para prevenir, reducir y controlar la contaminación la cual es causada por los buques que enarbolen su pabellón o estén matriculados dentro del territorio competente, cuyas normas deben estar ceñidas a las que se establecen en el plano internacional.

Se establece además la facultad de que los Estados ribereños puedan ejercer control en buques de bandera extranjera, de manera de que se pueda garantizar que las actividades que se realicen dentro de una jurisdicción marítimo no afecten al medio marino.

(Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2020)

### Figura 8

*Convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar*



*Nota.* La Convemar hasta el momento ha sido firmada por 168 países a nivel mundial los cuales forman parte de los Estados Parte del Convenio, siendo Perú, Estados Unidos de América, Venezuela, etc. países no firmantes hasta la actualidad ([https://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n\\_de\\_las\\_Naciones\\_Unidas\\_sobre\\_el\\_Derecho\\_del\\_Mar#/media/Archivo:Law\\_of\\_the\\_Sea\\_Convention.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n_de_las_Naciones_Unidas_sobre_el_Derecho_del_Mar#/media/Archivo:Law_of_the_Sea_Convention.svg))

Bajo lo señalado en la Convemar existen diversas consideraciones que habilita a los Estados a realizar actividades para proteger el medio marino, dentro de los que se destaca la del control y la supervisión cuando se

disponga de tecnología o se introduzcan elementos que puedan afectar al medio marino.

Objetivos relacionados con el control y la evaluación de las consecuencias realizadas por diversas actividades en la mar forman parte de un conjunto de disposiciones los cuales se faculta a los Estados Parte del Convenio a aunar esfuerzos para poder cumplir con objetivos de protección y cuidado del medio ambiente.

Por otra parte, el fomento de actividades relacionadas con la investigación científica, y el establecimiento de regulaciones basados en criterios científicos resultan ser aspectos fundamentales los cuales son avalados por la Convemar, lo que establece que organizaciones competentes en asuntos marítimos puedan aunar esfuerzos con los Estados por buscar reducir, controlar y vigilar la contaminación que pueda afectar al medio marino.

Cabe resaltar que se establece disposiciones además para que los Estados puedan vigilar la actividad proveniente de los buques, ya sea de bandera nacional o extranjera, para lo cual deben elaborar normas específicas y técnicas en virtud de proteger el medio marino dentro de la jurisdicción de competencia, los cuales deben estar ceñidas al marco regulatorio internacional.

### **2.3.2. Convenio internacional para prevenir la contaminación ocasionado por los buques**

Denominado también Convenio MARPOL es un instrumento normativo pilar del transporte marítimo, adoptado en el seno de la OMI el 2 de noviembre de 1973 y entró en vigor el 2 de octubre de 1983, cuyo objetivo es regular la actividad proveniente de los buques mercantes para prevenir y reducir al mínimo la contaminación en la mar (OMI, 2020b).

En la actualidad el Convenio MARPOL contiene 6 anexos técnicos que engloban un conjunto de reglas que buscan prevenir y minimizar afectaciones por fuentes de contaminación propias del buque mercante que tienen que ver con hidrocarburos, sustancias nocivas líquidas, sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos, aguas sucias, basuras y contaminación atmosférica producto de las emisiones por el uso de combustibles mayormente fósiles.

El anexo VI, denominado “Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques” entró en vigor el año 2005 y establecen límites de emisiones relacionados con los óxidos de azufre y nitrógeno proveniente de buques mercantes, así como restricciones relacionados con compuestos orgánicos volátiles, materia particulada, etc.

De acuerdo con la publicación relacionado con el Convenio MARPOL en razón del anexo VI y las reglas que se corresponden con el objetivo central de análisis del presente trabajo de investigación se destacan las siguientes:

**Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques  
(MARPOL)**

**Anexo VI – Reglas para prevenir la contaminación atmosférica  
ocasionada por los buques**

**Capítulo 1 Generalidades**

Regla 1 – *Ámbito de aplicación*: Se establece la aplicabilidad de las disposiciones del Anexo en el cual se señala que es aplicable para todos los buques, determinando además la excepción expresa de las reglas 3, 5, 6, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21 y 22.

Regla 4 – *Equivalentes*: De acuerdo con lo que se establece en el párrafo 1 de la presente regla la Administración de una Parte puede autorizar la utilización de equipos o sistemas equivalentes como alternativa para dar cumplimiento a la reducción de las emisiones prescritas en las reglas 13 y 14 del Anexo VI.

En ese sentido, para dar cumplimiento a los límites de las emisiones de SO<sub>x</sub> y NO<sub>x</sub> proveniente de los buques se pueden utilizar otros métodos equivalentes de cumplimiento lo cual puede disponer el uso de sistemas, aparatos y equipos que sean eficaces en cuanto a la reducción de las emisiones.

Cabe resaltar que el uso del SLGE utilizado a bordo de los buques mercantes para cumplir con norma de los límites de azufre tiene un soporte en la presente regla.

**Figura 9**

*SLGE como sistema equivalente para cumplir con los límites de óxidos de azufre emitidos por los buques*



*Nota.* El SLGE forma parte de un sistema equivalente para cumplir con por 168 países a nivel mundial los cuales forman parte de los Estados Parte del Convenio, siendo Perú, Estados Unidos de América, Venezuela, etc. países no firmantes hasta la actualidad (<https://www.alfalaval.com/microsites/puresox/technology/>)

### **Capítulo 3 Prescripciones para el control de las emisiones de los buques**

Regla 14 – *Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y materia particulada*: En la presente regla se establecen 3 aspectos regulados en relación con las prescripciones generales, las prescripciones aplicables en las zonas de control de las emisiones y el examen de la norma.

Se establece que el contenido de azufre de todo combustible marino a bordo de los buques no exceda los siguientes límites:

-0.50 % masa/masa el 1 de enero de 2020 y posteriormente, lo cual debe ser vigilado tomando en consideración directrices elaboradas por la OMI.

Se establecen además las zonas de control de emisiones, los cuales reciben el nombre de zonas ECAs, entre las que destacan la zona del mar Báltico, las zonas de Norteamérica, la zona del mar Caribe de Estados Unidos, etc.

Para zonas ECAs se establece un límite del 0.10 % masa por masa, lo cual se determinó desde el año 2015.

Con respecto al examen de la norma, se establece que con el fin de poder cumplir con la norma en relación con los combustibles marinos se deben tener en cuenta:

-El estado de la oferta y la demanda mundial de combustible marino, para poder cumplirse con las normas.

-Un análisis de las tendencias en los mercados de fueloil y cualquier otra cuestión adecuado.

Dicha evaluación se determinó que sea realizada previo al año 2018, con el fin de que se pueda contar con grupo de expertos integrado por representantes con los conocimientos adecuados quienes puedan abordar los diversos aspectos marítimos, ambientales, científicos y jurídicos (OMI, 2017).

#### **Resoluciones y Circulares relacionados con la regla 14 y los SLGEs**

**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” y fue adoptado el 26 de octubre de 2018 con el fin de enmendar el Anexo VI del Convenio MARPOL para prohibir el transporte de combustible marino no reglamentario para combustión destinado a ser utilizado en la propulsión o funcionamiento a bordo del buque.

Se prescribe el uso de combustible de 0.50 % masa/masa para buques que navegan en zonas globales y para zonas ECAs (zona del mar báltico, zona del mar del Norte, zona de control de las emisiones de Norteamérica

y la zona de control de las emisiones del mar Caribe de los Estados Unidos) de 0.10 % masa/masa. Se presentan las modificaciones respectivas para el modelo de certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica (Certificado IAPP) (MEPC, 2018).

**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” fue adoptado el 17 de mayo de 2019 y con la finalidad de brindar orientaciones que puedan ayudar tanto a inspectores y/o operadores de buques mercantes a que se pueda garantizar la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud de cumplir con las normas mencionadas en la regla 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

En el párrafo 3 denominado “Repercusiones en los sistemas de máquinas y de combustibles” se reafirma la posibilidad de poder utilizar un método equivalente aprobado para poder cumplir con las normas relacionadas con los límites de azufre. En ese sentido, el SLGE corresponde a uno de los métodos equivalentes actualmente aprobados para utilizarlos a bordo del buque (MEPC, 2019).

**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, y fue adoptado el 17 de mayo de 2019 con el objetivo de poder facilitar orientaciones básicas sobre las inspecciones que deben ser realizadas por el Estado rector del puerto, en virtud de poder cumplir con el Anexo VI del Convenio MARPOL, de manera que se puedan considerar actividades estándar a fin de realizar inspecciones, evaluación de

deficiencias y aplicación de procedimientos de control.

Según la presente directriz, las inspecciones pueden ser tipificadas como iniciales y más detalladas.

En las inspecciones iniciales, en relación con el uso de SLGE, el funcionario o inspector debe solicitar la documentación aprobado (SECC [si ha sido expedido], ETM, OMM, SECP) o de los medios equivalentes instalados para reducir las emisiones de SO<sub>x</sub>, en conformidad con la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

Por otra parte, se establece que se debe exigir los registros de vigilancia prescritos de los SLGE observando que se hayan mantenido vigente y demostrar el cumplimiento respectivo. También se señala que el libro de registro de los SLGE, en donde los datos de las descargas de nitratos y registros de funcionamiento.

Otro de los aspectos señalados a supervisar tiene que ver con la inspección inicial en buques provistos de medios equivalentes de cumplimiento con respecto a los SO<sub>x</sub>, donde se pueden examinar los siguientes aspectos:

- Las pruebas de que el buque ha recibido la aprobación oportuna para el medio equivalente instalado.

- Las pruebas de que el buque utiliza un medio equivalente establecido y determinado en el suplemento del certificado IAPP.

- Las notas de entrega de combustible de a bordo, en donde se ponga de manifiesto que será utilizado en combinación con un medio equivalente de cumplimiento con respecto a los SO<sub>x</sub>.

- Cuando el SLGE no cumpla con las prescripciones adecuadas, al

margen de los picos aislados en resultado que se registra, el capitán o el oficial a cargo pueden tener la facultad de notificar a la Administración de abanderamiento del buque con copias a la autoridad del puerto de destino y presentar las medidas correctivas a fin de resarcir la situación en conformidad con el Manual técnico del SLGE. De producirse un fallo de los instrumentos de vigilancia de las emisiones atmosféricas o la descarga del agua de lavado al mar, se da la posibilidad de que el buque cuente con documentación alternativa que demuestre el cumplimiento.

Respecto a las inspecciones más detalladas, en virtud del SLGE se establece que el funcionario de supervisión debería comprobar que los equipos con el sistema de vigilancia se han instalado y utilizado de conformidad con la documentación que ha sido aprobado previamente, y tomando en cuenta los procedimientos sobre reconocimientos establecidos en el manual de vigilancia de a bordo.

Se exige también, que el funcionario quien se encargue de la inspección verifique que el SLGE funcione de manera correcta, en donde los sistemas de vigilancia funcionan adecuadamente y se cuenten con dispositivos de registro y procesamiento de datos a prueba de manipulación indebida. Se señala que la comprobación puede abarcar el índice emisiones, el pH, los PAH, las lecturas de turbidez como valores límite expresados en ETM-A o ETM-B así como los parámetros de las operaciones que se enumeran en la documentación del sistema.

Entre otros aspectos, cuando el funcionamiento deficiente del equipo o los medios especificados en los certificados o documentos no sean adecuados el funcionario puede examinar procedimientos operacionales

confirmando que el capitán o la tripulación estén plenamente familiarizado con el funcionamiento correcto de un SLGE u otro medio equivalente de a bordo, además de cualquier otra disposición que sea aplicable respecto a la vigilancia, registro y mantenimiento de registros.

Otro aspecto muy importante que tiene que ver con deficiencias para detener al buque en razón del uso de SLGE son los siguientes:

- El SLGE como método equivalente no se encuentre aprobado.
- Que las unidades de combustión pertinentes de a bordo no se encuentren adecuadamente conectadas.
- Que el contenido de azufre de todo combustible marino que se utilice en dichas unidades superen los límites estipulados en la regla 14 del Anexo VI, tomando en consideración lo dispuesto en la regla 18.2 del mismo.
- Cuando el capitán o la tripulación no estén familiarizados con los procedimientos esenciales relativos al funcionamiento del equipo de prevención de la contaminación atmosférica (MEPC, 2019).

**MEPC. 259(68):** Titulado “Directrices de 2015 sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape”, el cual fue adoptado el 15 de mayo de 2015. Constituyen una serie de pautas objetivas centradas en el funcionamiento del SLGE, donde la utilización del método basado en la relación  $SO_x$  (ppm) /  $CO_2$  (%) representa una de las formas para simplificar la vigilancia de las emisiones de  $SO_x$  y aprobará la unidad LGE.

Establece como objetivo especificar las disposiciones relativas a los ensayos, certificación de los reconocimientos y verificación de los sistemas LGE de acuerdo a lo que se establece en la regla 4 del Anexo VI

del Convenio MARPOL y la regla 14.1 y 14.4 respectivamente.

La presente directriz acepta 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), y determina que los buques que utilicen el sistema de manera parcial o total cuenten con un plan de cumplimiento de las emisiones de SOx aprobado (SECP). Las directrices aplican para todas las unidades LGE instaladas a bordo que consuman combustible marino a excepción de los incineradores a bordo.

Documento	Plan A	Plan B
SECP (Plan aprobado)	x	x
SECC (Certificado)	x	
ETM PLAN A (Manual técnico)	x	
ETM PLAN B (Manual técnico)	x	x
OMM (Manual de vigilancia a bordo)	x	x
Libro de registro LGE o sistema de registro electrónico	x	x

**-Plan A – Aprobación, reconocimiento y certificación del sistema LGE mediante comprobaciones de los parámetros y las emisiones**

- **Aprobación de la unidad:** Se establece que la certificación de una unidad LGE se encuentra relacionado con el valor límite (valor certificado) que el fabricante especifique, lo que corresponde al nivel de emisión que la unidad puede alcanzar de manera continua, determinado a través del uso de un combustible marino que cumpla con el contenido de azufre en % masa/masa especificado por el fabricante. Se especifica que el caudal máximo de los gases de escape de la unidad debe ser determinado, considerando que se pueda justificar cualquier variación de los demás parámetros. Para ello se puedan realizar ensayos los cuales establezcan que el valor de las emisiones de la unidad LGE no sean mayores al valor certificado, cuyos datos deben ser presentados a la Administración para la aprobación correspondiente junto con el ETM-A. En caso de unidades en serie que posean características similares donde los caudales máxicos es el factor más importante a analizar, el fabricante puede presentar a la Administración la prueba correspondiente de producción de tal manera de que no se realicen mayores acciones con respecto a buscar la certificación individual de cada unidad. Por otra parte, en el caso de las unidades LGE donde se tenga proyecto idéntico, pero se manejen distintas capacidades de caudal máxico de los gases de escape, la Administración puede aceptar que se realicen ensayos con las unidades de capacidades distintas, siempre y cuando se lleven a cabo a intervalos que incluyan los índices de capacidad más alto, más bajo de la gama y uno intermedio.

Se añade además un informe a la Administración los datos de los resultados obtenidos en dichas pruebas, lo cual deberían señalarse en el ETM-A.

- **Reconocimiento y certificación:** Se establece que la unidad LGE pueda certificarse ya sea antes o después de la instalación, de manera que se pueda considerar el nivel de emisión de manera continua, considerando condiciones de funcionamiento y con las restricciones que figuran en el ETM-A que haya aprobado la Administración.

Así también, se establece que la Administración es el encargado de emitir el SECC a toda unidad LGE lo cual debe ser solicitado por el fabricante, propietario del buque, etc.

Con respecto al manual técnico relativo al sistema LGE – Plan “A” (ETM-A) se establece que debe poseer la siguiente información:

- Identificación de la unidad, incluida la descripción correspondiente de los sistemas auxiliares.
- Los límites de funcionamiento, o la gama de valores de funcionamiento acorde con el certificado de la unidad.
  - ) Caudal másico máximo y mínimo de los gases de escape.
  - ) Potencia, el tipo y demás parámetros pertinentes de la unidad de combustión de combustible marino para que la unidad LGE se instale. Se especificará también si se cuenta con calderas o motores diésel, así como respectivas características.
  - ) Valores máximo y mínimo del caudal de agua de lavado, las presiones de entrada y la alcalinidad mínima del agua de entrada.
  - ) Gamas de la temperatura de entrada de gases de escape y las

temperaturas máxima y mínima de salida.

-) Gama de presión diferencial de los gases de escape y la presión máxima de entrada de dichos gases con la unidad de combustión del combustible marino a un régimen del 80 %.

-) Niveles de salinidad o elementos de agua dulce necesarios para proporcionar agentes neutralizadores adecuados.

-Factores relativos al proyecto y al funcionamiento de la unidad LGE que determine el valor máximo de emisiones el cual no supere al valor certificado.

- Restricciones aplicables a la unidad LGE.
- Prescripciones relacionadas con el mantenimiento.
- Medidas correctivas en caso de que el valor máximo aplicable de la relación SO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, o los criterios de descarga del agua de lavado.
- Procedimientos de comprobación, etc.

- **Límites de las emisiones:** Para cada unidad LGE se especifica que debe ser apta para reducir las emisiones hasta niveles iguales e inferiores al valor certificado en cualquier punto de carga. Se detallan además algunas consideraciones relacionadas con la fuente propulsora de la unidad LGE, considerando motores propulsores principales diésel, motores auxiliares diésel, motores diésel y calderas.

Se establece que la prueba de funcionamiento debe medirse en cuatro puntos de carga como mínimo, uno en el 95 y 100 % del caudal másico máximo de los gases de escape, otro punto a + y – 5 % del caudal másico mínimo de los gases de escape, y los otros dos puntos a distancias iguales de los puntos de los caudales mínimo y máximo y el

último punto.

Cuando exista variación se señala que deben realizarse más pruebas a otros puntos intermedios, de tal manera que exista evidencia de un número de veces suficiente para establecer el valor de pico de las emisiones.

En caso de cargas inferiores, la unidad LGE debe seguir funcionando, en casos en los que pueda ser necesario que el equipo de combustión de combustible marino funciones en condiciones de marcha lenta en vacío, la concentración de las emisiones de SO<sub>2</sub> (ppm) en la concentración normalizada de O<sub>2</sub> (15 % para motores diésel y 3.0 % para calderas) no deberá exceder las 50 ppm.

- **Procedimientos para demostrar el cumplimiento a bordo:** En el ETM-A de cada unidad LGE deben incluirse los procedimientos de verificación de tal manera que un personal sin conocimiento especializado del sistema pueda realizarlo. Dicho procedimiento de verificación se basa en que todos los componentes y valores de funcionamiento se ajusten a los valores aprobados, lo que determina que no se realice mediciones de las emisiones reales de los gases de escape.

El procedimiento de verificación debe ser presentado por el fabricante del sistema LGE, y debería ser aprobado por la Administración.

El inspector debe tener la posibilidad de comprobar alguno de los componentes, valores de funcionamiento o configuraciones identificados o todos ellos, cuando exista más de una unidad LGE, la

Administración tiene la facultad de abreviar la extensión del reconocimiento de a bordo.

Se añade también que en el presente plan cuando no esté instalado un sistema de vigilancia continua de los gases de escape, se recomienda que se realice una comprobación aleatoria diaria de la calidad de los gases de escape en términos de la relación SO<sub>2</sub> (ppm/CO<sub>2</sub> (%)) para verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos.

Cuando el fabricante no pueda garantizar que la unidad cumple con el valor certificado a través de los procedimientos de verificación correspondientes, se recomienda se pueda utilizar la vigilancia continua de los gases de cada unidad LGE, lo que constituye se adopte el Plan B, de tal manera que se cumpla con las reglas 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

Por último, se establece que el propietario del buque mantenga un libro de registro LGE, en la cual se detallen actividades relacionadas con el servicio, mantenimiento, cambios de piezas, etc., cuyo formulario debe ser presentado por el fabricante y aprobado por la Administración, lo que determina que dicho material se encuentre disponible cuando los reconocimientos lo exijan, lo que con los demás diarios de máquinas resulten como pruebas fehacientes de que el sistema LGE está funcionando de manera correcta.

**-Plan B – Aprobación, reconocimiento y certificación del sistema LGE mediante la vigilancia continua de las emisiones de SO<sub>x</sub>**

- **Generalidades:** El presente plan es utilizado para demostrar que las

emisiones procedentes de una unidad de combustión de combustible marino equipada con LGE en funcionamiento puedan cumplir con los prescrito en la regla 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

- **Aprobación:** Se demostrará el servicio mediante vigilancia continua de los gases de escape, ya que el sistema de vigilancia debe ser aprobada por la administración y los resultados facilitados a la Administración cuando sea el caso.

- **Reconocimiento y certificación:** Se señala que el sistema debe estar sometido a reconocimiento en la instalación, iniciales, anuales/intermedios y de renovación por parte de la Administración.

Se establece que los sistemas de vigilancia de las unidades de LGE también puedan ser objeto de inspección en el marco de la supervisión por el Estado rector del puerto.

El cumplimiento de la instalación de un sistema de LGE se encuentra establecido en la sección 2.6 del Suplemento del Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica del buque.

- **Cálculo del régimen de emisiones:** La composición de los gases de escape en términos de SO<sub>2</sub> (ppm) / CO<sub>2</sub> (%) debe medirse en un lugar adecuado después de la unidad LGE, cuyas concentraciones deben vigilarse en todo momento para lo cual deben introducirse en un dispositivo de registro y procesamiento de datos a una frecuencia no inferior a 0.0035 Hz. De utilizarse más de un analizador para determinar la relación SO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, dichos analizadores deberían ajustarse de tal manera que provean mediciones a través de muestras y tiempos similares.

• **Procedimiento para demostrar el cumplimiento del límite de emisiones a bordo:** Se establece que el sistema registrador de datos cumpla con las prescripciones que tratan sobre el “dispositivo de registro y procesamiento de datos” y “manual de vigilancia de a bordo (OMM)”. Así también se establece que las comprobaciones aleatorias diarias de la presión de gases de escape, la carga del equipo de combustión de combustible marino y la temperatura de los gases de acuerdo a lo que se señala en el párrafo 4.4.7 deben realizarse con el fin de verificar el funcionamiento correcto de la unidad LGE.

Dichas comprobaciones deben registrarse en el libro LGE o en registro de la sala de máquinas.

• **Manual técnico relativo al sistema LGE – “Plan B” (ETM-B):** Se establece que cada unidad LGE debe disponer de una ETM-B brindado por el fabricante en la cual se establezcan como mínimo lo siguiente:

➤ Identificación de la unidad, lo cual incluirá una descripción lo cual debe incluir una descripción de la misma y todos los sistemas auxiliares.

➤ Los límites de funcionamiento, así como los valores de funcionamiento certificado dentro de los cuales resaltan:

-) Caudal másico máximo y mínimo de los gases de escape.

-) Potencia y el tipo de demás parámetros pertinentes de la unidad de combustión de combustible marino para la que se instalará la unidad LGE. Cuando se utilice calderas se deben facilitar la relación máxima aire / combustible al 100 % de carga. En el caso de los motores diésel se debe indicar si se trata de un motor de dos o cuatro

tiempos.

-) Los valores máximo y mínimo del caudal de agua de lavado, las presiones de entrada y la alcalinidad mínima del agua de entrada.

-) Las gamas de la temperatura de entrada de los gases de escape y las temperaturas máxima y mínima de salida de los gases con la unidad LGE en funcionamiento.

-) La gama de la presión diferencial de los gases de escape y la presión máxima de entrada de los gases que se desprenden de la unidad en funcionamiento.

-) La gama de la presión diferencial de los gases de escape y la presión máxima de entrada de dichos gases respecto a la unidad de combustión del combustible marino en funcionamiento al régimen nominal máximo continuo o al 80 % de la potencia nominal según corresponda.

-) Los niveles de salinidad de agua dulce necesarios para proporcionar agentes neutralizadores adecuados.

-) Otros parámetros necesarios relativos al funcionamiento de la unidad LGE.

➤ Las medidas correctivas en caso que se supere el valor máximo aplicable de la relación  $SO_2/CO_2$ , así como los criterios para la descarga del agua de lavado.

➤ Variación de las características del agua de lavado en toda la gama de funcionamiento.

➤ Prescripciones relativas al proyecto del sistema de agua de lavado.

Se prescribe que el ETM-B deba ser aprobado por la Administración,

debe conservarse a bordo y estar disponible para los reconocimientos adecuados.

Por otra parte, se señala que cualquier cambio o enmienda la cual refleje los cambios de la unidad LGE que puedan afectar al funcionamiento de las emisiones en el aire y/o agua deben ser aprobadas por la Administración.

**-Ensayos relativos a las emisiones:** Se establece que los ensayos deben ajustarse al capítulo 5 del Código técnico sobre los NOx 2008 titulado "Procedimientos para medir las emisiones de Nox en un banco de prueba", sin embargo, existen algunas pautas señaladas en relación con las emisiones de SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> vinculados con el uso de SLGE.

Entre algunos establecidos en la presente directriz se toman en cuenta los siguientes:

-) El CO<sub>2</sub> debe medir utilizando un analizador infrarrojo no dispersivo (NDIR). Por otra parte el SO<sub>2</sub> puede medirse haciendo uso de analizadores infrarrojos no dispersivos o analizadores ultravioleta no dispersivos (NDUV). Todos los analizadores pueden utilizar equipos complementarios tales como secadores, según lo amerite la situación. Se deja constancia de que puedan ser utilizados además otros equipos o sistemas de analizadores equivalentes siempre y cuando brinden resultados óptimos en relación con el objetivo.

-) La muestra de gases de escape de SO<sub>2</sub> debe ser obtenido a partir de un punto de muestreo representativo en el sentido de la corriente de la unidad LGE. Asimismo, se establece que el SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> deben vigilarse

utilizando sistemas de muestras in situ o de muestras extractivas. En el caso del SO<sub>2</sub> dichas muestras deben mantenerse a una temperatura idónea con el objetivo de evitar la condensación del agua en el sistema de muestreo y en consecuencia se pierda el SO<sub>2</sub>.

-) Cabe resaltar que los valores de SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> debería compararse suponiendo el mismo contenido de agua residual, por ejemplo, en seco o con la misma fracción de humedad.

**-Dispositivos de registro y procesamiento de datos:** En primera instancia se establece que debe ser resistente, poseer capacidad para manipulaciones indebidas y estar sometido solamente a lectura. Además, debe señalar todos los parámetros antes mencionados y el registro de datos sobre la vigilancia del agua de lavado, señalando también el tiempo universal coordinado (UTC) y la situación del buque mediante el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).

Los datos deben ser conservados por lo menos 18 meses después de la fecha de registro, cuya información debe ser garantizada a pesar de que el sistema haya sido cambiado. Por último, se establece que dicho dispositivo pueda brindar una copia de datos registrados que puede ser otorgado a la Administración o autoridad del Estado rector del puerto cuando sea solicitado.

**-Manual de vigilancia de a bordo (OMM):** La exigencia de un manual para una unidad LGE debe incluir por lo menos los siguientes aspectos:

-Utilizar sensores para evaluar el correcto funcionamiento del sistema

LGE y la vigilancia del agua de lavado; asimismo con las prescripciones relativas al servicio, mantenimiento y calibración.

-Proporcionar los lugares en donde se efectuarán las mediciones de las emisiones de los gases de escape y la vigilancia del agua de lavado. Además, tener en consideración los datos relativos de los servicios auxiliares como las líneas de trasvase y unidades de tratamiento de muestras incluyendo las prescripciones relativas al servicio y el mantenimiento para lograr obtener un mayor control.

-Los analizadores que se dispongan para su uso deberán estar sujetas a las prescripciones relativas al servicio, mantenimiento y calibración.

-La comprobación de los procedimientos en cero y el calibrado del analizador.

-Agregar datos o información adecuada para funcionamiento del sistema de vigilancia o la utilización en la demostración del cumplimiento.

Cabe resaltar que el OMM debería indicar cómo se debe llevar a cabo el reconocimiento del sistema de vigilancia y ser aprobada por la Administración.

**-Cumplimiento por el buque:** Se establecen dos asuntos:

-) Plan de cumplimiento de las emisiones de SO<sub>x</sub> (SECP): Se establece que todo buque debe contar con un SECP aprobado por la Administración. De acuerdo con el plan A, el SECP debe indicar datos de vigilancia continua, mientras que de acuerdo con el plan B, debe demostrar registros diarios de parámetros clave (relación total de SO<sub>2</sub> (ppm) / CO<sub>2</sub> (%)) sea equiparable a lo establecido en la regla 14.1 y/o 14.4

del Anexo VI del Convenio MARPOL o un valor inferior.

-) Demostración del cumplimiento: Con respecto al Plan A indica datos de vigilancia para determinar si cumplen con las especificaciones del fabricante, en lugar de reproducirlos tiene la SECP como referencia al ETM-A, el libro de registro de la sala de máquinas y el manual de vigilancia de a bordo. Además, se tomará en registro de mantenimiento provisto del buque, según lo autorice la administración. Tomando en consideración los equipos de combustión de fueloil deben de tener un registro de los índices y la unidad LGE aprobada, con el objetivo de demostrar el cumplimiento de los parámetros necesario que deberían entrar en constante vigilancia para su correcto registro como lo prescribe en el párrafo 4.4.7

Con respecto al Plan B indica la relación total de SO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> con ello en lugar de reproducirlos el SECP hace referencia al ETM-B, el sistema de registro de la sala de máquinas y al manual de vigilancia a bordo especificados en dicho plan.

**-Criterios de descarga del agua de lavado:** Se establece que cuando el SLGE sea utilizado en puertos o estuarios la vigilancia y el registro del agua de lavado deben ser continuos, considerando que los valores a ser vigilados deben ser pH, los PAH, la turbidez y la temperatura. Para otras zonas el equipo de vigilancia y registro continuos debería estar en funcionamiento siempre que esté activado el sistema LGE, salvo durante breves períodos de mantenimiento y limpieza del equipo.

El agua de lavado debe cumplir los siguientes límites:

### **Criterios aplicables al pH**

El pH del agua de lavado debe cumplir una de las prescripciones:

- No debe ser inferior a 6.5 al descargarse en el mar con la excepción de que durante maniobras y en tránsito se permite una diferencia máxima de 2 unidades en el pH de entrada y el de salida.
- El límite del pH de la descarga en el punto de vigilancia fuera del buque es un valor que resulta en un pH mínimo de 6.5 a 4 m del punto de descarga fuera del buque con el buque estacionario y que se registrará como límite del pH de la descarga fuera del buque en el ETM-A o ETM-B. El límite del pH de la descarga puede ser determinado mediante una medición directa o haciendo uso de programas computacionales de dinámica de fluidos científicamente establecidas. Además, se deben registrar las siguientes condiciones en el ETM-A o ETM-B:
  - ) Todas las unidades LGE conectadas a las mismas salidas funcionan a plena carga y con el combustible marino de contenido máximo de azufre para que las unidades estén certificadas tanto en el plan A y el plan B.
  - ) Si se utiliza un combustible de ensayo con un contenido de azufre menor o una carga de ensayo inferior a la máxima, se debe de establecer una razón de mezcla de la pluma basada en la curva de valoración del agua de mar. Dicha razón se utilizará para mostrar el comportamiento de la pluma del agua de lavado y el cumplimiento del límite de pH de la descarga fuera del buque en caso de que el sistema LGE funcione con el combustible de mayor contenido de

azufre y carpa para el sistema LGE certificado con el plan A o B.

-) Cuando varíe el caudal del agua de lavado y el caudal gaseoso del sistema LGE, deberían evaluarse las repercusiones.

-) Debe de utilizarse como referencia una alcalinidad del agua de mar de 2 200  $\mu\text{mol/litro}$  y un pH de 8.2.

-) Si se utiliza una metodología basada en el cálculo, deben facilitarse pormenores para permitir la verificación que incluye fórmulas científicas base, la especificación del punto de descarga, caudales de descarga del agua de lavado, valores designados del pH en la descarga y a una distancia de 4 m y los datos de valoración y dilución.

#### **Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)**

Del mismo modo que los pH el agua de lavado debe cumplir con las prescripciones que figuran a continuación. El límite oportuno debe estar especificado en el ETM-A o en el ETM-B.

La concentración máxima continua de PAH en el agua de lavado no debe ser superior a 50  $\mu\text{g/L}$  del PAH<sub>phe</sub> (fenantreno equivalente) por encima de la concentración de PAH del agua de entrada. Se establece además que dicha concentración debe ser medida en el sentido de la corriente de tratamiento del agua, pero a contracorriente de la dilución del agua de lavado o de otra unidad de dosificación de reactivos que pueda utilizarse antes de la descarga.

El límite máximo señalado es el normalizado para un caudal de agua de lavado a través de la unidad LGE de 45 t/MWh, donde MW hace

referencia al régimen nominal máximo continuo (MCR) o al 80 % de la potencia nominal de la unidad de combustión del combustible marino. Dicho límite debería ajustarse al alza para los caudales de agua de lavado por MWh inferiores o viceversa de acuerdo con lo que se señala en el siguiente cuadro:

Caudal (t/MWh)	Límite de la concentración de la descarga (ug/L de PAH <sub>phe</sub> 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

En un intervalo de 15 min en un período cualquiera de 12 h, el límite de concentración continua de PAH<sub>phe</sub> podrá superar el límite indicado hasta en un 100 %, lo cual representaría una marcha anómala de la unidad LGE.

#### **Turbidez / partículas en suspensión**

Debe cumplir con lo que se establece en el ETM-A y ETM-B, en la cual se señala que el sistema debe proyectarse a reducir al mínimo las partículas en suspensión, incluidos los metales pesados y las cenizas.

Se establece que la turbidez del agua de admisión en más de 25 FNU (unidades nefelométricas de formacina) o 25 NTU (unidades nefelométricas de turbidez). La medición se debe realizar para períodos de 25 min. hasta un máximo de 25 FNU. A los efectos del presente criterio, la turbidez del agua de lavado debería medirse en el sentido de la corriente del equipo de tratamiento del agua, pero a contracorriente

de la dilución del agua de lavado, antes de la descarga.

Se señala además que un intervalo en un periodo cualquier de 12 h puede superarse la turbidez continua de la descarga en un 20 %.

### **Nitratos**

El sistema de tratamiento del agua de lavado debería impedir la descarga de nitratos que no sea la vinculada a una eliminación del 12 % de los NOx de los gases de escape o la concentración normalizada de 60 mg/l para un índice de descarga del agua de lavado de 45 toneladas/MWh, si dicho valor es superior.

Se añade además que los nitratos en relación con la descarga de muestras extraídas de cada sistema LGE debe realizarse durante tres meses previos al reconocimiento de renovación.

En todos los sistemas deberían hacerse pruebas para la detección de nitratos en el agua de lavado. Si las cantidades de nitratos están por encima del 80 % del límite superior, deben registrarse el ETM-A o en el ETM-B.

### **Aditivos y otras sustancias en el agua de lavado**

En el caso de las tecnologías LGE que utilicen sustancias químicas, aditivos o preparados que producen sustancias químicas, deben realizarse evaluaciones para establecer los criterios para la descarga del agua de lavado. Para ello se establece que se debe tomar en cuenta la resolución MEPC.126(53) denominado "Procedimiento para la aprobación de los sistemas de gestión del agua de lastre en los que se utilicen sustancias activas (D9)".

**Vigilancia del agua de lavado:** Se establece que tanto el pH, el contenido de hidrocarburos, la turbidez se vigilen y registren continuamente. Así también, se deben cumplir los siguientes criterios:

-) Con respecto al pH se señala que el electrodo pH y el medidor deberían tener una resolución de 0.1 unidades de pH de 0.1 unidades de pH y compensación de temperatura.

-) Con respecto al equipo de vigilancia PAH, se establece que debe vigilar en el agua hasta como mínimo, el doble del límite de la concentración de la descarga que se indicó en el cuadro. Se debe demostrar que el equipo funcione correctamente y que no experimenta desviaciones superiores al 5 % en el agua de lavado con un grado de turbidez contemplado en la banda operativa de la aplicación. En aplicaciones con descargas caracterizadas por caudales inferiores y concentraciones de PAH superiores debe utilizarse la tecnología de vigilancia mediante luz ultravioleta u otro que sea equivalente.

-) Con respecto a la turbidez el equipo de vigilancia debe cumplir las prescripciones establecidos en el ISO 7027:1999 o USEPA 180.1.

**-Registro de datos sobre la vigilancia del agua de lavado:** Se establece que se deben cumplir con todas las prescripciones establecidas en la cual se deben registrarse continuamente los valores pH, PAH y turbidez que se especifican en los criterios sobre el agua de lavado.

**-Residuos del agua de lavado:** Los residuos generados por la unidad LGE deberían trasladarse a instalaciones de recepción adecuadas en

tierra. Dichos residuos no deberían descargarse en el mar ni incinerarse a bordo. En ese sentido se establece que los buques que tengan SLGE deben dejar constancia del almacenamiento y la eliminación de los residuos del agua de lavado en un registro LGE en cual se incluyan fecha, hora y le lugar de dichos almacenamientos y la eliminación respectiva. Dicho registro puede establecerse en un registro electrónico aprobado por la Administración (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 adopción 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))” el cual fue adoptado el 21 de mayo de 2019, y señala que el fallo del SLGE puede representar a cualquier condición la cual conduzca al exceso de emisiones, exceptuando el exceso temporal a corto plazo de las emisiones.

Una de las consideraciones iniciales es que se tomen las medidas necesarias apenas se pueda observar una falla al activarse una alarma, cuyo procedimiento para identificar y reparar los fallos se correspondan con el manual técnico del SLGE.

Se establece que el proceso para la resolución de problemas debe ser establecido por el fabricante, en la cual se puedan especificar los parámetros en un tiempo razonable para que el sistema pueda seguir funcionando y de no ser el caso se establezcan actividades determinadas

en razón de un ajuste y/o reparación. Cada uno de los sucesos que puedan establecer en que la alarma de vigilancia u otro relacionado con el fallo del lavador (caudal de bomba, por ejemplo) se encienda, debe incluir como mínimo una lista de comprobación y una lista de medidas correctivas que puedan ser utilizados por los operadores.

Se establece que un suceso de fallo debe registrarse en el Libro de registro de SLGE, detallando cada uno de los pormenores relacionados con el inicio de la falla y la solución.

En caso de falla del SLGE, el buque podrá hacer uso de combustible reglamentario y de no contar con él puede dar parte a las autoridades competentes y la administración cuya bandera enarbola el buque.

Con respecto a excesos a corto plazo se señala que se corresponden a situaciones que pueden ser frecuentes en la operación del SLGE, lo que se produce debido a una respuesta dinámica del SLGE cuando se registra un cambio repentino en el caudal de los gases de escape hacia el SLGE. En ese sentido, no se puede considerar un incumplimiento de las normas. Dichas situaciones deben ser especificadas también dentro del manual técnico del sistema.

Con respecto a la indicación provisional del cumplimiento en curso en caso de fallo de un sensor, se señala que existan contenidos constantes de azufre, agua de lavado y carga de motor todos los parámetros vigilados en razón de las directrices de 2015 sobre SLGE guardarán relación mutua, lo que implica de que si uno llegase a cambiar los demás podrían sufrir cierta alteración. Dicha relación funciona como un indicador de fallo de los instrumentos, es decir, si una sola señal del sensor

empieza a desviarse o no aparece en la pantalla, el efecto sobre los otros parámetros indicará si el cambio de la misma se debe a una avería del sensor o del funcionamiento propio del SLGE ha cambiado. De observarse que los demás parámetros mantienen niveles normales, indica que se trata solo de fallo de los instrumentos y no incumplimiento de los niveles permitidos de gases de escape y agua de descarga.

Cuando se pueda producir un fallo de los instrumentos para la vigilancia de la relación de emisiones o el agua de descarga (pH, PAH, turbidez) se señala que el buque pueda mantener los registros de la indicación provisional para demostrar el cumplimiento respectivo.

Por último, se señala que todos los fallos repetitivos o que duren más de una hora sean notificadas a las Administración de abanderamiento y del Estado rector del puerto, incluyendo una explicación de las medidas que el armador tome para solucionar el problema (MEPC, 2019).

De todas las regulaciones relacionados con el SLGE tiene mayor importancia las directrices establecidas en el MEPC. 259(68), ya que se plantean condiciones técnicas respecto a la certificación, operación y límites de los componentes que se presentan en la descarga del agua de lavado principalmente de los sistemas SLGE húmedos.

En la actualidad, las normas relacionadas con los SLGE no tienen una tendencia completamente restrictiva, ya que, por ejemplo, respecto al análisis de metales que se descargan se establece que el análisis sea realizado a

voluntad del armador u operadores del buque, que para fin de cuidado del medio marino corresponde a una postura controversial (Ver Anexo 2).

## **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.1. Diseño de la Investigación**

Considerando la postura metodológica de Supo (2020) y Piñero et. al. (2019) en relación a los estudios científicos tomando como referencia el presente trabajo de investigación se determinó que el presente estudio es de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño fenomenológico hermenéutico.

Según Piñero et. al. (2020) sobre la investigación de enfoque cualitativo señala que es aquella en donde se observa una:

Dinámica interactiva de construcción y reconstrucción de estrategias técnico-operativas realizadas por el investigador (o investigadores), en el marco del método científico elegido y guiado mediante la reflexión epistémica constante que implica el involucramiento en el contexto social, a los fines de recrear, analizar, comprender o transformar las significaciones cotidianas del fenómeno en estudio por parte de los informantes participantes (p. 49).

Bajo lo establecido, el presente estudio se ciñe al enfoque cualitativo, debido a que para conocer las repercusiones de las descargas de agua de lavado de los sistemas de limpieza de gases de escape de buques se siguió un proceso dinámico e iterativo que tuvo como base el análisis de información documental obtenida para luego extraer los significados y experiencias de un grupo humano quienes poseen conocimientos sobre la temática abordada por el servicio que en la actualidad prestan a bordo de buques mercantes, operándolos y en otros casos encargados de la gestión misma de la nave.

Por otra parte, según Supo (2020) postula que los estudios de tipo básica se caracterizan poseer una finalidad cognoscitiva sin fines prácticos, lo que conlleva a acrecentar teorías sobre hechos o fenómenos de tal manera que puedan servir de base para seguir construyendo conocimiento científico que conlleven a establecer soluciones prácticas a través del desarrollo de una línea de investigación.

Con respecto a lo señalado por el autor, se pudo establecer que dicha apreciación se corresponde con el estudio de tipo básica, ya que los resultados del presente trabajo de investigación conllevan a conocer las repercusiones respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes para poder cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020, lo cual apertura una teoría con base a las fuentes empíricas sistematizadas para establecer una síntesis conceptual que se corresponda con el objetivo de estudio.

Sobre los estudios de nivel exploratorio, Supo (2020) señala lo siguiente:

Se plantea cuando se observa un fenómeno, hecho o acontecimiento, que debe ser analizado, puede perfectamente nacer de la anécdota, aquí no hay preguntas que conduzcan a problemas precisos, se explora para conocer hechos, definirlos, interpretarlos y finalmente establecer reglas para reconocerlo (p. 15).

Con base a lo que establece Supo (2020) el presente trabajo de investigación se ciñe a la manifestado por el autor referido sobre los estudios de nivel exploratorio, ya que la pregunta de investigación conlleva a establecer diferentes posturas las cuales conllevan a que sigan desarrollando nuevos estudios para discutir las posibles repercusiones del SLGE en el medio marino y buscar alternativas equilibradas desde el punto de vista normativa, operativo y medioambiental.

Sobre el diseño fenomenológico-hermenéutico Piñero et. al. (2019) afirma que se caracterizan por lograr lo imposible, elaborando descripciones interpretativas de aspectos circundantes de la vida en un contexto específico, tomando en cuenta que existen realidades complejas las cuales pueden ser explicadas más allá de lo que los significados pueden develar.

Por otra parte, Supo (2020) señala que la fenomenología forma parte de un método de los estudios de nivel exploratorio, lo cual se orienta a apelar a la experiencia intuitiva o evidente por parte del observador para poder identificar nuevos problemas, hechos o situaciones que son susceptibles de ser analizados para construir una línea de investigador y plantear una solución en beneficio del entorno social.

Sobre lo establecido por los autores el diseño fenomenológico-hermenéutico coincide con el desarrollo del presente estudio, ya que se establece una descripción interpretativa esquematizada a través de las subcategorías de análisis que configuran los aspectos puntuales que teorizan las posibles repercusiones del uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por buscar limitar las emisiones de SOx.

Además, el origen del presente estudio conlleva a establecer una situación la cual se origina con la identificación de estudios preliminares sobre la repercusión del SLGE en el medio marino, lo que sumado a las experiencias y significados de sujetos quienes desempeñan actividades relacionados con la operación de buques conllevan a establecer nuevos matices que coadyuvan a formular nuevos procesos investigativos.

### **3.2. Muestreo**

Según Piñero et. al. (2019) los muestreos en la investigación cualitativa se eligen de manera no probabilística, donde las unidades de información se eligen por criterios propios del investigador, ya que se busca profundizar en el análisis sobre un asunto en particular.

Uno de los tipos de muestreo no probabilístico es el muestreo según criterio. Según Supo (2020) dicho tipo de muestreo:

Responde a la necesidad de establecer un tamaño y una forma de elegir a las unidades de estudio, la cual, no siendo probabilística, está alineada al

origen del conocimiento, primero el conocimiento previo, segundo la experiencia del investigador, y tercero la opinión de expertos” (p. 186).

En ese sentido, en el presente estudio se aplicó un muestreo no probabilístico según criterio, lo cual puede ser visualizado en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

**Muestra**

Muestreos no probabilístico	Unidades de información	Naturaleza	Cantidad		
Según criterio	-Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020)	Documental	01		
	-Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape. Guía para armadores y operadores (Lloyd’s Register, 2012)		01		
	-Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)		01		
	-Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)		03		
	-¿Son seguros? (Mouward, 2018)		01		
	-Sistemas de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et. al., 2019)		01		
	-Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hufnagl, 2005)		01		
	-Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)		01		
	-Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)		01		
	-¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)		01		
	Tendencias industriales (Global Market Insiqth, 2019)		01		
Informantes					
Cargo	Etiqueta	Experiencia en la mar	Nacionalidad	Naviera	Cantidad
Jefe de máquinas	E1	01	Peruano	Ibaizabal	
Primero de máquinas	E2	20 años	Español	El Cano	
Primero de máquinas	E3	17 años	Español	El Cano	
Superintendente	E4	33 años	Peruano	Transoceánica	
Jefe de máquinas	E5	39 años	Español	El Cano	

Jefe de máquinas	E6	32 años	Español	El Cano	Sujetos	11
Jefe de máquinas	E7	28 años	Español	Ibaizabal		
Jefe de máquinas	E8	29 años	Peruano	Ibaizabal		
Primero de máquinas	E9	22 años	Español	El Cano		
Superintendente	E10	29 años	Español	Ibaizabal		
Segundo ingeniero	E11	18 años	Peruano	El Cano		
Total de unidades de información						24

### 3.3. Sistema de categorías

Las categorías de análisis representan aspectos específicos que sistematizan la información recabada para construir la teorización que responde al objetivo principal del estudio, lo cual se establece de diferentes formas, a través de estrategias propias y auténticas (Piñero et. al., 2019).

En la siguiente tabla se presenta una matriz categorial la cual establece la relación entre las categorías de análisis principal, subcategorías e indicadores.

**Tabla 2**  
*Matriz categorial*

Esquema	
Categoría de análisis: Repercusiones del uso de los sistemas de limpieza de gases de escape.	
Espacio: Buques mercantes (Enfoque global).	
Tiempo: 2020.	
Subcategoría de análisis: Repercusiones ambientales, repercusiones económicas, repercusiones operacionales y visión prospectiva.	
Subcategorías	Indicadores
Repercusiones ambientales	-Demanda de SLGE -Comparación SLGE -SLGE de circuito abierto

	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Operación de SLGE y caudal de producción de volúmenes de descarga de agua de lavado</li> <li>-Composición química del agua de lavado</li> <li>-Cargas contaminantes de SLGE en el medio ambiente</li> <li>-Consecuencias e impactos de la descarga de agua de lavado</li> <li>-Restricciones locales sobre la descarga de SLGE</li> </ul>
Repercusiones económicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Costo promedio el SLGE</li> <li>-Instalación de SLGE</li> <li>-Criterios</li> <li>-Aspectos económicos</li> <li>-Restricción inminente</li> <li>-Influencia negativa en el medio marino</li> </ul>
Repercusiones operacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Formación</li> <li>-Manuales instructivos</li> <li>-Operación del sistema</li> <li>-Medio marino</li> <li>-Alcances para contrarrestar</li> <li>-Agua de lavado</li> <li>-Formación jurídica</li> </ul>
Visión prospectiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reacción ante la prohibición de SLGE</li> <li>-Alternativas</li> <li>-Investigaciones científicas</li> <li>-Opción apropiada para reducir emisiones de SOx</li> </ul>

### 3.4. Técnicas para la recolección de datos

#### 3.4.1. Técnica

Según Supo (2020) las técnicas de recolección de datos son las formas de cómo se recaban los datos o la información. En ese sentido, en el presente

estudio se utilizó como técnica de recolección de datos la documentación y la entrevista.

### **3.4.2. Instrumento**

Según Piñero et. al. (2019) en una investigación cualitativa el instrumento de recolección de datos los configura el investigador, ya que representa el elemento fundamental quien recaba la información, procesa la información y la analiza.

En ese sentido, el instrumento de recolección de datos representa el medio físico de cómo se recaban los datos. Para efectos del presente estudio el instrumento queda determinado por el investigador autor de la investigación desarrollada.

### **3.4.3. Herramienta de recolección de datos**

Las herramientas de recolección de datos en un estudio cualitativo se corresponden a los medios auxiliares de cómo se recaban los datos (Supo, 2020). En el presente estudio se utilizaron fichas de investigación (Ver Anexo 3) y una guía de entrevista (Ver Anexo 4), los cuales fueron validados iterativamente por juicio de expertos (Ver Anexo 5).

### **3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos**

En el presente estudio se utilizaron técnicas tales como el análisis documental y las técnicas de corte y clasificación de palabras clave en contexto, los cuales permitieron sistematizar el análisis para establecer las síntesis conceptuales en correspondencia de los objetivos específicos y el objetivo general de estudio.

Se hizo uso de programas tales como Microsoft Word y QDA Miner, los cuales facilitaron en la obtención de categorías emergentes finales que contribuyeron a establecer interpretaciones finales y las síntesis correspondientes de cada objetivo tanto específico como general.

### **3.6. Rigor cualitativo**

De acuerdo a lo establecido por Piñero et. al. (2020) en la investigación cualitativa el rigor del estudio debe ser garantizado por el propio investigador, lo cual corresponde a un fin ético del proceso, de manera de cerciorarse que se puedan confiar en los resultados obtenidos.

Si bien es cierto, el manejo metodológico es distinto a la postura positivista (investigación cuantitativa) se puede establecer criterios de validez y confiabilidad los cuales son tratados de manera distinta a lo que se acostumbra en un estudio donde se observan variables.

Para efectos de presente estudio, la validez se logró a través de la relectura de las unidades documentales, así como de la información que se recopiló de los entrevistados. Por otra parte, la confiabilidad se estableció a través de la triangulación de técnicas de recolección de datos, comparación de unidades documentales y perspectivas señaladas de cada uno de los entrevistados los cuales a su vez se corresponden con las dimensiones hermenéuticas (indicadores) que se establecieron en la matriz categorial.

### **3.7. Procedimientos**

En el presente estudio, los procedimientos que caracterizaron al proceso investigativo fueron:

-Fase 1: Se seleccionaron los antecedentes de investigación, considerando la bibliografía nacional como internacional. Luego se elaboró un marco teórico para poder establecer una perspectiva teórica y el marco legal lo cual ayudó a ubicar las disposiciones jurídicas relacionadas con el SLGE.

-Fase 2: Se recopiló información documental para poder conocer las repercusiones ambientales, a través de la publicación de estudios lo cual estableció la probabilidad de que los SLGE podrían estar contaminando el medio marino, lo que se realizó tomando como base aspectos previos que ayudaron a argumentar las conclusiones preliminares.

-Fase3: Con base a la información recabada y analizada, se construyó una matriz categorial lo cual estableció elementos que conlleven a brindar una sistematización de la información con respecto al objetivo de estudio, lo cual

ayudó a establecer categorías emergentes correspondientes a: Repercusiones económicas, operacionales y visión prospectiva.

-Fase 4: Se elaboró una guía de entrevista lo cual se correspondió a la búsqueda de la información final a través de los cuales se pudieron establecer las síntesis conceptuales definiendo a la vez los objetivos específicos los cuales forman parte de los aspectos puntuales de análisis.

-Fase 5: Se realizó la síntesis conceptual final, que corresponde a una teorización que se corresponde con responder al objetivo general del estudio, para luego realizar discusiones, conclusiones y recomendaciones respectivas.

### **3.8. Aspectos éticos**

Para cumplir con los aspectos éticos se garantizó que la información documental presentada sea de carácter público y con respecto a la información proveniente de los sujetos fue necesario la aplicación de un consentimiento informado, de tal manera que se pudo exponer las razones de la búsqueda de los datos y el tratamiento de los mismos, garantizando los criterios de confidencialidad y anonimato (Ver Anexo 6).

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

Se presentan los resultados tomando en cuenta la matriz categorial en donde se pueden ordenar las subcategorías y categoría final, en la cual se plasma síntesis conceptuales parciales para luego poder establecer una síntesis conceptual final la cual se corresponde con el objetivo general del presente estudio.

Toda la información establecida se presenta a partir de las técnicas aplicadas tales como la documentación y las entrevistas aplicadas a la muestra compuesta por sujetos, los cuales a través de la triangulación de la información conllevan a establecer los resultados finales que serán presentados a continuación y que se corresponden con los hallazgos de determina las teorías vinculantes con el planteamiento del estudio.

**4.1. Conocer cuáles son las posibles repercusiones sobre el uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020.**

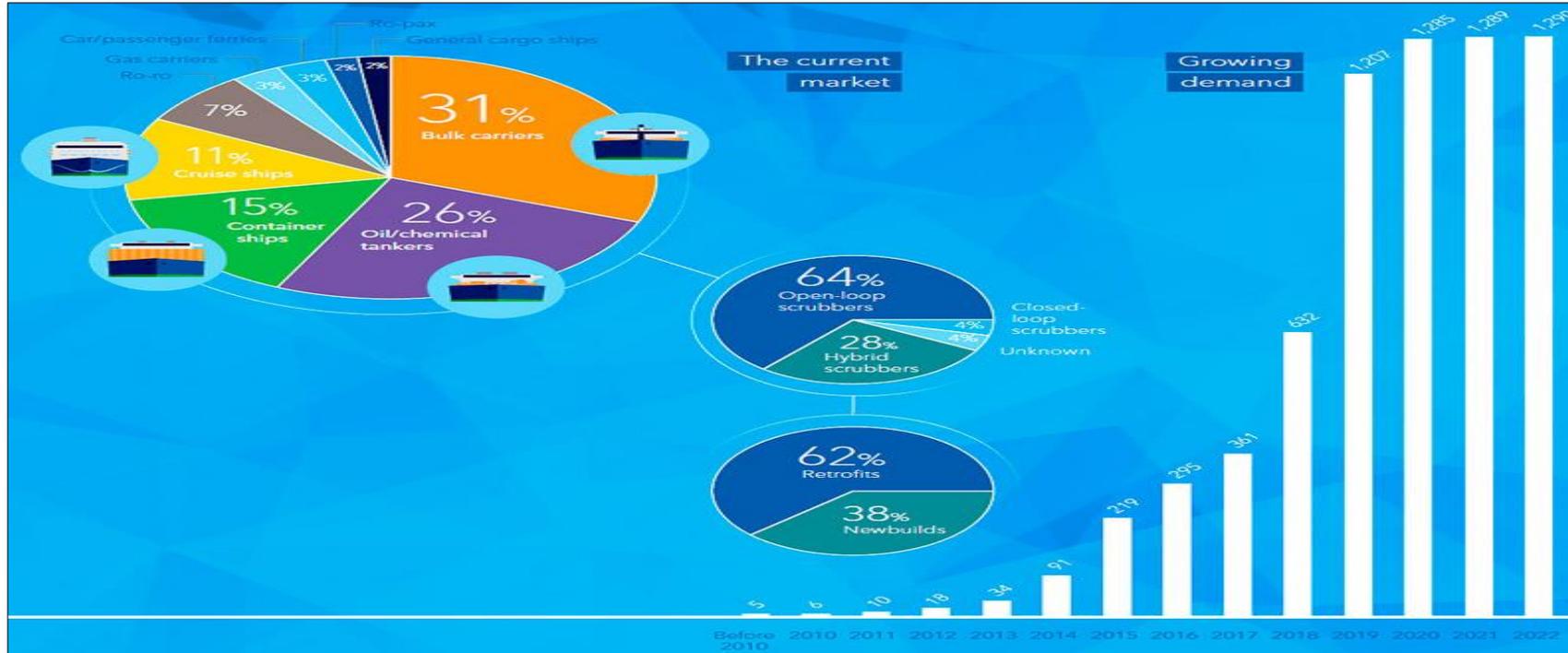
**4.1.1. Identificar qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.**

-Demanda de SLGE:

Documentación

Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020)
Demanda creciente
El tiempo apremia; el límite de azufre de 2020 obliga a los armadores y operadores a actuar. Actualmente hay casi 1300 buques con proyectos de SLGE confirmados.
El mercado actual
La mayoría de los proyectos firmados recientemente son para buques a granel petroleros y quimiqueros. Los SLGE de circuito abierto son los más populares. Pero para los buques que operan dentro de áreas donde la descarga de agua de lavado al mar está restringida, se requieren sistemas de circuito cerrado o híbridos.

**Figura 10**  
 Demanda de SLGE



Nota. De acuerdo a lo que se visualiza en la figura la demanda de SLGE irá incrementándose para poder cumplir con el límite de emisiones proveniente de los buques (<https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/Scrubbers-at-a-glance.html>)

**Interpretación preliminar:**

-En concordancia con la información documental proporcionada, se puede observar que la demanda de SLGE seguirá creciendo, por lo que existirán cada vez más buques quienes instalen el sistema que responde a un equivalente para poder cumplir con las normativas relacionadas con los límites de azufre. Los SLGE más solicitados son los de tipo circuito abierto, los cuales representan a un total de 64 % considerando el número total de sistemas implementados hasta la actualidad lo cual corresponde a 1285.

-Se puede conocer también que uno de los criterios para elegir el tipo de SLGE tiene que ver con las zonas donde el buque navegará, ya que se cuándo un buque navegue por zonas donde no se permitan descargas del agua de lavado estaría predeterminado a utilizar sistemas híbridos o secos.

-Del total de buques quienes han instalado SLGE el 31 % son graneleros, el 26 % son petroleros/quimiqueros, el 15 % son containeros, el 11 % buques de pasaje, el 7 % buques de carga rodada, el 3 % buques gaseros, el 3 % ferries, el 2 % buques de carga rodada tipo ro-pax y un 2 % en buques de carga general.

-Comparación de los SLGE:

### Documentación

Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012)					
Comparación de las tecnologías de SOx scrubber					
	Wet scrubber(SLGE Humedo), circuito abierto	Wet scrubber(SLGE Humedo), circuito cerrado	Wet scrubber(SLGE Humedo), híbrido	Dry scrubber(SLGE Seco)	
Componentes principales del Sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torre de lavado</li> <li>• Tuberías de agua de lavado</li> <li>• Bombas de agua de lavado</li> <li>• Equipo de tratamiento del agua de lavado</li> <li>• Equipo para el manejo de lodos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torre de lavado</li> <li>• Tuberías de agua de lavado</li> <li>• Bombas de agua de lavado</li> <li>• Tanque de procesamiento de agua de lavado</li> <li>• Tanque de retención de agua de lavado</li> <li>• Tanque de almacenamiento de hidróxido de sodio</li> <li>• Equipo de tratamiento de agua de lavado</li> <li>• Equipo para el manejo de lodos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torre de lavado</li> <li>• Tuberías de agua de lavado</li> <li>• Bombas de agua de lavado</li> <li>• Tanque de procesamiento de agua de lavado</li> <li>• Tanque de retención de agua de lavado</li> <li>• Tanque de almacenamiento de hidróxido de sodio</li> <li>• Equipo de tratamiento de agua de lavado</li> <li>• Equipo para el manejo de lodos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorbedor</li> <li>• Tolva de gránulos frescos</li> <li>• Tolva de gránulos usados</li> <li>• Sistema de transporte granular</li> <li>• Almacenamiento granular adicional (Gránulos nuevos y usados)</li> </ul>	
Operación en agua fresca	X	✓	✓ (Solo cuando opera en modo de circuito cerrado)	✓	
Operación sin descarga al mar	No	Por un límite de tiempo dependiendo del tamaño del tanque de retención de agua de lavado	Por un límite de tiempo dependiendo del tamaño del tanque de retención de agua de lavado	Si	

<b>Peso</b> <b>Valores típicos para una torre de lavado de 20MW SO<sub>x</sub></b>	30-55t (Excluyendo el Sistema de agua de lavado y el equipo de tratamiento)	30-55t (Excluyendo el sistema de agua de lavado, el equipo de tratamiento, el tanque de procesamiento de agua de lavado y el tanque de retención de agua de lavado)	30-55t (Excluyendo el sistema de agua de lavado, el equipo de tratamiento, el tanque de procesamiento de agua de lavado y el tanque de retención de agua de lavado)	≈200t (Incluyendo los gránulos almacenados adyacentes o juntos al absorbedor, pero excluyendo el almacenamiento adicional de gránulos)
<b>Consumo de poder (% of max. scrubbed engine power)</b>	1-2%	0.5-1%	0.5-2% (Dependiendo si este operando en modo de circuito cerrado o abierto)	0.15-0.20%
<b>Químico consumible para el lavado</b>	No consumible	Solución de hidróxido de sodio (≈6 l/MWh·%S)	Solución de hidróxido de sodio (Solo cuando opera en modo de circuito cerrado) (≈6 l/MWh·%S)	Gránulos de hidróxido de calcio (≈10 kg/MWh·%S)
<b>Compatibilidad con el Sistema de recuperación de calor perdido</b>	Sí, siempre que la torre de lavado se instale después del sistema de recuperación de calor perdido(residual)	Sí, siempre que la torre de lavado se instale después del sistema de recuperación de calor perdido(residual)	Sí, siempre que la torre de lavado se instale después del sistema de recuperación de calor perdido(residual)	Si. Puede ser colocado antes o después del sistema de recuperación de calor perdido(residual)
<b>Compatibilidad con el sistema SCR</b>	No, a menos que un recalentador este acoplado después de la torre de lavado húmeda para incrementar la temperatura de los gases de escape	No, a menos que un recalentador este acoplado después de la torre de lavado húmeda para incrementar la temperatura de los gases de escape	No, a menos que un recalentador este acoplado después de la torre de lavado húmeda para incrementar la temperatura de los gases de escape	✓
<b>Compatibilidad con el sistema EGR</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Remoción de la materia particulada</b>	✓	✓	✓	✓

**Interpretación preliminar:**

-De todos los SLGE el de circuito abierto es el que posee menos componentes, por lo tanto, es más barato que los otros, sin embargo, a diferencia de los otros sistemas, el SLGE de circuito abierto es el único que se encuentra predeterminado para operar con agua de mar y por ende realiza descargas del agua de lavada hacia la misma.

-Con respecto al peso los SLGE húmedos poseen un peso de entre 30 y 55 t, mientras que solo el seco es que tiene un peso de aproximadamente 200 t.

-Sobre los químicos utilizados para el lavado en el caso del SLGE de circuito abierto no posee, mientras que el de circuito cerrado utiliza solución de hidróxido de sodio al igual que los híbridos, mientras que los secos utilizan gránulos de hidróxido de calcio.

-SLGE de circuito abierto:

### Documentación

Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)

#### Circuito abierto de agua salada

En este tipo de scrubbers, el agua de mar una vez que se ha depurado los gases de exhaustación, es llevada a un sistema de tratamiento de agua donde los materiales sólidos son llevados a tanques especiales, que se descargarán en puerto y el agua restante es mezclada con agua dulce para ajustar el pH antes de verterla en el mar.

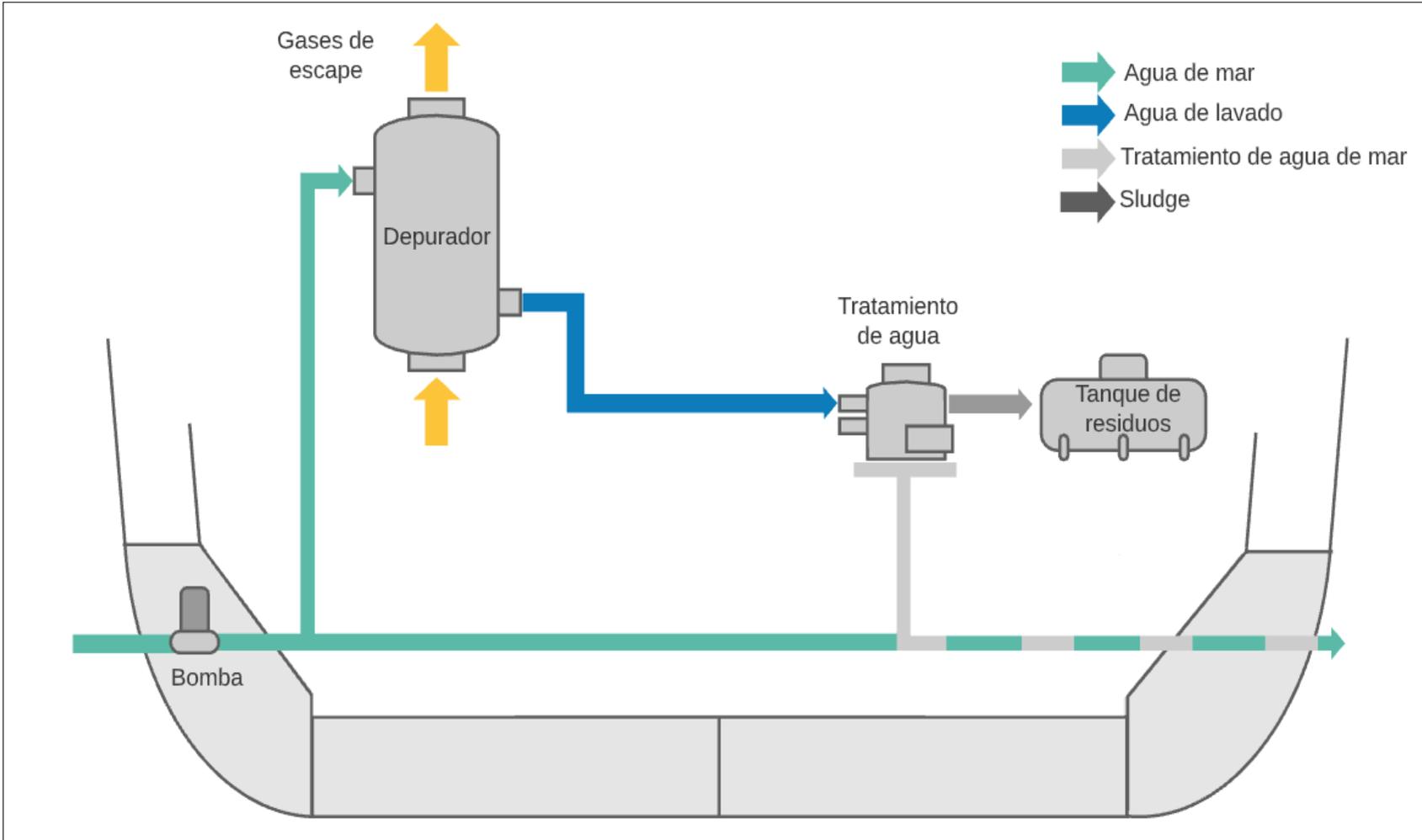
Este sistema utilizad una cantidad media de agua de mar de  $45 \text{ m}^3/\text{MWh}$  de potencia instalada. La separación de  $\text{SO}_x$  llega al 98 %, por lo que este sistema puede ser utilizado mientras se consume fuel de 3.5 % S y conseguir emisiones equivalentes a las de haber quemado un combustible con 0.1 % S. Para llegar a un nivel de 0.5 % S, el sistema regularía el volumen de agua utilizado.

Este sistema se basa en la alcalinidad del agua, por lo que, en áreas de agua con baja alcalinidad como el Báltico, su efectividad bajará. Su efectividad también bajará en aguas con temperatura alta.

Este sistema tiene numerosos opositores por el hecho de que es necesarios verter al mar el agua resultante de lavado. Existen estudios de la agrupación "Exhaust Gas Cleaning System Association", que demuestran que la acidez del agua es rápidamente neutralizada por el agua del mar. Pero los escépticos argumentan que no se han hecho prueba en el interior de puerto con varios buques utilizando este sistema al mismo tiempo, ni en aguas calientes, ricas en vida marina.

**Figura 11**

*SLGE de circuito abierto*



*Nota.* Los SLGE no son óptimos para ser utilizados en aguas con baja alcalinidad y temperaturas altas (<https://www.myseatime.com/blog/detail/sox-and-nox-compliance>)

Interpretación preliminar:

-De todos los tipos de SLGE, son los de circuito abierto quienes por lo general suelen estar condicionados a realizar descargas al mar, por lo que necesitan realizar dichas descargas en aguas que sean potencialmente alcalinas. En ese sentido, en aguas como del Báltico, los cuales se caracterizan por poseer alcalinidad baja no sería efectivo. Por otra parte, se resalta la baja efectividad que puede aportar el sistema en aguas con temperatura alta.

-Al momento, se tiene dos posturas controversiales. Por una parte, la postura de la Asociación de Sistemas de Limpieza de Gases de Escape (EGCSA) quienes señalan que la acidez que posee el agua de lavado que se descarga del SLGE de circuito abierto puede ser óptimamente neutralizada, pero, por otra parte, expertos en cuestiones ambientales del medio marino señalan que aún se carece de pruebas científicas que determinen que el agua de lavado no sea perjudicial en el medio marino y los seres vivos que en ella habitan.

-Operación de SLGE y caudal de producción de volúmenes de descarga de agua de lavado:

Documentación

Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)

Caudal de descargas de agua de lavado

-Los sistemas de circuito abierto, denominados también, sistemas de agua de mar, requieren grandes volúmenes y confiar en la alcalinidad natural para remover los óxidos de azufre en el proceso de exhaustación. El agua utilizada es directamente devuelta al mar, casi nunca se aplican tratamientos para remover sólidos o diluciones en el agua de mar para reducir la acidez.

-El flujo del caudal en SLGE de circuito abierto es de 45 t/MWh, tal y como se indica en los criterios de descarga del agua de lavado.

-Esto implica que un buque de tamaño mediano (con potencia de 12 MW) con SLGE instalado podría tener una descarga de 540 t/MWh. Esto es notablemente mayor que las descargas de agua de sentinas cuyo rango varía de entre 0.01 – 13 m<sup>3</sup>/d.

-El flujo del caudal requerido, asimismo, varía en función a las propiedades físico-químicas del agua (temperatura, alcalinidad y salinidad), la eficiencia de eliminación de SO<sub>x</sub> deseada y la eficacia en gran medida del contacto agua-gas, depende del diseño del sistema. Por ejemplo, los reportes promedios del caudal del flujo son de 87 ± 50 t/MWh, por otra

parte, se establece que es de 40-100 t/MWh, mientras que en otros casos es de 75-140 t/MWh, los cuales son considerados para una efectiva reducción de SOx en condiciones estables.

-Los SLGE de circuito cerrado, llamados también sistemas de agua dulce, utilizan agua dulce tratada con sustancias alcalinas para ajustar el nivel de pH para remover de forma efectiva el SOx. Después del proceso de exhaustación en la torre de lavado, el agua es procesada, recirculada y porciones pequeñas son removidas del sistema y descargadas al mar.

-El proceso recirculación toma lugar después de la remoción de sólidos y los rangos son de 0.1-0.3 t/MWh. Los reportes establecen un rango promedio de caudal de agua de  $0.47 \pm 0.25$  t/MWh. La remoción de sólidos implica parcial reducción de contaminantes.

-Alternativamente, el agua recirculada es almacenada en un tanque para después ser descargada al mar (donde esté permitido) o una instalación de recepción de puerto. Los residuos del tratamiento de agua deben disponerse de acuerdo con lo señalada en las directrices relacionados con los SLGE.

-En ambos casos, otras sustancias en adición de SOx son transferidas del agua de lavado de los SLGE hacia al mar, los cuales incluyen contaminantes tales como metales pesados, residuos de hidrocarburos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y óxidos de nitrógeno.

Interpretación preliminar:

-Los SLGE de circuito y abierto transfieren sustancias al mar por la descarga de agua una vez terminada el proceso de exhaustación de los gases. Además de SOx suelen existir otros tipos de materiales contaminantes los cuales podrían tener una repercusión en el medio marino.

-Con respecto al SLGE de circuito abierto, que utiliza grandes volúmenes de agua para poder operar, los cuales una vez utilizado en el funcionamiento de exhaustación de los gases, son directamente vertidos al mar; por otra parte, en los SLGE de circuito cerrado el agua es tratada con el fin de retener partículas y sólidos los cuales minimizan contaminantes de los efluentes que son vertidas en el mar. Si bien es cierto, ambos sistemas tienen un funcionamiento casi común, también representarían ser potenciales sistemas cuya operación traen consecuencias negativas para el medio marino.

-Por otra parte, existe una limitación con respecto al caudal de flujo de un SLGE de circuito abierto de 45 t/MWh, en la práctica los caudales pueden ser muy superiores a dicha limitación establecido por OMI.

-Entre las principales sustancias que son vertidas a partir del uso de SLGE se consideraron a los metales pesados, residuos de hidrocarburos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y óxidos de nitrógeno, los cuales en muchas zonas a nivel mundial ya se tiene una prohibición con respecto a las restricciones de la descarga de agua de dichos sistemas, por lo que corresponde a una situación controversial actual dentro del transporte marítimo.

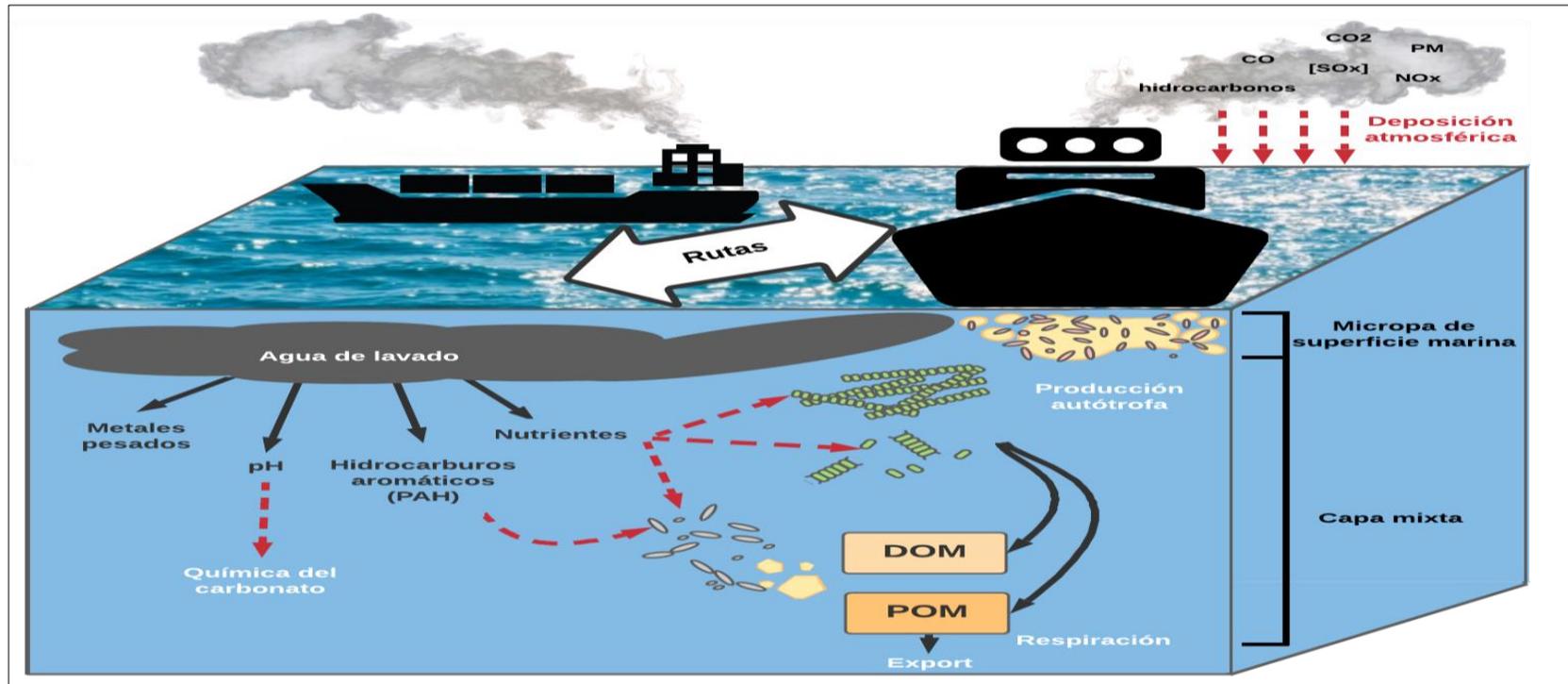
-Composición química del agua de lavado:

### Documentación

¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018)
Componentes del agua de lavado
<p>-Los siguientes problemas generalmente se reconocen como asuntos de preocupación en el agua de lavado de los SLGE:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• DQO: Demanda química de oxígeno, que es una medida del consumo teórico de oxígeno en una muestra de agua. La oxidación de bisulfito y sulfito aumenta la DQO, lo que podría tener un impacto adverso en los sistemas acuáticos.</li><li>• Metales: Los metales son un grupo diverso de contaminantes, muchos de los cuales son tóxicos para la vida acuática y los seres humanos. Si bien se sabe que algunos metales, incluidos el cobre, el níquel y el zinc, son esenciales para la función del organismo, muchos otros, incluidos el talio y arsénico, no son esenciales y/o se sabe que solo tiene efectos adversos. Incluso los metales esenciales pueden causar graves daños a la función del organismo en concentraciones suficientemente elevadas.</li><li>• Nitratos: El nitrato es la forma de nitrógeno más oxidada y las concentraciones excesivas de nitrato en los sistemas acuáticos pueden ser dañinas. La OMI tiene limitaciones sobre las concentraciones de nitrato en el agua de lavado.</li><li>• PAH: Los hidrocarburos aromáticos policíclicos son el grupo más grande de sustancias cancerígenas e incluyen muchas sustancias químicas individuales que contienen dos o más anillos aromáticos condensados. Los PAH se encuentran naturalmente en el petróleo y también se producen como subproductos de la quema de combustibles. Los PAH son una clase importante de contaminantes ambientales que se sabe que se acumulan en los ecosistemas. La OMI ha establecido limitaciones para los PAH descargados en termias de la concentración máxima continua de HAP en el agua de lavado descargada, medida en equivalencia de fenantreno (<math>PAH_{phe}</math>). Existen numerosas preocupaciones sobre la forma en que la OMI ha abordado el problema de los PAH, incluida la equivalencia de concentraciones de PAH y <math>PAH_{phe}</math> como una equivalencia de medición, que no se explica claramente en la documentación de la OMI.</li><li>• pH: Existe cierta preocupación de que enviar agua de mar de regreso al océano con aguas residuales ácidas que contienen azufre es dañino para el ecosistema marino. El agua de lavado de una unidad de depuración puede tener un pH tan bajo como tres. Por lo tanto, para evitar un impacto negativo en los ecosistemas y posibles problemas de corrosión, se requiere neutralización y dilución para cumplir con los estándares mínimos de pH establecidos por la OMI, que se miden de manera diferente que la Agencia de Protección del Medioambiente de los Estados Unidos.</li><li>• Turbidez: La turbidez es una medida de la cantidad de sólidos suspendidos en el agua, basada en la pérdida de transparencia óptica (es decir, turbidez) del agua. Cuando se combina con PAH, la medición de la turbidez tiene como</li></ul>

objetivo demostrar que el sistema SLGE y tratamiento de agua de lavado está funcionando correctamente. Sin embargo, la turbidez no es un método directo para determinar la cantidad de partículas de escape que terminan en el agua de lavado, porque no existe correlación directa entre la turbidez y la concentración de partículas. Además, los valores de turbidez dependen en gran medida del tamaño de las partículas en el agua. Es probable que la partícula más pequeña tenga una influencia significativamente menor en la turbidez medida que las más grandes.

**Figura 12**  
*Emisiones de SOx*



*Nota.* El agua de lavado posee componentes que podrían ser nocivos para el ecosistema del lecho marino y los seres vivos que dentro de la misma habitan (<https://www.solas-int.org/publications/publicatios-reader/a-new-perspective-at-the-ship-air-sea-interface-the-environmental-impacts-of-exhaust-gas-scrubber-discharge.html>)

Sistemas de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et. al., 2019)

Concentración de contaminantes en descargas de agua de SLGE abiertos

	Estudios [número de buques muestreados]						
	A [20]	B [5]	C [Lab]	D [1]	E [1]	F [1]	G [1]
<b>Metales</b>	<b>Valor medio (<math>\mu\text{g}^*\text{L}^{-1}</math>) (mínimo-máximo)</b>						
<b>Arsenico</b>	0.0 (0-0)	3.3 (1-6.9)	1.0	1.4	0.2	<0.1	1.7
<b>Cadmio</b>	0.0 (0-0)	0.03 (0.01-0.07)	0.035	BD	<0.2	0.05	<0.01
<b>Cromo</b>	27.3 (2-60)	-	22.8	1.9	4.8	<1.0	1.9
<b>Cobre</b>	45.9 (6-140)	6.4 (1.6-15.7)	8.12	21.0	188	41.6	2.3
<b>Hierro</b>	-	-	997	-	-	-	-
<b>Plomo</b>	72.3 (20-120)	0.08 (0.04-2.1)	1.7	0.61	17.0	5.0	0.64
<b>Mercurio</b>	8.0 (8-8)	-	-	-	0.086	<0.1	-
<b>Molibdeno</b>	-	-	-	-	-	-	11.1
<b>Niquel</b>	63.0 (20-240)	15.7 (4-67)	17.9	41.0	42.0	32.8	29.7
<b>Vanadio</b>	213.3 (20-860)	78.4 (11-290)	58.0	162.0	164.3	35.0	111.1
<b>Zinc</b>	236.4 (20-2,000)	4.7 (2-133)	48.3	6.7	325.0	6.0	10.9
<b>PAHs</b>	<b>Valor medio (<math>\mu\text{g}^*\text{L}^{-1}</math>) (mínimo-máximo)</b>						
<b>Acenafteno</b>	0.34 (0.01-1.6)	-	-	-	-	-	1.92
<b>Acenaftileno</b>	0.16 (0.02-0.58)	-	-	-	-	-	0.027
<b>Antraceno</b>	0.12 (0.02-1.2)	-	-	-	-	-	0.12
<b>Benzo (a) antraceno</b>	0.23 (0.02-1.2)	0.02 (<0.006-0.04)	0.006	-	-	-	0.34
<b>Benzo (a) pireno</b>	0.11 (0.01-0.55)	0.04 (<0.012-0.1)	0.014	-	-	-	1.09
<b>Benzo (b) fluoranteno</b>	0.10 (0.01-0.37)	-	0.012	-	-	-	<0.01

<b>Benzo (g, h, i) perileno</b>	0.08 (0.01-0.36)	-	0.014	-	-	-	0.095
<b>Benzo (k) fluoranteno</b>	0.04 (0.01-0.09)	-	-	-	-	-	0.074
<b>Criseno</b>	0.26 (0.02-1.6)	-	-	-	-	-	0.016
<b>Dibenzo (a, h) antraceno</b>	0.03 (0.01-0.08)	-	0.006	-	-	-	0.012
<b>Fluoranteno</b>	0.17 (0.01-0.76)	-	-	-	-	-	0.021
<b>Fluoreno</b>	0.63 (0.04-1.8)	-	-	-	-	-	<0.01
<b>Indeno (1,2,3-c, d) pireno</b>	0.04 (0.01-0.14)	-	-	-	-	-	<0.01
<b>Naftalina</b>	3.65 (0.02-14)	3.02 (0.57-9.47)	0.006	-	0.48	-	<0.01
<b>Fenantreno</b>	1.88 (0.08-6.1)	1.61 (0.67-2.89)	0.006	-	-	-	0.012
<b>Pireno</b>	0.42 (0.01-2.6)	-	0.007	-	-	-	<0.01
<b>PAH<sub>EPA16</sub></b>	8.25 (0.31-33.0)	4.69 (1.24-12.5)	0.071	-	0.48	-	3.70

**Concentración de contaminantes en descargas de agua de SLGE cerrados**

	<b>Estudios [número de buques muestreados]</b>			
	<b>A [3]</b>	<b>B [4]</b>	<b>C [1]</b>	<b>D [2]</b>
<b>Metales</b>	<b>Valor(<math>\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}</math>) mínimo-máximo</b>			
<b>Arsenico</b>	9-25	<10-30	8.8-9-8	10-20
<b>Cadmio</b>	0.05-0.4	0.96-<20	<0.05-0.09	>0.2-<0.5
<b>Cromo</b>	-	<10-14,000	-	9-22
<b>Cobre</b>	10-58	<10-200	390-860	32-150
<b>Hierro</b>	304-709	-	-	-
<b>Plomo</b>	1-3	<5-<10	1.6-3.8	0.16-<6
<b>Mercurio</b>	-	<0.200	<0.050	0.001-0.005
<b>Molibdeno</b>	-	-	-	-

<b>Niquel</b>	478-6,289	220-6,600	1,300-3,100	830-4,400
<b>Vanadio</b>	3,542-10,637	2,800-25,000	6,100-14,000	9,800-13,000
<b>Zinc</b>	76-240	40-2,400	160-420	<70
<b>PAHs</b>	<b>Valor (<math>\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}</math>) mínimo-máximo</b>			
<b>Acenafteno</b>	<0.005-1.035	0.03-0.49	-	2.10
<b>Acenaftileno</b>	<0.002-0.20	0.01-0.07	-	0.36
<b>Antraceno</b>	2.16-15.0	<0.01-0.11	-	<0.13-0.40
<b>Benzo (a) antraceno</b>	0.51-1.96	<0.01-0.09	-	0.21
<b>Benzo (a) pireno</b>	0.06-0.37	<0.01	<0.01	0.014-<0.10
<b>Benzo (b) fluoranteno</b>	0.19-1.11 <sup>i)</sup>	<0.01-0.06	0.10 <sup>i)</sup>	0.10-0.11
<b>Benzo (g, h, i) perileno</b>	0.07-0.65	<0.01-0.011	<0.02 <sup>ii)</sup>	0.03-<0.10
<b>Benzo (k) fluoranteno</b>	0.19-1.11 <sup>i)</sup>	<0.01	0.10 <sup>i)</sup>	0.02-0.07
<b>Criseno</b>	0.55-3.41	<0.01-0.16	-	0.33
<b>Dibenzo (a, h) antraceno</b>	0.04-0.14	<0.01	-	<0.10
<b>Fluoranteno</b>	0.66-3.88	0.04-0.44	-	0.22-1.49
<b>Fluoreno</b>	0.33-2.89	0.09-1.9	-	3.2
<b>Indeno (1,2,3-c, d) pireno</b>	0.03-0.31	<0.01	<0.02 <sup>ii)</sup>	<0.10
<b>Naftalina</b>	0.12-3.85	0.06-5.7	0.32-0.49	4.4-4.8
<b>Fenantreno</b>	2.35-20.1	0.49-4.5	-	10.0
<b>Pireno</b>	0.94-5.90	0.04-0.5	-	0.54
<b>PAH<sub>EPA16</sub></b>	11.8-54.4	0.8-12.6	3.8-24	16.0-21.9

Interpretación preliminar:

-Según los datos obtenidos de diferentes estudios realizados a SLGE de circuito abierto como cerrado se puede observar que existen diferentes valores respecto a material contaminante donde se destacan los metales y los hidrocarburos aromáticos policíclicos, los cuales representan en donde se establece una correlación positiva de entre mayor cantidad de buques mayores concentraciones de dichos componentes los cuales se hallan en las descargas de los SLGE.

-Cargas contaminantes de SLGE en el medio ambiente:

#### Documentación

Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)

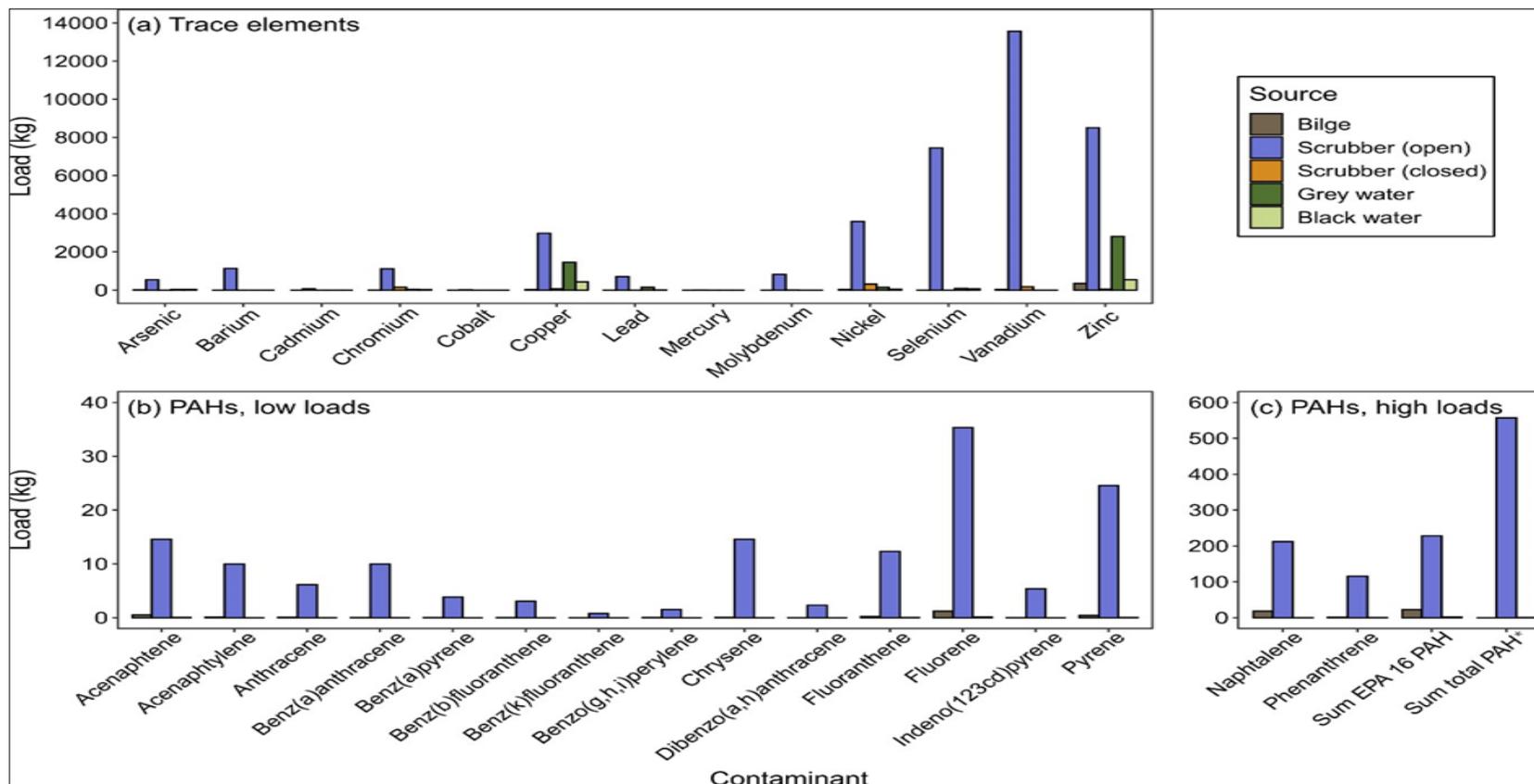
#### Comparación de carga contaminante de scrubbers con otras fuentes de contaminación

-Tomando como referencia el estudio realizado en el puerto de Amberes con un alto escenario del 20 % de emisiones tratadas a través del uso de SLGE de circuito abierto, para diversos contaminantes la entrada de SLGE excedió la suma de todas las demás fuentes conocidas de naftaleno (57 kg\*yr-1 para SLGE en comparación de 19 kg\*yr-1 para otras fuentes), fenantreno (30 kg\*yr-1 para SLGE en comparación de 11 kg\*yr-1 para otras fuentes), fluoreno (10 kg\*yr-1 para SLGE en comparación con 6 kg\*yr-1 para otras fuentes), y níquel (994 kg\*yr-1 para SLGE en comparación de 60 kg\*yr-1 para otras fuentes).

-Los informes anuales del Instituto Meteorológico de Finlandia HELCOM sobre las emisiones y descargas del transporte marítimo en el mar Báltico se basó en información proveniente del SIA con los volúmenes producidos de diferentes corrientes de desechos de los buques que utilizan el modelo de evaluación de emisiones de tráficos de buques. Se estimó la descarga de agua de lavado, asumiendo para los SLGE de circuito abierto: 45 m<sup>3</sup>\*MWh-1 y SLGE de circuito cerrado: 0.25 m<sup>3</sup>\*MWh-1. En el mar Báltico en 77 millones de m<sup>3</sup> durante el 2018. El número total de buques individuales que operaron en el mar Báltico fue aproximadamente de 8000 (con aproximadamente 2000 buques que se estima estarán funcionando en cualquier momento dado). De todos los mencionados 99 buques estuvieron equipados con un SLGE (14 de circuito abierto, 10 de circuito cerrado y 75 híbridos). Una combinación con concentraciones de contaminantes (oligoelementos y PAH) recopiladas de corrientes de desechos a bordo de barcos en el Mar Báltico durante 2018. A pesar de que casi los 200 barcos estaban descargando sentinas, aguas negras y grises, la carga de metales y PAH de los 99 buques equipados con SLGE fue 10-100 veces mayor, con la carga de los sistemas de circuito abierto dominando.

**Figura 13**

*Cuadros relativos a las concentraciones de cargas en el mar en un estudio realizado en el mar Báltico*



*Nota.* Comparación de las cargas contaminantes de oligoelementos (a), niveles bajos de PAH (b) y niveles altos de PAH (c) de los flujos de desechos relacionados con el transporte en el Mar Báltico en 2018. Los PAH (b) y (c) solo comparan cargas de cargas abiertas y cerradas El agua de descarga del depurador de bucle con agua de sentina, ya que no se espera que las aguas grises y negras contengan HAP. \* No se informó la suma total de HAP para el agua de sentina, pero se incluye para resaltar que solo analizando Sum EPA 16 PAH, que excluye p. ej. HAP alquilados, conduce a una subestimación de las emisiones totales de HAP en el agua de descarga del depurador ([Documento de](#)

antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020))

Interpretación preliminar:

-Según los estudios señalados, los cuales fueron realizados en el puerto de Ámberes y en el mar Báltico, se pueden observar tendencias de contaminación mayores en las descargas de agua de los SLGE, en comparación con otras fuentes contaminantes.

-Por otra parte, se pueden observar altas concentraciones de PAHs los cuales superan a otras fuentes contaminantes. En ese sentido, los estudios brindan una evidencia concreta de las posibles repercusiones que se encuentran vinculadas con el uso de SLGE, particularmente el de circuito abierto, lo que podría tener una relación con la disponibilidad del sistema para realizar un tratamiento al agua antes de descargarse a la mar. Se puede observar que la concentración de carga del agua de lavado proveniente de los SLGE tiene una potencial influencia a comparación de otras fuentes tales como aguas grises que son descargadas de las sentinas de los buques.

-Consecuencias e impactos de la descarga de agua de lavado de SLGE:

#### Documentación

Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)

#### Consecuencias e impactos de la descarga del agua de lavado

-Contaminación: Existe un creciente cuerpo de evidencia de laboratorio que caracteriza la amenaza toxicológica que representan las descargas de depuradores en una variedad de biota marina. Si bien la información sobre los impactos directos relacionados con el campo es limitada, ya se ha destacado que es probable que el aumento en el uso de depuradores y sus descargas asociadas representen una amenaza ambiental a largo plazo en áreas ecológicamente sensibles. También deben tenerse en cuenta los entornos receptores muy afectados, como los puertos y los estuarios, donde es probable que los descargadores de los depuradores contribuyan aún más a una mezcla compleja de metales, PAH, organohalógenos y otros contaminantes industriales. La amenaza combinada de estas fuentes de contaminación debe incluirse al realizar estudios para establecer el riesgo ambiental asociado con las descargas de depuradores. Es muy probable que el uso de depuradores en muchos puertos abiertos supere los límites de superación de sustancias

químicas en el agua y los sedimentos. Sin embargo, las suposiciones hechas en ese estudio consideraron una dilución igual en el área del mar, en lugar de examinar los comportamientos del transporte marítimo más de cerca.

Las simulaciones en entornos portuarios estiman altos aumentos en los niveles de contaminantes como resultado de la descarga del depurador. Las simulaciones del puerto de Amberes mostraron aumentos pronunciados en el agua superficial para el naftaleno, con un aumento de concentración del 39 % en el “escenario bajo” y del 189 % en el “escenario alto”. El níquel, el zinc y el vanadio están todos cerca del SLGE en el puerto de Amberes, y para el níquel y zinc se espera que la contribución de la descarga del depurador cause una excedencia.

-Acidificación: La acidificación de los océanos (disminución del pH y la alcalinidad) es uno de los principales factores estresantes relacionados con los seres humanos que actualmente afectan a los ecosistemas marinos. En particular, las emisiones del tráfico marítimo (CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> y NO<sub>x</sub>) de la quema de combustibles fósiles se superponen al cambio climático global para acidificar las aguas oceánicas.

A escala mundial, la acidificación relacionada con NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> resultante de las actividades humanas es solo un pequeño porcentaje de la acidificación inducida por CO<sub>2</sub>. Sin embargo, en áreas de tráfico marítimo intenso donde se permiten las descargas de agua de los depuradores, la acidificación de los océanos relacionada con los depuradores podría llegar a ser equivalente a varios años o décadas de acidificación inducida por CO<sub>2</sub>. Dicha tendencia se intensifica para mares semicerrados y cerrados.

El pH más bajo y la temperatura más cálida del agua de descarga del depurador en relación con el agua ambiental pueden causar efectos indirectos a través de la alteración de las condiciones redox. En particular, los contaminantes en los sedimentos pueden liberarse si hay un cambio en las condiciones, como que el ambiente local se vuelve más ácido. Las partes más interesadas de los puertos del Reino Unido están preocupadas por cómo la liberación de agua de descarga de depuradores cálida y acidificada en puertos y puede afectar la disponibilidad de contaminantes (especialmente especies inorgánicas) en los sedimentos.

-Eutrofización: Introducción de nutrientes en exceso al medio marino. Debido a la escorrentía agrícola, las aguas residuales y la deposición atmosférica de NO<sub>x</sub>, pueden provocar el agotamiento del oxígeno de las aguas costeras, un mayor riesgo de proliferación de algas nocivas y reducciones en la biodiversidad. Zonas marinas poco profundas con intercambio de agua limitado y aportes sustanciales de nutrientes, por ejemplo, el mar Báltico, son propensos a la eutrofización. La entrada de nutrientes relacionada con el transporte marítimo está dominada (> 99%) por la deposición atmosférica de nitrógeno procedente de la formación de NO<sub>x</sub> durante la combustión del combustible. En las Directrices del SLGE, hay un límite establecido para la eliminación máxima permitida de 12% de NO<sub>x</sub> en los escapes mediante un

depurador, correspondiente a una concentración de nitrato de  $60 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  (o  $968 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) en el agua de descarga. Resulta una transferencia más localizada de  $\text{NO}_x$  de los escapes de los buques al medio marino, en comparación con la deposición de las emisiones atmosféricas. Se mostró que la absorción de  $\text{NO}_x$  muy por debajo de los límites establecidos estimuló el crecimiento del plancton microbiano, lo que indica que el agua de descarga del depurador puede contribuir a la eutrofización.

Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hufnagl, 2005)

#### Conclusiones de estudio

-Durante el desarrollo de este proyecto el impacto medioambiental del agua de lavado producido por las SLGE ha sido analizado por los puertos de Calais y Dover. Cinco campañas de muestreo fueron organizadas y siendo tomados dentro de los puertos, tanto del SLGE y dentro de un área de 700 m de la salida del agua de lavado. El SLGE, también llamado "Ecosilenciador", fue instalado en la chimenea del ferry "Pride of Kent" para reducir sus emisiones de  $\text{SO}_x$ . Como el agua de lavado es producto de un proceso de desulfuración húmeda de los gases de escape no solo es disuelto el  $\text{SO}_x$  sino también el  $\text{NO}_x$ , compuestos orgánicos volátiles, y ácido hidro clorhídrico. El  $\text{SO}_x$  y el  $\text{NO}_x$  disueltos forma ácido sulfúrico y ácido nítrico y reduce en conjunto con el HCL el pH los efluentes del proceso de lavado significativamente. Las muestras tomadas del SLGE muestran valores de pH parcialmente menores de pH 3. Porque de la capacidad reguladora de agua de mar debido al sistema de bicarbonato el pH incrementa de nuevo después de una acidificación inicial. Esto se puede demostrar en varios experimentos. De esto también se puede demostrar que una mezcla que contenga 40% de agua de mar acidificada a un pH de 4, por ejemplo, comparable a lo que pasa en un SLGE, solo cambia su pH aproximadamente solo en 0.2 unidades. Para alcanzar el equilibrio se necesitan varias horas, pero los cambios más grandes se observan al poco de tiempo de producirse la mezcla. Abordo del "Pride of Kent" el agua de mar efluente del sistema es mezclado con el agua de mar proveniente del ciclo de refrigeración del buque. Por lo tanto, un incremento significativo del pH es obtenido pero el pH aun es bajo en comparación a la entrada y las aguas circundantes.

-El pH más bajo medido en la descarga hacia el agua fue 6.2. Como muchos organismos son solo capaces de sobrevivir cuando las condiciones medioambientales son estables, una disminución en el pH podría ser un riesgo para estos organismos. Es por esto que la EPA (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos ha pasado una directriz y/o pauta referente a la introducción de los ácidos que establece que dentro de la zona de mezcla inicial el cambio del pH no es permitido que sea mayor a 0.2 unidades. En el caso del Ecosilenciador la zona de la mezcla inicial está directamente frente de la descarga por la borda del "Pride of Kent". Para revisar si en caso exista un cambio observable de pH, muestras fueron tomadas directamente frente a la salida (1 a 5 m de distancia) y 50 m, 350 y 700 m de distancia de la salida. En ninguna muestra tomada en el primer punto de se observó una disminución de pH. En Calais la variabilidad del pH es mucho más alta que la variabilidad medida en el área. Esto muestra que el sistema de bicarbonatos en el agua de mar

regula efectivamente los ácidos agregados por la operación del Ecosilenciador. Adicionalmente a la acidificación el SO<sub>x</sub> disuelto incrementa la concentración de sulfatos en el efluente. Las muestras tomadas detrás del Ecosilenciador muestra un incremento de sulfatos de entre el 14.0 y el 18.7%. En lagos de agua fresca los sulfatos podría ser un factor limitante, pero en el agua de mar el sulfato es un componente común y conservador. Las muestras tomadas al ingreso en el Canal pueden ser consideradas como muestra en blanco, porque el ingreso del agua no estaba influenciado por el agua descargada a la salida y en el Canal la corriente del agua era lo suficientemente alta como para ser una influencia por un paso previo del "Pride of Kent" así de esta manera puede ser descartado. En esta muestra las concentraciones de sulfato de entre 2590 y 2990 ppm fueron observadas. En las muestras a la salida valores de entre 2600 y 3052 ppm fueron determinadas las cuales se tiene en cuenta para un incremento de 0.4 a 4.5 %. Como el método para determinar esta concentración tiene un margen de error de del 6% un incremento de sulfatos en las muestras a la salida no puede ser declaradas como seguras. Incluso si llegase a existir un pequeño incremento, la influencia del SLGE en las concentraciones de sulfato en los puertos y por lo tanto al medio ambiente deberían de ser muy bajas. Adicionalmente se tiene que mencionar que en Calais existe una gran cantidad de concentraciones de sulfatos, de entre 1479 y 2628 ppm, fueron observadas. Otros nutrientes que podrían ser influenciados por el agua de lavado podrían ser los nitratos. Este es formado in el proceso de lavado cuando el NO<sub>x</sub> es disuelto en el agua. Este es un nutriente importante en el mar. En las muestras tomadas después del Ecosilenciador en el Canal, las concentraciones de nitrato fueron de dos a trece veces más altas que las muestras de agua de mar tomadas al ingreso. Los procesos de limpieza abordado (ciclones y filtro US) no reducen estas concentraciones. La única reducción fue observada después de la dilución de las aguas efluentes con el agua de refrigeración. En las muestras de efluentes de nitrato solo hubo el doble de las concentraciones del ingreso. -

-Para determinar la influencia de este nitrógeno agregado adicionalmente un cálculo fue hecho para determinar la cantidad adicional producida de biomasa. Esto demuestra que un incremento en la producción primaria en un determinado año podría ser menor que la producción primaria actual durante un día soleado por metro cuadra. Otra influencia indirecta del agua de lavado que tiene que ser tomada en consideración es que el reducido pH en el efluente influencia la solubilidad de los iones de metal. Para revisar esto, las muestras fueron tomadas del SLGE y analizadas por su contenido de metales.

-Los altos valores para esta muestra fueron determinadas para las muestras tomadas del tanque de decantación y tubería que conducen ala tanque de decantación. Esta agua contiene las partículas filtradas del agua por los ciclones. Las altas concentraciones muestran que los ciclones remueven efectivamente las partículas contaminadas. Las concentraciones más altas de metal fueron determinadas para el hierro. Como el hierro es el principal compuesto del acero para los buques, este resultado no es sorprendente. En las muestras de la salida además de hierro y cobre, níquel y plomo fueron encontrados.

-Estos solo fueron detectados mediante dos muestras y como así también las muestras al ingreso. El cobre se podría originar de los recubrimientos de los buques que contiene cobre como un antiincrustante biocida mientras que el níquel es un compuesto del acero del buque como el hierro. Con respecto a los metales se puede decir que el agua de mar producto del proceso de lavado como tal no tiene una influencia en sus contenidos, pero eso debido al reducido pH son filtrados del acero, las tuberías y la chimenea. Si los metales están presentes en forma particulada ellos son filtrados fuera del agua y retenidos en los tanques de decantación. El lodo es removido separadamente y por lo tanto no se espera daño alguno hacia el medioambiente. Otro grupo de compuestos que es enriquecido en el efluente producido por el proceso de lavado son los PAHs(Hidrocarburos aromáticos policíclicos).Estos son disueltos o expulsados mediante partículas de hollín que son formados durante procesos de combustión incompleta .El bajo peso molecular de los PAHs como los compuestos de dos o tres anillos son solubles en agua mientras que los PAHs de mayor peso molecular con cuatro anillos son principalmente unidos a partículas .Es por esto que todos los PAHs no pueden ser removidos del agua con el filtro US and ciclones que remueve solamente partículas .Esta es la razón de porque aún hay relativamente cantidades altas de PAHs en las muestras tomadas a la salida. Sin embargo, en frente de la salida del SLGE no se pudo determinar que exista un incremento en el contenido de PAHs. En Dover las altas concentraciones de PAH'S a menudo fueron encontradas cerca a la mitad o en la parte oeste del puerto donde el agua es menos profunda. En este punto la velocidad de las corrientes es más lenta y es por esto que los contaminantes podrían enriquecerse. Cerca al muelle y a la entrada este del puerto fueron medidos bajos contenido de PAHs probablemente provenientes del agua del Mar del Norte, la cual está menos contaminada con PAHs, y fluye al puerto en este punto.

-En Calais los contenidos de PAHs son mayormente igual en todos los puntos. Solo durante el muestreo en marzo se observaron altos contenidos muy altos en el punto Cal 3. Aquí un contenido total de PAHs de 765 ng l-1 fue medido y el cual fue el valor más alto determinado en todas las muestras de los puertos. Esta alta concentración fue el resultado de un brote de algas ocurrido en ese punto. Las células de plancton podrían haber enriquecido los PAHs por diferentes caminos: los PAHs deberían de haberse absorbido en las superficies de las células o el propio organismo produjo los PAHs o los tomo y los acumulo de esa manera. Esto demuestra que hay variaciones naturales muy altas. Variaciones estacionales también se observaron. En verano las concentraciones estuvieron cerca al límite detección y PAHs de alto peso molecular no fueron encontrados en ningún punto. Por el contrario, a finales de otoño e inicios de primavera los contenidos de PAHs fueron mayores. Esta variabilidad es el resultado de la quema de combustibles fósiles el cual incrementa durante periodos de calor. Esto también es la razón por la cual en otoño se midieron cantidades más altas de PAHs de alto peso molecular.

-Para determinar el origen de los PAHs y para excluir el agua de lavado como un probable recurso de retroceso y como componente principal de análisis se aplicaron diferentes índices basados en las relaciones isoméricas. El ultimo indico

que los PAHs determinados en las muestras del agua de lavado se originaban de un recurso Petro génico. Esto fue sorprendente por qué se puede esperar que solo en la chimenea se pueden originar los PAHs pirolíticos. La razón puede ser un combustible que no haya tenido una combustión completa. Los índices calculados para las muestras del puerto no diferencian claramente entre un origen pirolítico o un Petro génico posiblemente por los diferentes recursos de PAHs que influyen en el puerto.

-Por un lado existen grandes ciudades cercanas a los puertos las cuales introducen grandes cantidades de PAHs provenientes de un origen pirolítico (transporte marítimo, tráfico de autos, calefacción) y por otro lado existen las actividades de transporte dentro del puerto el cual introduce PAHs provenientes de recursos Petro génicos. Con la regresión lineal de componentes principales se pudo demostrar que la composición de las muestras del SLGE era diferente a las absorbidas en los puertos. Un cambio de señal debido a la dilución con el agua de refrigeración podría rechazarse por que los PAH en las muestras de salida mostraban la misma distribución que los del propio sistema. Como los datos sobre muestras de agua de mar rara vez están disponibles en la literatura, también se tomaron muestras de sedimentos y mejillones dentro de los puertos de Dover y Calais. La carga de los PAHs de los sedimentos eran comparables a las concentraciones medidas en otros puertos de franceses y fue menor que en los puertos con alta actividad naviera como Rotterdam y Ámsterdam. Los mejillones estaban más contaminados que los mejillones recolectados en las Shetlands o en el Báltico.

-Con respecto a la temperatura, nutrientes y los PAHs, los dos puertos mostraron diferencias. Una razón puede ser la diferente arquitectura. En Calais el puerto está delimitado por murallas y está formado por tres brazos. Un brazo está separado por una compuerta de inundación que solo se abre durante la marea alta. {La ciudad de Calais y la industria local al costado del puerto es por esto la influencia antropogénica es relativamente alta. Un cambio de aguas es relativamente la única posibilidad a través de una pequeña entrada en el noroeste del puerto. Por el contrario el puerto de Dover posee dos entradas, una en el sur y otra en el oeste. Esto permite a un mayor incremento de intercambio de agua y es por esto que el agua remanente permanece dentro del puerto por un pequeño periodo de tiempo. Este puerto no tiene brazos en lo que el agua pueda ser retenida, como las murallas del puerto son construidas alrededor de una gran cuenca. Debido a su arquitectura la ciudad de Dover toca el puerto solo al lado norte.

Es por estas diferencias en los parámetros medioambientales determinados en los puertos también fueron diferentes. En Dover la salinidad fue alta y la temperatura del agua fue menor en la gran mayoría de casos que en Calais. También las concentraciones de fosfato y el nitrógeno y en la mayoría de casos también concentraciones de PAHs fueron bajas. Las concentraciones de nitrato determinadas para los dos puertos demostraron un distinto comportamiento estacional. En verano fueron medias bajas concentraciones, mientras que en febrero y noviembre concentraciones relativamente altas fueron observadas. El nitrato es un nutriente limitador para los organismos marinos y es por esto que este se agota para

el verano cuando la bio producción es alta. En el otoño e invierno los compuestos orgánicos de nitrógeno son remineralizados por lo tanto las concentraciones de nitrógeno incrementan.

-Adicionalmente a las observaciones dentro de los puertos y a bordo del "Pride of Kent", pruebas de toxicidad son desarrolladas para determinar la toxicidad en general del agua descargada. Las pruebas la inhibición de luminiscencia bacteriana, la mortalidad de los camarones de salmuera y la acumulación de PAH por los mejillones azules (*Mytilus edulis*) (. Ninguno de las pruebas reveló un incremento en la toxicidad del efluente, ni agudo ni crónico.

Resumiendo, los resultados se pueden decir que en el efluente el pH se redujo en un máximo de dos unidades de pH, el contenido de sulfatos fue ligeramente incrementados y la concentración de nitratos duplicada. Cerca de la salida de agua de mar en las aguas ambientales no disminuyó en pH, ni valores más bajos de nitrato o sulfato, ni aumentó el contenido de PAHs o metales

-Tampoco se determinó toxicidad hacia bacterias, zooplancton o mejillones para las muestras de salida. Aunque los PAHs aumentan en el agua de salida, estos habrían llegado al Mar del Norte de todos modos por deposición atmosférica después de liberación por combustión. En este caso, las cantidades de PAH habrían sido mayores ya que en el SLGE una parte fue recogida por los ciclones. La mejora de la eficiencia del ciclón ayudaría a minimizar el problema de la introducción de partículas de PAH al medio marino

Además, hay que señalar de que cuando el SLGE se va a utilizar en zonas con agua dulce o salobre, los efectos pueden ser diferentes. Las aguas dulces tienen, por ejemplo, menos capacidad de regulación de pH, la carga crítica de acidez podría alcanzarse muy rápidamente

Interpretación preliminar:

-Las consecuencias de las descargas del agua de lavado en la mar trae consecuencias tales como la contaminación toxicológica a partir de metales los cuales son introducidos al mar, tales como el níquel y el zinc. Además, se producen fenómenos tales como la acidificación del mar, a causa de la disminución del pH por la naturaleza muy particular del agua de lavado que es utilizado en el SLGE. Es así que los bajos niveles de pH sumado a las temperaturas altas pueden desencadenar situaciones que pueden afectar a la vida marina y causar cambios en el ecosistema marino.

-Por otra parte, se señala que los vertimientos de aguas de lavado aumentan el fenómeno de la eutrofización, ya que aporta con sustancias orgánicas y/o nutrientes los cuales producen que se favorezca al crecimiento excesivo de materia orgánica lo cual se traduce a la proliferación de algas que impedirá que la luz llega a los fondos del océano en donde la vegetación muere al no realizar la fotosíntesis. Dicha situación genera que existan bacterias se alimenten de materia muerta consumiendo el oxígeno que necesitan peces y moluscos, determinando la incidencia de microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades.

-Así también, según las evidencias que se presentan en el estudio la cual fue realizado en un Ferry, con el agua de lavado a una distancia de 700 m se pudo observar que existen posibles repercusiones de acuerdo a la toxicidad producida por el agua de lavado descargada hacia el mar. Por otro lado se pudo comprobar que en los puertos si se pudo obtener mediante una serie de muestreos que dependiendo de la estructura del puerto se podría visualizar mayor concentración de contaminantes ya que al igual que en las muestras tomadas a bordo al verter el agua de lavado en cantidades significativas de agua de mar, los cambios no se perciben pero en los puertos en los cuales no hay un intercambio constante en el flujo del agua se observa que si existe grandes repercusiones hacia el agua de mar perjudicando así de esta manera directamente al medio ambiente y no solo a la biota marina.

-En tal sentido, se puede establecer que existen ensayos y estudios que brindan ciertas luces sobre las repercusiones al medio marino a causa del uso de SLGE, ya que determina una situación que por un lado beneficia a la atmósfera pero que trae como consecuencia un fenómeno que podría ser muy negativa por el medio marino.

-Restricciones locales sobre la descarga de SLGE:

#### Documentación

Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)
Países con restricciones respecto a las descargas de agua de lavado
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Asia: China, Hong Kong, Singapur, India.</li> <li>-Emiratos árabes unidos: Abu Dhabi, Fujairah.</li> <li>-Europa: Bélgica, Alemania, Lituania, Latvia.</li> <li>-Irlanda: Dublin, Waterford, Cork, Norway.</li> <li>-América: Hawaii, Connecticut, California.</li> <li>-Australia.</li> <li>-Sudáfrica.</li> </ul>

**Figura 14**

*Países quienes han restringido el uso de SLGE*



*Nota.* Muchas localidades y/o países han restringido el uso de SLGE en áreas de jurisdicción propia restringiendo las descargas del agua de lavado por representar daños al medio marino (<https://mfame.guru/beware-of-local-restrictions-before-discharging-washwater-from-scrubbers/>)

Interpretación preliminar:

-De acuerdo con lo extraído de la información documentales, existen muchos países quienes tienen políticas claras respecto a la restricción de descargas en áreas marítimas de jurisdicción propia, lo cual representa desde ya una situación no tan cómoda para los buques quienes han decidido utilizar como segunda alternativa de cumplimiento de las normas respecto a los límites de azufre a través del uso de SLGE.

-Por otra parte, bajo dicha situación, es lógico señalar que muchos de los buques quienes tienen como proyecto utilizar SLGE deben evaluar las rutas que realizarán, de tal manera de que no se puedan perjudicar en las operaciones que realicen en puertos donde las descargas del agua de lavado estén prohibidas.

-Se puede observar mayor concentración de localidades con restricciones para la descarga del agua de lavado en los Estados Unidos, Europa y parte de Asia, sin embargo, en Sudamérica no existe ningún país quien restrinja las descargas del agua de lavado, lo cual determina tal vez menor acercamiento o conocimiento sobre la problemática podría traer múltiples consecuencias.

**Síntesis conceptual parcial sobre el primer objetivo específico:** Las posibles repercusiones ambientales que podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape tiene que ver con la contaminación, la acidificación y la eutrofización del océano, ya que las descargas del agua de lavado de los sistemas suelen descargarse al mar y de esta manera se vierten metales, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), nitratos, etc., los cuales se proyectan como potenciales componentes que traerían graves consecuencias.

Se pudo conocer que los sistemas más utilizados son los SLGE de circuito abierto, los cuales por lo general para poder reducir los óxidos de azufre a través del proceso de exhaustación utilizan grandes cantidades de agua de mar para lavar los gases y luego ser depositados en el mar. Al ser los sistemas más utilizados, se establece una mayor predominancia de las posibles repercusiones que podrían causar en el medio marino.

Por otra parte, los SLGE de circuito cerrado, los cuales utilizan sosa cáustica (NaOH) para poder neutralizar los componentes de SOx, suele tener un tanque de procesamiento donde el agua dulce se mezcla con NaOH para volver a ser utilizada sobre los gases de exhaustación. A diferencia de los sistemas de circuito abierto, el agua de lavado que es descargada suele ser menor a lo que se descarga en el circuito abierto, pero que, en conjunto, estudiando a varios buques dentro de una zona específica generan presencia de componentes y contaminantes para el medio marino.

Los estudios realizados en diversas zonas, en diferentes buques lo cuales establecen resultados cuantificables señalan que existe mayor presencia de los componentes de descargas de agua de lavado de los SLGE en comparación con otros contaminantes y que por ende los residuos de los SLGE donde los hidrocarburos aromáticos policíclicos que se acumulan en el medio ambiente, podrían generar efectos cancerígenos y crear mutaciones que afectarían a la vida marina.

Así también, los vertidos de gases se encuentran a una mayor temperatura y suelen ser más ácidos que las aguas circundantes donde se realizan las descargas, en consecuencia, el aumento de acidez establece que los metales pesados tóxicos se presentan con mayor disposición para afectar a la fauna del medio marino.

Muchos de los estudios se han realizado en zonas específicas, y con cantidades de buques relativamente poco significativas para la gran cantidad de buques quienes tienen proyectado el uso de SLGE en año futuros. Considerando que en la actualidad existen alrededor de casi 1285 sistemas, y que probablemente se irán acrecentando con el pasar de los años, es importante que

se tome en consideración la presente situación, lo cual podría traer consecuencias para la gestión operacional y naviera del buque.

Se sabe que las directrices y orientaciones que establece la OMI no contienen ningún límite para las concentraciones de metales en la descarga, ya que deja a criterio de los armadores para realizar actividades para muestrear y analizar el agua de lavado para una serie específica de metales. En consecuencia, de no establecerse procedimientos controlados de los metales que en el agua de lavado suelen poseer componentes tales como el arsénico, cobre, plomo, níquel, zinc, cadmio, cromo, vanadio y selenio, los cuales en concentraciones mayores podrían representar un riesgo para el medio ambiente.

Concretamente no existe una difusión mayor de información a nivel mundial, y muchos países no han puesto una atención adecuada y dicha problemática, lo cual conlleva que al momento solo algunos países inviertan en hacer estudio para poder definir regulaciones internas que conlleve a que se restrinjan las descargas del agua de lavado, dentro de los cuales resalta Estados Unidos, países de Europa y alguno otros del continente asiático. En ese sentido, se puede establecer que para poder elegir un SLGE se debe considerar la ruta del buque, de tal manera de que la operación del mismo no se pueda ver perjudicado en zonas marítimas restringidas y pueda representar un aspecto negativo operativo y económica para el buque y la naviera.

**4.1.2. Examinar qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.**

-Costo promedio de SLGE:

Documentación

Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)
SLGE
<ul style="list-style-type: none"><li>-Los propietarios de buques que compraron sistemas de limpieza de gases de escape esperan una gran ventaja en el gasto de combustible en comparación con los buques que utilizan combustible más limpio.</li><li>-Los sistemas cuestan varios millones de dólares, pero permitirán a los operadores evitar la compra de nuevo combustible con bajo contenido de azufre, que, según los comerciantes de petróleo, será un 30 % más caro que el combustible residual convencional. Eso les dará a los buques con depuradores un gran ahorro de costos que las empresas esperan utilizar para obtener una ventaja en la competencia en el transporte internacional.</li><li>-Se estima que para 2025 habrá 5 000 buques que utilizarán depuradores, que cubrirán aproximadamente el 30 % del tonelaje mundial. Los depuradores suelen durar hasta cinco años, después de los cuales los operadores pasarán a utilizar combustibles con bajo contenido de azufre.</li><li>-Los armadores dicen que están haciendo un cálculo económico claro al posponer el cambio de combustible por ahora.</li><li>-Según el Director ejecutivo de Noruega Frontline Management A/S (Robert Hvide Macleod) señala que hay ahorros significativos en el costo de combustible con depuradores y los tendremos en la mitad de nuestra flota para el segundo trimestre.</li><li>-Asimismo, señalo que los depuradores costaron entre \$ 2 millones y \$ 4 millones por buque, esperando recuperar la inversión (payback) en 9 y 18 meses.</li><li>-El costo de combustible con bajo contenido de azufre es de alrededor de \$ 300 dólares por tonelada en el medio oriente y \$ 285 dólares en Singapur.</li><li>-Se estima que los combustibles con bajo contenido de azufre cuestan alrededor de \$ 240 dólares más por tonelada que el combustible convencional para fines del próximo año.</li></ul>

¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)

-Dado que el combustible representa hasta el 60 % de los costos operativos de un buque, elegir el combustible adecuado para que funcione según los nuevos estándares de SOx de la OMI será fundamental para el éxito del próximo año en adelante.

-Modernizar a un buque con un depurador de circuito abierto cuesta alrededor de \$ 4 y \$ 4.5 millones de dólares, mientras que instalarlo en un buque nuevo el precio es de alrededor \$ 2.5 y \$ 3.0 millones de dólares.

Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)

Mercado de SLGE

**Figura 15**

*Mercado de los sistemas de limpieza de gases de escape entre los años 2019-2020*



*Nota.* De acuerdo a lo que se visualiza en la figura la demanda de SLGE irá incrementándose para poder cumplir con el límite de emisiones proveniente de los buques (<https://www.gminsights.com/industry-analysis/marine-scrubber-systems-market>)

Interpretación preliminar:

-Bajo lo señalado por las fuentes documentales se puede establecer que el costo promedio de un SLGE es de \$ 3 millones de dólares, lo cual para muchas empresas navieras establece un payback de corto plazo. En ese sentido, existe un ahorro económico para las empresas quienes han optado por implementar el sistema en las flotas respectivas.

-Se puede establecer además que existe una tendencia de crecimiento en la demanda de sistemas, en donde se pretenden utilizarlos por 5 años, de tal manera que exista un ahorro económico significativo para las empresas navieras en el corto plazo.

-Al estimarse que en el año 2025 alrededor de 5000 sistemas estarían siendo utilizado por los buques para minimizar las emisiones de azufre del transporte marítimo, resultaría poco propicio que se desencadenen situaciones los cuales restrinjan el uso de los mismos lo cual podría afectar a la planificación financiera actual de diversas compañías respecto al uso propio del sistema en los buques.

-Así también, la tasa de anual equivalente o efectiva (CAGR) entre los años 2020 y 2026 resulta positivo, ya que representa un 10.8 % respecto a la inversión establecida por un SLGE de circuito cerrado, los cuales en la actualidad dominan el mercado en la implementación de sistemas a bordo de los buques.

-Por último, el costo promedio del SLGE representa una inversión que es recuperable en el corto plazo, para lo cual en la actualidad muchas empresas tienen como proyecto la implementación de dichos sistemas los cuales puedan operar entre los años próximos, que a su vez otorga un aliciente financiero considerando que el precio del combustible representa al 60 % de los costos operativos de un buque.

-Rentabilidad:

Entrevista

1. ¿Considera que es rentable el uso de SLGE para ser utilizados en los buques mercantes en virtud del cumplimiento de las nuevas normas que restringen las emisiones de azufre del transporte marítimo?				
E1	E2	E3	E4	E5
<p>--Desde mi punto de vista creo si debe ser rentable ya que para hacer cualquier modificación en los buques de cualquier tipo de equipo se realiza un análisis económico previo para así de esta manera poder tomar una decisión acertada ,se tiene que tener en cuenta que los armadores no harían una inversión sin que en un futuro esta le proporcione cierto beneficio</p>	<p>-Considero que los SLGE de cierto modo si son rentables pero esto dependerá más del tipo de buque que sea además del tipo de navegación que esta lleve ya que al tener todos estos aspectos se podría tener una mejor idea si es rentable pero si buscamos una respuesta más resumida podría decirse que el aspecto más importante a considerar seria el tamaño del buque ,por cual se tiene que un motor más grande consumirá</p>	<p>-Si bien no tengo información de primera mano ,tuve la oportunidad de leer un artículo de una revista de publicaciones marinas en las cuales los precios era exorbitantes pero lo que más me llamo la atención es que al hacer el uso de los scrubbers se puede ver un ahorro inmediato por las diferencias de precios que se ven en comparación con los combustibles destilados y debido a esta diferencia se puede obtener una rentabilidad a corto plazo ya que en muchos casos de las inversiones demora</p>	<p>- Bajo mi opinión yo considero que los scrubber son medio barato ya que tiene un precio de aproximadamente de 2 a 4 millones de dólares dependiendo de si es una construcción nueva o una modificación al buque ya que en esta ultima los costes de instalación serán mayores es por esto que son altamente consideradas por las diferente compañías para poder dar cumplimiento a la norma OMI 2020, ya que al hacer el análisis económico en la compañía si se veía ahorros significativos ya que los precios de los combustible tenían</p>	<p>-En mi opinión la instalación del sistema de limpieza de gases de escape es muy rentable debido a que el depurador el cual facilita el cumplimiento de las emisiones de azufre permitiendo al mercado naviero a ahorrar en el uso de combustibles con un valor mayor debido al bajo contenido de azufre de estos productos en mención.</p>

	mayor cantidad de combustible.	muchos años y el retorno de la inversión no se acercaba ni a los 10 años.	grandes diferencia además que no es novedad que no se haya optado por implementar este tipo de sistemas ,y esto es debido a la edad de los buques seria en vano hacer la instalación en los buques por que el tiempo de retorno de la inversión se ve en unos años y no se vería muchas ganancia agregando que también se debe considerar el tiempo que el buque no navegaría debido al tiempo de la instalación que tomaría, todos estos aspectos nosotros tomamos en cuenta para poder optar por los combustibles destilados.	
E6	E7	E8	E9	E10
-Con relación a lo establecido con la rentabilidad del uso de scrubbers puedo agregar que los usos de estos depuradores serian de gran	-El beneficio del uso de scrubbers abordo son los bajos contenidos de Azufre que serían emitidos por los buques y con ello se	-La rentabilidad del uso de los scrubbers a corto plazo tiene un beneficio económico para las empresas navieras, pero tiene una inversión muy elevada, pero a	-El uso de los scrubbers abordo tienen un valor muy significativo debido a la reducción de azufre el cual permitiría a las empresas navieras a cumplir con lo establecido	-En lo profesional agrego que la instalación del SLGE abordo tiene beneficios tales como la rentabilidad al consumir combustible

<p>beneficio al momento de cumplir con lo establecido en la OMI 2020 porque la finalidad es la disminución de Azufre, pero lo que afecta a las empresas navieras es el alto costo de estos productos que por estadística se podría recuperar a corto plazo por el consumo de combustible de bajo costo.</p>	<p>cumplirían con lo establecido por la OMI, pero la parte que tomaría en riesgo es la estabilidad del buque el cual estaría afectado y con ello se reduciría la capacidad de carga, pero todo ello afecta al sector que disponen de embarcaciones pequeñas por su capacidad de carga, pero en embarcaciones de mayor tamaño tendría un beneficio a corto plazo.</p>	<p>corto plazo tendría una respuesta positiva porque reduce el uso de combustible de alto precio y con los depuradores se puede usar combustibles residuales con los cuales al pasar por los scrubber reduciría en contenido de azufre. Esto sería una buena opción para los armadores porque la inversión tendría una buena relación con el costo de recuperación de lo invertido a corto plazo y lo determinante es el cumplimiento con lo estipulado por la OMI 2020.</p>	<p>por la organización marítima internacional con ello es determinante el precio de estos depuradores los cuales son muy costosos, pero se conoce que ahora son instalados en los diques y tendrían un beneficio mayor porque la instalación es de 20 días aproximadamente y con la instalación de fábrica traería a largo plazo una inversión rentable.</p>	<p>que al pasar por el scrubber reduce el porcentaje de azufre reglamentado en la OMI 2020 debido a esto en los buques de mayor envergadura se dispone de un mayor consumo y al instalar este sistema el valor costo / beneficio ocupa una rentabilidad muy favorable para las empresas navieras. Esto se ve reflejado en los valores establecidos por los analistas que determinan que la inversión en un scrubber el cual bordea los 2 millones se recuperaría a corto plazo.</p>
<p>E11</p>				
<p>-Claro que deben de ser rentables no he navegado con estos sistemas y tampoco es que tenga información de si son rentable pero</p>				

<p>se tiene que tener en cuenta que las compañías antes de hacer cualquier tipo de inversión hacen un análisis de los pros y los contras que esta modificación podría traer consigo</p>				
<p>Interpretación preliminar: Se extrae que en el corto plazo el sistema SLGE es rentable, pero la inversión considerada es sumamente fuerte. Además, se pudo conocer que los buques grandes la rentabilidad es mayor, ya que al consumirse mayor cantidad de combustible para efectos del uso del SLGE correspondería a más porcentaje de gases los cuales serán lavados para minimizar las emisiones de azufre.</p> <p>-Además muchos de los entrevistados señalaron que el costo de un SLGE es de alrededor 2 millones de dólares, por lo que dentro de la gestión de las navieras para con sus buques se han implementado poniendo énfasis en cuestiones de rentabilidad para poder tomar la decisión correspondiente.</p>				

-Instalación de SLGE:

Entrevista

2. ¿Se ha instalado en los buques de la empresa donde labora SLGE?				
E1	E2	E3	E4	E5
-Si en la compañía cuando se adquirieron buques que se encargaron al dique estos ya vinieron con el sistema instalado hasta el momento no he tenido inconvenientes de ningún tipo pero en los reportes recibidos de algunos se muestra que en algunos puertos han prohibido el uso de este sistema mientras permanezcan ahí aún no hemos tenido ese inconveniente pero de cierta manera es un poco alarmante que esté sucediendo eso.	-Si bien no he navegado con estos sistemas tengo entendido que en la compañía llegaron a instalar en ciertos buques porque este año se hizo entrega de un petrolero y en los demás no sé si se habrá llegado a hacer la instalación ya que hacen más una navegación de costera, si no se llegó a instalar seguro es porque a no sería rentable hacer uso de este sistema	-Bueno no sabría darte un respuesta objetiva si se busca generalizar pero hasta donde tengo entendido se adquirió un buque tanque el cual vendría con este preinstalado de dique pero unos colegas de otra compañía hará la que trabajé me mencionaron que existían puertos en los cuales existían restricciones para estos sistemas ,me refiero a los que descargan el agua de limpieza hacia el mar pero espero que estos caos no sean tendencia más adelante porque si se da sería un gran problema para las compañías.	-Como te había mencionado anteriormente si se tuvo en consideración la instalación de este sistema debido al rápido retorno de la inversión, pero se tomó en cuenta el tiempo de antigüedad de los buques y así se determinó de cierta manera que era una mejor opción el uso de los combustibles destilados ya que los combustibles proporcionados por las petroleras peruanas si hacían cumplimiento de los estándares mínimos que se exigen en de acuerdo a lo estipulado en las normativas de límites de azufre.	-Donde laboro tengo conocimiento que se están implementando estos depuradores para que se pueda cumplir con lo estipulado en la OMI 2020 con respecto a las emisiones de azufre y cumplir con lo estipulado. Lo que preocupa a los diseñadores de los buques son los afectos que pueden ocasionar con la instalación de estos, afectando la estabilidad y variando los planos bases de estabilidad de buques antiguos, claro que los nuevos buques no se verían afectados en este sentido porque se

E6	E7	E8	E9	E10
<p>-Por la situación en la que vivimos con el cumplimiento de lo estipulado por la OMI lo que las empresas están optando por la instalación de estos depuradores y así poder cumplir con lo estipulado en la OMI 2020. Pero lo que se recomienda es un estudio previo en los diseños y como podría afectar en diferentes sentidos al buque, es por ello que con los años se pueda dialogar y determinar los efectos positivos.</p>	<p>-Se han implementado a bordo depuradores con la finalidad de poder reducir el consumo de combustible con alto contenido de azufre pero a ello se agrega la finalidad de los estudios que se realizan a los diferentes momentos de estabilidad y flotabilidad debido a este sentido el que se vería afectado es el oficial que se encarga de estos factores con relación a la carga.</p>	<p>-La empresa está en el proceso de instalación de estos depuradores para poder cumplir con lo estipulado en la OMI pero para llegar a la instalación se han realizado estudios de mercado para poder obtener los beneficios necesarios para la empresa a esto se agrega que la instalación de los scrubbers podrían afectar el consumo de la maquina e auxiliares por la capacidad de kW de la fuente de combustión.</p>	<p>-De momento, la instalación de los depuradores están en proceso debido a los costos que se generan a la instalación y el proceso logístico que se viene realizando debido a que se tiene que gestionar los tiempos que se disponen por que se conoce que cuando un buque no está en proceso de navegación tiende a perder ingresos el cual es un factor importante para la naviera es por ello que se requiere que los armadores dispongan de buenos procesos logísticos por el bien de la empresa y con relación al tema atmosférico.</p>	<p>haría un estudio previo.</p> <p>-De acuerdo a las implantaciones que se han realizado en la compañía que laboro tengo conocimiento que se han instalado scrubbers para que se pueda cumplir con las prescripciones por la OMI. Se conoce también que estas instalaciones han traído consigo diferentes dificultades tales como la afectación en la estabilidad y la flotabilidad del buque esto podría ocasionar que se realicen nuevos estudios debido que podría traer consecuencias a futuro. Ahora los buques están en principio de adaptación con los scrubbers, pero con el</p>

				tiempo se verán los problemas que se podrían producir.
E11				
-No cuento con esa información ya que normalmente esa información lo manejan los oficiales senior, si tuviera algún colega que trabajase en los otros buques le preguntaría pero desde que llegue a la compañía solo he navegado el buques gaseros y no sabría decirte si quizás se ha hecho la instalación de este sistema en los otros buques.				
<p>Interpretación preliminar: Se extrae de los entrevistados que en algunos casos han sido partícipes de la instalación de SLGE pero que, por otra parte, conocen el tema por la incidencia y repercusión informativa del SLGE como segunda alternativa.</p> <p>-Según los entrevistados, existen restricciones en algunos países con respecto a las restricciones relacionados con la descarga, pero que sin embargo, en la gestión de las rutas del buque es un factor importante a tomarse en cuenta.</p> <p>-Por otra parte, se pudo conocer que, en una compañía naviera peruana, se estuvo por instalar SLGE debido a que las refinerías manifestaban no producir combustible con bajo contenido de azufre, lo cual conllevó a una cierta incertidumbre que luego fue corregida, debido a que se pudo conocer que la propia refinería si cumpliría con los estándares normativos relacionados con las emisiones de azufre.</p>				

-Criterios:

Entrevista

3. ¿Cuáles fueron los criterios que se manejan para poder implementar un SLGE?				
E1	E2	E3	E4	E5
-Bueno la idea más cercana que puede tener sobre los criterios tomados en cuenta para poder hacer la instalación de este sistema es las relaciones de costo de los combustibles y el tiempo que tomaría el retorno de la inversión ya que si demora mucho creo que también se debería considerar la antigüedad del buque porque si el buque ya está próximo al desguace no le veo mucho sentido hacer una inversión de tal envergadura.	-Desde mi perspectiva creo lo más resaltable de estos criterios y de los principales a tomar en cuenta son los precios de los combustibles y la inversión que se haría con este sistema si de cierto modo comparar cuál de estas opciones sería la más rentable y quizás también considerar indiferente del precio la disponibilidad de estos combustibles destilados en cada puerto que es un factor muy importante a tomar en cuenta.	-Bueno uno de los criterios a tomar son los precios de los combustibles pero te había mencionado antes algunos puertos han prohibido el uso de este sistema bueno prohibido en si no pero si las descargas de estos sistemas pero de los que son circuito abierto que si descargan el agua de lavado hacia el mar y bueno supongo que la ruta que vaya a tener buque también sería un factor por este motivo porque no sería útil si tiene una ruta en la cual no se permite las descargas de los efluentes del sistema.	-Claro los criterios que se tomaron en cuenta lo primero a considerar son los precios de los combustibles porque si los combustibles estuvieran demasiado baratos no se haría una gran inversión en un sistema como ese pero además de eso se tiene que tener en consideración las rutas por las cuales transita ya que algunos países han optado por la prohibición del agua descargada producto del lavado de este sistema, algo que nosotros no tomamos en cuenta ,en cuestiones de la construcción del buque si se tiene que decir que son pesos adicionales ,ya que la estabilidad y los	-En los buques que se han implementados estos sistemas se han realizado un estudio de las rutas que realizan debido a que existen zonas donde no están permito la descarga procedente de los depuradores húmedos, con ello se llega a que se tiene que estudiar el tema logístico para poder determinar una buena instalación y tenga una buena relación de beneficio y económico.

			esfuerzos son las cosas más importantes en los buques, y este equipo agregaría más peso volviéndolo más inestable al buque es por esto que se debe hacer un análisis previo de cómo se va a llevar a cabo la instalación del equipo para evitar futuros problemas con este.	
E6	E7	E8	E9	E10
-Se tomaron muchas medidas con relación a la implantación de este sistema ya que dispone de factores como la descarga, el costo de instalación y una influencia con la estabilidad del buque. Con ello puedo agregar que el sistema dispone de una proyección positiva con respecto a los años de uso y el valor agregado con el respecto al estado económico.	-Con la instalación de estos sistemas los cuales tienen un beneficio con respecto a lo económico y ambiental, agrego que los criterios se han ido manejando con respecto con el costo de combustible porque al momento de usar este tipo de sistemas se evalúa las rutas en los cuales se van a usar este tipo de sistemas porque se	-La administración determina la logística y así concluyen si los sistemas por instalar o instalados son positivamente efectivos para la empresa por eso se toman valores como el costo de combustible que se puede usar en los tramos cortos y sobre todo los lugares en donde naveguemos sean zonas por el cual podamos hacerlo sin demoras. Otro factor importante es el uso del scrubber en sus	-Debido a los criterios que se manejan para el cumplimiento de lo estipulado en la OMI 2020 se requiere de un enfoque al cual la empresa naviera debe de incurrir es por ello que la instalación de estos depuradores interviene muchos criterios que se deben de evaluar como la proyección de uso de este sistema de limpieza de gases de escape. Otro criterio es que al usar estos tipos de scrubber se dispondrá de un	-Los estudios que se realizan para poder implementar los SLGE a bordo son factores determinantes debido a que involucran la estabilidad del buque por el posicionamiento y su determinado funcionamiento, agrego que la principal proyección de las instalaciones de estos depuradores son los bajos costos de los combustibles que se determinan para su uso. Se espera con el

	<p>conoce que existen países en los cuales no están a favor de este tipo de depuradores emitidos.</p>	<p>diferentes circuitos esto determina un factor importante debido a las consecuencias que delimitan la posibilidad de uso.</p>	<p>análisis que se debe de realizar en los nuevos diseños para un mejor rendimiento.</p>	<p>pasar de los años se pueda tener una recuperación con la inversión de estos sistemas. Porque lo que se espera es que la proyección del equilibrio económico sea de un factor bueno para las empresas navieras.</p>
E11				
<p>-Creo que los criterios a tomar en cuenta cuando se hace una instalación como esta se debe realizar la comparación de los combustibles en cuanto a los precios y el tipo de combustible que se busque ya sea los destilados o los combustibles bajos en azufre que suelen tener precios similares pero de acuerdo a la zona suelen variar los precios es por esto que también se tiene que tener considerar la</p>				

<p>ruta ya que realizar una instalación como esta puede ser un instrumento con el cual la compañía se ahorraría bastante pero todo esto es una perspectiva seguro deben de tener más criterios a analizar.</p>				
<p>Interpretación preliminar: De acuerdo a lo extraído, el primer criterio a tomarse en cuenta fue la de conocer las rutas las cuales serán parte del buque, ya que se sabía de qué existían puertos en los cuales la descarga de agua de lavado estaba restringida.</p> <p>-Además, se tuvo que realizar un análisis correspondiente al peso de los depuradores debido a que la instalación correspondiente tiene una influencia en la estabilidad transversal del buque, lo cual debe ser realizado por especialistas en la materia.</p> <p>-Por otra parte, el costo del combustible representa otro factor determinante para poder realizar la proyección correspondiente y de esto modo poder verificar el equilibrio económico que determine establecer una decisión idónea en correspondencia con la búsqueda de una implementación adecuada.</p>				

-Aspectos económicos:

Entrevista

4. Ante las investigaciones preliminares que establecen que el SLGE tiene una repercusión en el medio marino ¿Cómo cree usted podría repercutir en aspectos económicos para los buques quienes han optado por implementar dicho sistema en sus buques?				
E1	E2	E3	E4	E5
-Bueno desde mi punto de vista dudo mucho que de haber estudios que comprueben que estos sistemas lleguen a contaminar el medioambiente se pueda de cierta forma prohibir totalmente el uso de estos ya que resultaría en la pérdida de su inversión para muchas compañías las cuales si bien pueden haber hecho la instalación recientemente como así también de los que están en proceso de construcción.	-Si las investigaciones señalan que existe contaminación por parte de estos sistemas lo más viable sería retirarlos pero no de forma abrupta ya que si se da de esta manera sería muy perjudicial para la economía de las compañías es por esto que lo más recomendable sería que retire paulatinamente al menos hasta que la compañía haya recuperado la inversión realizada en el sistema.	-A mi parecer teniendo en cuenta que no se mucho sobre el sistema tengo mis dudas debido a que si se afirma que contamina este sistema eso dejaría mal a la OMI en cuanto a las investigaciones para mitigar las emisiones de azufre ,aun que de ser así esto daría pie a que se ponga más énfasis en la investigación de posibles tecnologías futuras para mitigar la contaminación pero enfocándonos en las compañías que optaron por el uso de este sistema la mejor opción sería darle un plazo a todas las compañías	-Esta es una de la incógnitas que tendría al mercado marítimo alerta porque si bien es cierto de que haya posibilidades de que se compruebe que el sistema sea responsable de contaminar el medio marino se tendría que tener en cuenta las grandes inversiones que han realizado las compañías y además agregar las construcciones ya delegadas a los diques esto conllevaría significativas pérdidas para estas ya que el retorno de inversión aproximadamente podría ser de 1 a 2 años eso si	-De acuerdo a mis años de servicio y al ver el nuevo sistema para poder disminuir el azufre y así no llegar a una contaminación en el cual se vea afectado el ámbito marítimo puedo determinar que este sistema tiene mucho que ofrecer, pero por la falta de tiempo y prueba se vería afectado el sector naviero porque si a futuro no cumple con lo establecido en la OMI 2020 la inversión estaría siendo afectando directamente.

		para detener las operaciones de este sistema.	se cumplen con los parámetros con los cuales realizaron las proyecciones porque siempre existen las fluctuaciones en el mercado marítimo ,a mi parecer una solución más viable podría ser darles el debido tiempo para que las compañías puedan recuperar la inversión realizada en el sistema.	
E6	E7	E8	E9	E10
-la proyección que se realizó es el costo del combustible que si bien es cierto tiene un valor agregado por la manera en la cual se produce usando productos sólidos para que puedan cumplir con los límites de azufre establecidos en la OMI 2020 esto conlleva a determinar que si se sigue usando este combustible los gastos son muy elevados en cambio al	-En base a las características de los combustibles y la producción de estos concluyo que el uso de los scrubber estaría en beneficio económico porque el costo es relativamente bajo con relación al tiempo de recuperación del valor agregado. Esto se vería afectado cuando los estados que están en contra	-Los sistemas que se vienen usando para disminuir la emisión de azufre afecta al ámbito naviero porque para poder invertir en los depuradores se tiene que realizar una evaluación con beneficio de la empresa y el ámbito marítimo con todo ello se espera que el payback de lo invertido se recupere en los primeros años de uso. Además los combustibles juegan un	-En mi opinión el aspecto económico es un factor importante en el ámbito marítimo por ello se ha evaluado el uso de estos depuradores para la reducción de los gases de azufre es por ello que es determinante la opinión del sector que realiza el contacto con dichos scrubbers. Desde mi punto de vista los depuradores ocupan espacio y su uso causa una buena impresión al sector naviero, pero	-La manera en el cual afectaría el sistema económico para la empresa naviera sería que se restrinjan el uso en zonas que no ven con una buena proyección de uso de los sistemas de scrubber debido a que podría afectar al PH del agua salada en donde se efectuaría el proceso de vertimiento. Si llegara a pasar esta repercusión con el

<p>usar los depuradores el coste de precios disminuyen debido a que con los scrubbers se puede usar combustibles económicos y al momento de pasar por el depurador disminuiría las emisiones de azufre.</p>	<p>de los depuradores prohíban su uso en determinadas zonas es ahí cuando la inversión se vería afectada.</p>	<p>valor importante en el sector naviero porque si los costos de estos disminuyen favorecería al ámbito ambiental pero el fabricante se vería afectado junto con las navieras que están invirtiendo por este tipo de scrubber.</p>	<p>podría afectar al sector ambiental cuando se produzcan las descargas desde los scrubbers y afecten directamente a la flora y fauna de dicha zona.</p>	<p>sistema el ámbito económico estaría muy afectado por que no recuperaría la inversión.</p>
<p>E11</p>				
<p>-En mi opinión creo que existen grandes posibilidades de que este sistema contamine ya que se tiene que tener en cuenta que el buque en si a pesar de tomar todas la medidas necesarias para disminuir la contaminación provocada al medio marino mediante todas las descargas que pero estas no son de importancia ya que al ser en pequeñas cantidades se asume</p>				

<p>que no contaminaría pero en grandes cantidades si se llegaría a contaminar ,pero observando esto si bien se llegase a prohibir el uso lo más viable son los combustibles destilados en bajo azufre pero eso conllevaría pérdidas para las compañías a menos que se ponga un límite de tiempo para las compañías para que de esta forma puedan recuperar un aparte de su inversión.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Se interpreta que, de restringirse el sistema por afectaciones al medio marino, desde el punto económico el asunto estaría relacionado con la inversión establecida para instalar el SLGE, ya que se establece que tiene un “payback” de entre 1 y 2 años, los cuales para buques quienes hayan implementado recientemente y de producirse dicha anomalía correspondería a una situación caótica, pero por el momento poco viable. -Se establece que, de poder restringirse el sistema, el procedimiento es comunicar con anticipación de tal manera de que la industria naviera pueda ir preparándose para dicho evento.</p>				

-Restricción inminente:

Entrevista

5. ¿Cómo afectaría económicamente una inminente restricción del SLGE en un buque que ha implementado el sistema?				
E1	E2	E3	E4	E5
-En mi opinión la verdad dudo que se lleguen a prohibir por el mercado de estos sistema está en crecimiento y no creo que se pare repentinamente si es que se comprueba que el sistema contamina se tendría que hacer como lo realizan en el parque automotriz siendo estos tiempo extendidos para que todas se puedan acomodar a las normas es por esto que si se llegan a restringir ya serian de acá a unos 10 años aproximadamente después de que hagan el anuncio de la comprobación de que	-Creo que por el momento mientras que no se tenga pruebas contundentes de que este tipo de sistemas son responsables de la contaminación del medio marino no se va a restringir absolutamente porque si bien hay estudios que dicen lo contrario las OMI ha hecho un análisis de la mano con las manufactureras de los equipos para así poder disminuir la contaminación emitida por el buque es por esto que la OMI sigue certificando que	-Bueno desde mi punto de vista creo que no sería de mucha importancia para compañías ya que la OMI garantiza que este sistema es un medio para poder mitigar las contaminación del medio marino es por esto que a pesar de que existan estudios se tendrían que realizar muchos más para de esta forma poder afirmar de forma cabal que estos sistema perjudican al medio ambiente y de darse este caso creo que se implantaría un tiempo límite para dejar de hacer uso de estos sistemas en los buques pero también	-Bajo mi punto de vista las afectaciones económicas en caso de un restricción inminente serian de gran envergadura ya que muchas compañías hicieron inversiones casi a toda su flota y no estamos hablando del tamaño como la compañía en la que estoy, sino compañías que cuentan con una flota con un gran número de buques a los cuales hacerle una inversión de entre 2 a 4 millones dependiendo si son construcciones nuevas o ya una reestructuración de estos ,resultaría en una perdida que las compañías no se pueden permitir aunque para que	-De acuerdo con los años de servicio al sector naviero puedo agregar que cuando el sistema implementado no está dando resultados positivos la organización marítima informa con anticipación para que el sector en mención tome las precauciones del caso y pueda buscar otras alternativas para disminuir las emisiones de azufre.

este sistema contamina.	estos sistemas son una de las alternativas a considerar para poder cumplir con límites de azufre requeridos.	considerando de que la compañías no se vean afectadas significativamente en lo económico.	suceda eso deben haber diversos estudios que avalen que estos sistemas contaminan y si se llegara a confirmar que estos contaminan el medio marino supongo que se tomaran cartas en el asunto pero no tan estrictas lo más viable seria darle un lapso de tiempo en el cual las compañías tengan la posibilidad de recuperar la inversión hecha.	
E6	E7	E8	E9	E10
-Debido al uso de los SLGE las empresas están apostando a que este sistema es una fuente para poder reducir las emisiones de azufre y la OMI tiene que seguir muy de cerca este sistema porque de darse una restricción inminente las compañías se verían afectadas debido a que la plata invertida no se podría	- De acuerdo a lo estipulado por OMI sobre las emisiones de Azufre las empresas quieren cumplir con las normas pero si en el peor de los casos nos encontramos con las restricciones del uso de scrubbers las empresas navieras se verían afectadas porque deberían de	-Si la OMI hubiera visto algún defecto en el sistema de scrubber hubiera lanzado un comunicado para que las empresas puedan actuar y no estén afectados con la inversión que han asumido es por ello que la organización marítima internacional tuvo que haber realizado un análisis en el cual pueda terminar si	- La manera en la cual afectaría económicamente al ámbito marítimo es con una inminente restricción pero para que se pueda dar este tipo de situación la OMI tiene que enviar un comunicado para que las empresas puedan cambiar el sistema de depuración y usar otras fuentes para la reducción de azufre, pero ante todo ello es muy poco	-El inversionista se vería muy afectado debido a que una restricción inminente afecta directamente al uso de este sistema, pero si llegara a suceder la OMI tendría que proporcionar un tiempo para que el sector marítimo pueda evaluar otras opciones de modo que no perjudique la inversión realizada. Con ello

<p>recuperar a menos que la OMI determine un tiempo prudente para que las navieras puedan ver otras opciones para poder cumplir con lo establecido en la OMI 2020.</p>	<p>plantearse la idea de quitar el sistema en el plazo que la organización marítima internacional así lo determine, pero de acuerdo a ello; la OMI tendría que brindar plazos a las empresas para que puedan hacer cambios y puedan recuperar la inversión realizada.</p>	<p>la instalación del sistema tiene una acotación importante en el ámbito marítimo de lo contrario hubiera puesto muchas excusas para que no se vea realizado las instalaciones de los depuradores.</p>	<p>probable que se restrinja porque la demanda de proyectos de la implementación de los scrubbers viene creciendo y por ello tendrían que evaluar con anticipación para que no se vea afectado los inversionistas.</p>	<p>agrego que si esto estuviera siendo evaluado por la OMI, esta organización proporcionaría información suficiente para que las navieras eviten el uso de este sistema.</p>
<p>E11</p>				
<p>-A mi parecer no creo que se llegue a restringir ya que se podría decir que es una tecnología nueva que en muchos buques recién se están utilizando y después de una inversión tan grande por parte de todas las compañías además de considerar como quedaría la reputación de la OMI ya que las pérdidas</p>				

<p>serian su responsabilidad ,debe de haber una solución en caso sea inminente la restricción se debería implementar una especie de plan en el cual se considere brindar un periodo de tiempo para que las compañías dejen de hacer uso de este sistema.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Según las posturas establecidas se considera que es muy poco probable que la OMI pueda restringir el uso de SLGE de manera intempestiva, ya que por lo general cuando se produce un cambio significativo siempre se establece tiempos límites para que puedan adoptarse las medidas más idóneas o adecuadas.          -Consideran que los SLGE se encuentran en la actualidad avalados por la OMI, y que de existir una actitud restrictiva podría realizarse a partir de estudios concretos los cuales conlleven a la Organización a establecer posturas idóneas en beneficio de la eficiencia del transporte marítimo, siendo una de las más contundentes lo relacionado con la protección del medio marino.</p>				

-Influencia negativa en el medio marino:

Entrevista

6. ¿Considera que las navieras para implementar SLGE en los buques han considerado las afectaciones negativas que tendrían una potencial influencia en el medio marino y la repercusión económica que podría corresponderse con dicha situación?				
E1	E2	E3	E4	E5
-Eso es algo que dudo que hayan hecho ya que uno como encargado una compañía de renombre lo que hace es seguir las normativas para poder seguir trabajando en este contexto siempre te van a dar opciones para cumplimiento de las normativas si un ente como la OMI dice que no contamina es porque se realizó un estudio analizando todos los factores que pueden incurrir en una contaminación del medio.	-A mi parecer no creo que se haya realizado un estudio y/o análisis por parte de la compañías navieras ya que los scrubber se han implementado como una opción para dar cumplimiento con los límites de azufre propuestos por la OMI, teniendo esto estaría demás invertir en estudios ya realizados por un ente el cual se encarga de fiscalizar esta áreas.	-Bueno del poco conocimiento que manejo de cómo se llevan a cabo los procedimientos de gestión en las compañías navieras ,estas no cuentan con departamentos los cuales realicen investigaciones para corroborar de cierta forma los estudios hechos por las entidades encargadas del sector marítimo es por esto si se tienen un futuro investigaciones que confirmen esto.	-Por parte de la compañía no contamos con un departamento o alguien que se encargue de verificar de si llegasen a contaminar porque si es una norma estipulada por los entes encargados ,uno va a realizar para cumplir con las normativas en este caso la scrubber era una de las opciones para dar cumplimiento es por esto que las compañías deducen que si se hace tal recomendación para dar cumplimiento las compañías verán la opción más rentable para sus necesidades.	-Los nuevos criterios a usar en el sector naviero en el tema de implementación de este nuevo sistema de depuradores conlleva a un estudio de parte de las empresas navieras pero para poder empezar a analizar la organización marítima internacional tiene que evaluar los lados positivos y negativos para que a futuro el ámbito de inversión no se vea afectado.
E6	E7	E8	E9	E10

<p>-En el sector naviero se debe de considerar las afectaciones que podrían originar en el ámbito económico esto conlleva a tener una evaluación de uso de los scrubber con ello agrego que el funcionamiento de los depuradores debe de haber sido estudiado porque de lo contrario puede traer consecuencias como por ejemplo cuando se verte al mar los residuos usados para poder cumplir con las emisiones de azufre, así como lo determina la OMI 2020. está relacionada directamente con el flujo de gases de escape.</p>	<p>- Las navieras no disponen de una investigación para que puedan determinar si el uso de los depuradores son buenos factores a largo plazo debido a la alcalinidad del mar al momento de mezclarlo y así se alteren el PH de la zona en descarga, es por ello que se deben de efectuar análisis para poder mejorar este sector socioeconómico, se espera que las empresas busquen niveles de conocimiento para su propia gestión y así determinar qué tipo de scrubber debería de usar.</p>	<p>- Se deben de efectuar muchos estudios a la hora de invertir es por ello que las empresas navieras deberían de efectuar un análisis de mercado y tener un factor agregado. A esto agrego que la instalación de un sistema de depurado no es un proceso barato porque muy aparte del costo de este producto tiene además la instalación y el consumo de combustible que se requerirá al momento de la instalación por ello las empresas navieras deben de disponer departamentos de investigación los cuales se deberían de dedicar a evaluar los diferentes riesgos que pueden originar una mala gestión.</p>	<p>-Los niveles de gestión en una empresa es muy importante para determinar si el uso del dinero tiene un factor de inversión favorable. Es por ello que el fabricante de los sistemas de scrubbers deben de evaluar las diferentes razones para tener a futuro una inversión positiva. Con ello agrego que los depuradores tienen que ser evaluados y no traigan consigo factores desfavorables y ocasionen a la empresa una repercusión desfavorable en el sector económico.</p>	<p>-En mi criterio profesional los efectos que conllevan a la pérdida económica en las empresas navieras es la mala gestión para adquirir diferentes sistemas, es por ello que cuando la OMI dio la posibilidad de la implementación de este sistema de depurador las empresas tienden a evaluar los lados positivos y negativos y así poder tener buenos beneficios en el ámbito económico. Las empresas tienen que tener opciones en donde pueda el sector naviero adquirir buenas oportunidades a la hora de evaluar la posibilidad de instalar este nuevo sistema.</p>
<p>E11</p>				
<p>-No creo que se realicen estudios o</p>				

<p>experimentos previos por parte de la compañías porque si bien es cierto que aún no es confirmado que estos sistema sean responsables de contaminar el medio marino ,se supone que la OMI ha hecho las investigaciones pertinentes para poder designarlos como una opción viable para cumplir con las limitaciones de emisiones estipuladas por esta.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Se pudo extraer de que la OMI ha implementado una serie de directrices y circulares desde ya hace varios años considerando que el SLGE es una segunda opción para poder cumplir con los límites de las emisiones de azufre del transporte marítimo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Por otra parte, se pudo conocer que las navieras no han realizado estudios sobre los asuntos de repercusión al medio marino, debido a que no forma parte de las competencias relacionadas con el plan de poder implementar SLGE a bordo de los buques.</li> <li>-Por lo general las navieras para poder implementar el SLGE toman en cuenta las directrices de la OMI, los cuales tienen que ver con el reconocimiento, el monitorio y aspectos netamente técnicas a diferencia de los que se proyectan para fines de poder garantizar la repercusión en el medio marino.</li> </ul>				

**Síntesis conceptual parcial sobre el segundo objetivo específico:** Las posibles repercusiones que pueden suscitarse respecto al uso de SLGE se pueden visualizar desde múltiples perspectivas.

Con respecto a la inversión de una naviera para poder implementar el SLGE se establece que existe un costo aproximado de entre 1 y 2 millones de dólares, pero que se cuenta con un “payback” de entre 1 o 2 años. De realizarse operacionales normales en ese límite de tiempo no existiría problemas debido a que se estaría recuperando la inversión y por otra parte de respondería a la demanda jurídica del cumplimiento de las normas relacionadas con el azufre.

Por otra parte, con respecto a la situación de una posible restricción establecida por OMI por la repercusión al medio marino que pueda comprobarse, se establece que no existiría una repercusión económica que se pueda transformar en una inversión estéril por parte de las navieras quienes busquen implementar SLGE en los buques que formen parte de la flota, ya que al momento se consideran sistemas autorizados por la OMI los cuales han establecido hasta directrices y circulares para garantizar el reconocimiento, certificación, monitoreo y evaluación del mismo de tal modo que sea eficiente.

En ese sentido, se pudo conocer que de establecerse una restricción de SLGEs se establecería un tiempo con anticipación de tal manera de que el transporte marítimo se pueda preparar para un cambio significativo que se establecería en los buques mercantes quienes hasta el momento tienen implementado el SLGE y otros quienes ya tiene previsto o proyectado implementarlo, considerando además que se prevé que se seguirá incrementando la demanda a nivel internacional, siendo los más solicitados los SLGEs húmedos de circuito abierto.

Vale la pena resaltar que entre los principales criterios que las navieras toman en cuenta para poder implementar los SLGEs tienen que ver con la ruta, ya que existen áreas y jurisdicciones marítimas los cuales no permiten las descargas del agua de lavado al mar, lo que desde ya de buscar utilizar SLGEs deben utilizar el sistema más adecuado para poder cumplir con limitaciones regionales. Dicha situación representa una condición económica la cual tiene una repercusión directa en asuntos financieros para una naviera.

En efecto, se puede considerar que para las navieras quienes han optado por implementar los SLGEs en la flota respectiva no se visualizan repercusiones económicas debido que hasta el momento son cada vez más los buques quienes están optando por implementar dichos sistemas, y que hasta el momento no existe restricciones que se hayan formulado en el seno de la OMI, lo que determina una estabilidad con respecto a las proyecciones de nuevos buques quienes están optando por implementar dichos sistemas para poder cumplir con las normas sobre los límites de azufre y de esta manera poder ahorrar gastos demandantes y superiores al utiliza combustible con bajo contenido de azufre o cualquier otra alternativa disponibles que pueda representar mayores gastos para la naviera.

**4.1.3. Detectar qué posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.**

-Formación:

Entrevista

7. ¿ Qué aspectos formativos deben considerarse para oficiales quienes operan buques con SLGE implementados?				
E1	E2	E3	E4	E5
-Desde mi punto de vista en cuanto a la experiencia que tengo me atrevería a decir que uno de los puntos más importantes a considerar primero se debe tener todos los aspectos técnicos del sistema para así de esta manera se pueda instruir correctamente mediante entrenamientos a los oficiales para así de esta manera estos puedan llevar un monitoreo adecuado del sistema.	-Bueno a los aspecto formativos se tiene que considerar la operatividad del sistema que sepan el principio de funcionamiento después en los aspectos jurídicos que debe ser una de las prioridades para que al momento de revisar las normativas sean capaces de entender y de esta manera poder dar cumplimiento a las normativas.	-Se debe tener presente que una de las cosas más primordiales en cuanto a conocimiento es como es la operación y mantenimiento de los equipos de acuerdo a los manuales del fabricante que este mismo provee ya que si se tiene estos conocimientos se puede llevar una operación idónea así el oficial conozca mucho las normativas en el manual especifica los valores limites a los vuales debe operar el sistema.	-Siendo un poco objetivo con este tema se tiene que tener en consideración que el aspecto de jurídico en cuanto a las normativas es una de las cosas más importantes ya que con este conocimiento uno puede tener una interpretación de las normativas más acertada y así evitarse cualquier tipo de problemas por una mala interpretación de estas ,agregando a esto el lado operacional el funcionamiento del sistema y el	-Con respeto a los aspectos formativos de un oficial mercante es que estos deben de cumplir con las diferentes normativas establecidas por el sistema, con relación al uso de los SLGE el personal abordado tiene que estar familiarizado y para ello se tiene que efectuar charlas del fabricante para su uso, así como los oficiales deben de leer los manuales de uso y si llegaran a tener alguna duda se tendrá que

			mantenimiento de los fabricantes independientemente de los manuales técnicos que se de conocer para dar cumplimiento a las regulaciones estipuladas por la OMI.	realizar al fabricante competente.
E6	E7	E8	E9	E10
-De acuerdo con lo estipulado con los requerimiento de la OMI los oficiales abordo deben de cumplir con los diferentes aspectos formativos es por ello que el oficial mercante debe estar capacitado para poder solucionar problemas, y con respecto a la instalación de los SLGE el oficial debe de tener conocimiento previo para poder entender con facilidad los términos usados en los manuales y esto se logra con una buena	- En mi criterio los aspectos formativos dependen de la formación provenientes de la escuela o centro superior de estudios porque recordemos que un buen profesional está en constante aprendizaje es por ello que con relación a las instalaciones de los depuradores abordo se tiene que tener la facilidad de poder entender el buen uso de estos sistemas.	- Con respecto a los niveles de capacitación del personal mercante dependerá de la persona y lugar de aprendizaje, con relación al uso de los scrubbers abordo se tiene que tener la facilidad de abordar la terminología usada por los fabricantes por ello los oficiales deben de haber leído los diferentes manuales que disponen estos sistemas y así en problemas básicos el oficial pueda solucionar estos de manera básica.	-Al momento de operar los sistemas de depuradores el oficial debe de estar familiarizado con los manuales de los sistemas que han sido instalados en el buque debido a que los formatos en los cuales donde se regulan las normas de uso debe estar completamente claro a la hora de usar los sistemas de uso.	-En el ámbito marítimo el profesional tiene que estar capacitado para poder tomar decisiones los cuales se ven reflejado en su trabajo por ello el aspecto formativo en el oficial mercante es muy importante por los términos en mención anteriormente, y con respecto al monitoreo y uso de los SLGE el oficial deberá de estar familiarizado con el monitoreo de dicho sistema para que cumpla de manera efectiva su labor y no traiga consigo problemas de manejo,

capacitación de parte de los fabricantes.				y agrego que se debería de dar una instrucción antes del uso de los depuradores los cuales lo deberían de brindar los fabricantes.
E11				
- El aspecto más importante desde mi punto de vista es que los oficiales que estén destinados a operar este tipo de sistemas deben de tener claro los procedimientos a llevar cabo para su operación así mismo los procedimientos para hacer pruebas del equipo además de los mantenimientos preventivos que se tienen que realizar ,si bien es cierto que deben conocer las regulaciones se debe tener en cuenta que mientras que el equipo este siendo mantenido correctamente no				

<p>existirá ninguna clases de problema de emisiones no deseadas.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Se establece que los aspectos formativos que deben considerarse para los oficiales quienes operan SLGE tienen que ver con cuestiones técnicas relacionadas con la operatividad donde resaltan acciones que tienen que ver con el monitoreo y las alarmas que alertan un inadecuado funcionamiento del mismo.          -Por otra parte se establece que se deben considerar manuales los cuales establecen apreciaciones específicas en razón de las diversas situaciones tanto para la operación y el monitoreo de los sistemas, los cuales deben tomarse en cuenta para poder capacitar al personal.</p>				

-Manuales instructivos:

Entrevista

8. ¿ Considerando que los manuales de operación del sistema suelen ser sumamente técnicos ¿Cree usted que podría elaborarse materiales didácticos e independientes para cada buque quienes cuenten con el sistema en el buque que opera?				
E1	E2	E3	E4	E5
-Claro que tener material didáctico sería un gran acierto ya que si bien es cierto que estos manuales son muy técnicos es un punto a observar ya que todo manual independientemente del equipo que sea siempre se busca que sea lo más sencillo posible para que así de esta manera estos puedan ser entendidos por cualquier persona que lo lea sin tener grandes conocimientos previos.	-Bajo mi perspectiva esto siempre ha sido muy importante ya que siempre se trata de que todo tipo de manual al ser leído estos tienen que ser entendidos por cualquier tipo de persona cuente con conocimientos previos o no es por esto que bajo esta premisa desarrollar de cierta forma materiales didácticos sería un gran acierto.	-Desde mi punto de vista creo que sí, he leído muchos manuales en los cuales era muy difíciles entenderlos a pesar de tener conocimiento previos ahora imagínate una persona sin conocimientos que quiera aprender no podrá hacerlo ya que el manual es demasiado complicado como para que se pueda entender ,es por esto que quizás al ser más didáctico cualquier persona podría leer y aprender mucho más.	- Creo esa es una muy buena idea con el objetivo que no solo los oficiales puedan aprender sino cualquier persona que quiera incrementar sus conocimientos será capaz de llegar a un grado de entendimiento es por esto que al realizar materiales didácticos para que puedan tener un mayor entendimiento y esto es debido a que los manuales de estos sistema son muy técnicos se tiene que tener de conocimiento términos El para poder llegar al entendimiento de estos manuales.	-Se podrían realizar materiales didácticos para que los miembros de la tripulación puedan comprender el funcionamiento de los diferentes equipos para que tengan criterio a la hora de usar los diferentes sistemas abordó, con ello puedo agregar los oficiales deberían estar capacitados para poder usar los sistemas antiguos y nuevos que son instalados a bordo.
E6	E7	E8	E9	E10

<p>- Considero que en el sector marítimo los manuales deberían de disponer de fuentes donde el marino que disponga de su lectura pueda comprender los temas que son brindados como en el caso de los SLGE que disponen de manuales los cuales son técnicos y la mejor fuente de entendimiento son con las charlas que se brindan a bordo con la finalidad de obtener los conocimientos previos para su entendimiento, los sistemas scrubber tienen manuales en donde se puede estudiar los componentes y factores que lo involucran.</p>	<p>- Los manuales de abordaje deberían de ser orientados a la experiencia o un manual enfocado en la teoría para que el personal pueda tener un conocimiento base para que cuando los técnicos que instruyen al uso de estos sistemas puedan resolver las dudas de estos indicando que factores se pueden mejorar y así el personal a bordo pueda laborar con mucha confianza.</p>	<p>- Los sistemas de aprendizaje a bordo son muy buenos con relación a las charlas que se efectúan para que el personal pueda interactuar con los diferentes sistemas y en este caso el funcionamiento del SLGE acompaña al buen funcionamiento de estos con buena teoría que se será obtenido por la lectura que el oficial encargado se debe de efectuar muchos estudios a la hora de invertir es por ello que las empresas navieras deberían de efectuar la mala gestión.</p>	<p>- Los materiales didácticos que se podrían realizar son las charlas y programas en los cuales los tripulantes puedan interactuar con los manuales en los cuales los oficiales deberían de estar familiarizados y puedan responder con las dudas para ello debieron de haber tenido alguna charla con los técnicos especialistas en el sistema instalado, para tener un mayor control se debería de implementar en la gestión de abordaje o en el ISM de la empresa para tener un mayor régimen en el cumplimiento de las normas a bordo.</p>	<p>- Abordaje existen muchos manuales que son muy técnicos y para poder entenderlo se debería de tener charlas básicas con relación a la terminología usada con la finalidad que el oficial mercante pueda entender mejor los criterios usados en dichos manuales y pueda encontrar una solución basados en criterios del fabricante, y para que la tripulación tenga noción de las cosas que se efectúan a bordo se debería de realizar charlas de dicho manual como es en el caso de los SLGE.</p>
E11				
<p>- Si creo que a bordo se debería tener material más didáctico, me refiero a que cada</p>				

<p>manual tenga algún tipo de instructivo en el cual se explique el cómo se puede llegar a un mejor entendimiento mediante una explicación en la cual se aclaren términos y explicaciones básicas que serán de ayuda para poder entender estos manuales técnicos ,porque se necesita llevar un tiempo para comprender bien estos tipos de manuales.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Los entrevistados consideran que cualquier material o recurso que pueda ayudar al entendimiento del sistema SLGE puede ser importante y relevante para que se pueda garantizar la operación y el monitoreo del sistema de manera adecuada.</p> <p>En ese sentido, se establece que sería importante la elaboración de manuales que sean cada vez “más digeribles” para la asimilación de las actividades técnicas que se establece en el manual del sistema, lo que ayudaría a fomentar el acercamiento de los oficiales para una adecuada operación.</p> <p>Se establece además que aquellas cuestiones que puedan abordarse se centren en los componentes del sistema, los reconocimientos, operación y monitoreo.</p>				

-Operación del sistema:

Entrevista

9. ¿ Qué afectaciones en la operación del sistema convencional podría determinar la implementación de un SLGE?				
E1	E2	E3	E4	E5
-Este sistema no trae ningún cambio a nivel operacional ya que este sistema aprovecha los gases de escape algo similar a economizadoras ,pero si nos ponemos a observar si se necesita llevar un monitoreo del equipo a lo que esto implicaría mayor carga laboral.	-Creo que por ser un equipo al igual de los muchos que hay en máquinas necesita una supervisión y un mantenimiento que se le debe de dar para garantizar su correcta operación para que así de esta manera puedan evitar futuras fallas que resulten en sanciones por parte de las autoridades.	- Bueno es un equipo que se agrega y como todo equipo necesita un mantenimiento y aparte del tratamiento que se le debe dar al agua del sistema ,hay aspectos que se tienen que tener en cuenta porque si no se hace una observación debida de los parámetros establecidos se podrían suscitar eventos indeseables como las famosas picadura en la tubería producto de la acidez del resultado de las reacciones químicas producidas en el sistema.	-Si bien es cierto que la instalación de un equipo nuevo siempre conlleva a más carga laboral ya sea por la observación del sistema como así también el mantenimiento que se le debe de dar ,y en caso no se den las dos anteriores se podría dar los famosos mantenimientos correctivos que se debe intentar evitar para garantizar un funcionamiento óptimo del sistema.	-De acuerdo con las operaciones de los nuevos sistemas que son instalados abordo se tiene una inspección constante es por ello que el personal además de estar familiarizados deberá de estudiar los parámetros que involucran el sistema para que dispongan de conocimiento a la hora de efectuar las labores de a bordo es por ello que el oficial debería de estar capacitado debido a que el uso de estos sistemas conlleva a un constante control para su monitoreo continuo.
E6	E7	E8	E9	E10

<p>-Con base a mis años de experiencia puedo agregar que una instalación de cualquier sistema tiene sus consecuencias ya sean positivas o negativas; como por ejemplo tienen un valor agregado en el ámbito de trabajo debido a que la labor está distribuida con el personal con se determina que cada tripulante cumple una función abordo y al momento de instalar un nuevo sistema se agregaría una carga laboral.</p>	<p>- Cuando se trata de instalaciones nuevas conllevan a una nueva logística el cual deberá de estar determinada por la empresa y deberá ser cumplida a bordo por el personal que labora en el buque, se espera que estos nuevos sistemas no traigan consigo problemas a las cuales el personal abordo no está completamente familiarizada debido a que como son sistemas nuevos se tiene poca experiencia con el manejo de estos.</p>	<p>- El mercado de los sistemas de depurados está creciendo gracias a que las empresas navieras deben de cumplir con lo establecido con la OMI 2020 es por ello que es importante que el personal tenga nociones con relación a la documentación y los sistemas de uso, el personal a bordo no debería de tener una carga laboral porque puede ocasionar en el navegante problemas de salud y afectar directamente el sistema de gestión a bordo.</p>	<p>-La situación que se presenta a base de la reducción de azufre determina a las empresas navieras a la instalación de estos sistemas, pero esto puede tener afectaciones tanto de salud del personal a bordo debido a que aún no se tienen estudios concretos con las desventajas que pueden ocasionar el uso de los scrubber. Es por ello que lo que se quiere es que el personal además de estar familiarizados con los sistemas deberá de estar en constante aprendizaje.</p>	<p>-Las afectaciones que podrían llevarse a cabo son los diferentes parámetros con la instalación de los depuradores como por ejemplo la carga laboral que puede tener el personal de a bordo con ello tendrían que estar pendiente de las corrosiones que puedan traer a consecuencia de la humedad y la salinidad que podría afectar la estructura de los scrubbers, con ello el personal estaría involucrado directamente con las características físicas de los componentes propios del sistema.</p>
<p>E11</p>				
<p>-En mi opinión sí creo que siempre un equipo de una u otra forma ocasiona una mayor carga de trabajo ay se ha solamente por la</p>				

<p>supervisión del equipo o ya sea por el mantenimiento por el más mínimo que sea siempre se va a necesitar de tiempo extra para poder realizar estos trabajos, y la verificación del correcto del funcionamiento con el fin de no cometer faltas que puedan conllevar a futuras multas económicas.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Se resalta que la primera afectación tiene que ver con la mayor disposición de tiempo que se invierte para poder operar el sistema, lo que se traduce en mayor carga laboral en los buques donde está implementado el sistema. –Así también, existen posturas los cuales señalan que con el tiempo la parte física de los depuradores suelen corroerse, los cual podría generar fugas a lo que los oficiales encargados deben estar atentos para poder minimizar situaciones que puedan afectar la seguridad del buque.</p>				

-Medio marino:

Entrevista

10. ¿ Considera que una inadecuada operación del sistema podría repercutir de manera directa en la contaminación del medio marino?				
E1	E2	E3	E4	E5
-Claro que si, al igual que todo sistema que tengan como función descargar al mar agua tratada medidas en ppm siempre existe una contaminación y una mala manipulación d estos tipos de sistemas ya que se necesita que lleven un monitoreo del sistema para ver si cumple con los límites permitidos en el caso que se desconozca se incurriría en la contaminación del medio marino.	- Si y no solo haciendo referencia a este equipo ya que cualquier otro equipo que tenga como producto final un efluente hacia el mar puede considerado un contaminante en potencia es por esto que para este sistema se lleva un monitoreo constante.	-Claro navegando con este tipo de sistemas no se sabe ya que según tengo entendido hay periodos de tiempo en los cuales se pueden producir una especie de picos en los cuales el sistema marcara valores altos de contaminantes y esto podría dar pie a que de algo cotidiano se pueda confundir con una situación de una falla real.	-Por supuesto es algo obvio que una manipulación inadecuada siempre va repercutir en algo negativamente en este caso podría resultar en la contaminación del medio marino ya que, si nosotros vemos una situación la cual se junten factores tales como una mala manipulación, desconocimiento del sistema, y un leve fallo se podría tener un gran problema ya que por desconocimiento se puede confundir como parte del funcionamiento del sistema.	-El simple hecho de usar este tipo de depuradores se ocasiona en forma directa la contaminación de medio marino porque al ser un sistema nuevo las empresas no disponen de experiencia con estos y podría ocasionar errores humanos. Además que la mezcla que se origina con los scrubbers hacia el mar podría alterar la flora y fauna del ámbito marítimo.
E6	E7	E8	E9	E10
-Las fuentes de información por las cuales se determina	- Las diferentes fuentes de información en los	- la contaminación que se podría ocasionar en el mal funcionamiento	-La inadecuada operatividad del sistemas a bordo pueden traer	-La operación a bordo es muy importante porque el oficial debe

<p>que el sistema puede ocasionar contaminación esto se debe a que los sistemas de depuradores tendrían la opción de mezclar los residuos hacia el mar y ocasionar indirectamente una contaminación cruzada, esto me conlleva a decir que no solo el mal funcionamiento de los sistemas puede ocasionar contaminación sino también las fallas que tengan de fábrica que podrían conllevar a una contaminación que afecte al sector marítimo.</p>	<p>cuales disponen que la mezcla que se ocasiona al mezclar el agua de lavado con el mar puede ocasionar daños en el PH y esto se podría dar por los errores que podrían tener dichos scrubber, se espera que las fuentes en mención tengan concordancia con lo estipulado por la OMI porque lo que se requiere es que este sistema no ocasione una contaminación al medio marino.</p>	<p>podría ser grave a largo plazo debido a que no solo afectaría a la atmosfera sino también afectaría al medio marino porque el agua que se trata aquí son residuos que pueden alterar el PH del medio en el cual está operando todo esto podría traer graves consecuencias, se espera que examinen a fondo todo el tema de los depuradores y no existan problemas a futuro.</p>	<p>muchas consecuencias con respecto al medio en el que se opera por ello es importante que el personal a bordo disponga de conocimientos de uso de los sistemas de scrubber para que en futuros problemas puedan resolverlos, claro que el sistema dispones de fallos de fábrica pero con el pasar del uso de estos depuradores se podrá obtener una mayor proyección en el uso.</p>	<p>de estar en constante manipulación con el sistema es por ello que la labor del oficial es muy importante y al tener una incorrecta manipulación; lo que podría ocasionar que el sistema no cumpla sus funciones y con los años el sistema tienda a malograrse es ahí donde la inversión está en juego.</p>
<p>E11</p>				
<p>-En mi opinión creo que si siempre una mala manipulación de cualquier tipo siempre tiene repercusiones ya sea operacionales</p>				

<p>como este caso se podría presentar una contaminación medioambiental que pude deberse a la falta de conocimiento del equipo como una negligencia.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Se resalta que una inadecuada operación del sistema si podría repercutir en el medio marino, ya que de acuerdo con lo que se establece en las directrices señaladas por el MEPC respecto a los SLGEs, se señalan que existen componentes los cuales tienen una afectación directa en el medio marino. Sin embargo, se establecen los parámetros respectivos para poder minimizar los daños al medio marino, principalmente para controlar la acidificación del agua y minimizar la introducción de metales y hidrocarburos aromáticos policíclicos.</p> <p>-Se señala además que los parámetros establecidos por OMI no garantiza que verdaderamente sean los adecuados para poder garantizar que el SLGE es amigable con el medio marino, ya que los lineamientos establecidos en las directrices consienten que de suscitarse eventos o alarmes que muestren que exista exceso en los límites establecidos se pueda considerar como normal para ciertos casos.</p> <p>-Se señala además que existe una percepción medioambientalista la cual sospecha de que existan estudios rigurosos realizados por OMI para poder justificar las acciones y excepciones que establece como parte del monitoreo del sistema, lo cual se corresponde con la demanda de mayores estudios de rigor científico los cuales establezcan de manera certera la situación relacionada con la afectación al medio marino.</p>				

-Alcances para contrarrestar:

Entrevista

11. ¿ Hasta qué punto considera que las actividades operacionales con respecto al sistema podrían determinar una influencia negativa para el medio marino ?				
E1	E2	E3	E4	E5
-Estos sistemas necesitan de una supervisión para poder hacer uso de estos sistemas es por esto que existen los manuales técnicos en los cuales se señala un conjunto de procedimientos para dar uso del sistema sin que haya ningún tipo de repercusión.	- A partir de esta premisa de contaminación es que se han hecho estos sistemas y sus respectivos manuales técnicos para que así de esta, manera se pueda evitar la contaminación del medio marino solo se daría en caso de que no se lleguen a respetar los parámetros señalados por el fabricante.	- Si se tiene en cuenta los límites de azufre para que de esta manera se tiene parámetro de funcionamiento para el sistema de no cumplirse estos se podría incurrir en la contaminación del medio marino ,es por esto que también es muy importante realizar los mantenimientos en sus horas de servicio correspondiente.	-Influenciar de manera negativa solo puede pasar si hay algún tipo de malfuncionamiento del sistema o como así también una mala gestión en la operación y mantenimiento de este sistema es por esto que se implantaron los manuales técnicos para que sepan cómo actuar en ciertas ocasiones para prevenir una contaminación del medio marino.	-se tiene que observar bien para tener un mejor panorama de la situación en cuanto a los inconvenientes que pueden llegar a existir con las operaciones debido a este sistema ya que ,estos para su implementación como una alternativa se han llevado diversas investigaciones que certifican que no son un medio de contaminación del medio marino, de acuerdo con esto los únicos problemas que se pueden tener para provocar una situación de contaminación del medio marino serian debido a las

				deficiencias en el manejo del sistema y por la falta de mantenimiento
E6	E7	E8	E9	E10
-De acuerdo a las actividades a bordo se puede llegar a determinar que las operaciones abordo deben ser consecuentes con los actos, me refiero a que cada tripulante debe ser consiente del as cosas que se realizan abordo y esto abarca a la posibilidad de que el tripulante tiene a confiar en sus años de experiencia y es ahí cuando se cometen más errores de lo normal. Es por ello que con charlas de concientización el personal será capaz de ser empáticos con las cosas que pasan a su alrededor.	- Desde mi punto de vista las actividades operacionales son esenciales abordo por que abarcan un sector en el cual el tripulante debe estar familiarizado con las diferentes componentes que no perjudiquen al ámbito en que se labora es por ello que se deben de realizar parámetros y establecer límites en el proceso de garantizar una buena labor, se requiere una mayor capacitación con relación a las actividades abordo.	- Debido a las circunstancias se debe de establecer los parámetros y limites en las diferentes áreas porque las actividades operacionales son fundamentales cuando se debe de operar en el ámbito marítimo es por ello que se debe de establecer procedimientos en los cuales se puedan cumplir con parámetros bases, se conoce también que se debe de tener conocimientos bases para que se puedan conocer los compontes que existen y así tener más facilidad a la hora de realizar los lineamientos ya establecidos por la OMI.	- de acuerdo a las prescripciones establecidas por la OMI se recomienda que todo personal tengo un conocimiento previo a la hora de usar los sistemas de scrubber es por ello que se deberían de realizar charlas para poder obtener respuestas del personal que tiene dudas ante ello, en la influencia negativa estos los casos que podrían ocasionar que el ámbito marino se vea afectado, ante todo puedo dar la conclusión de que un buen personal es aquel que dispone de conocimientos en su ámbito en el cual labora.	- las actividades operacionales que pueden influir en forma negativa son los funcionamientos no supervisados por el personal que conllevarían al mal uso de los scrubbers y con ello puede haber efectos negativos como el vertimiento de estas sustancias que podrían ocasionar una alteración en el medio marino. Cuando se dispone de una correcta operatividad existiría una baja posibilidad de contaminación al medio marino.
E11				

<p>-Se puede considerar que cualquier falla se debe tener en cuenta ya que estos periodos de tiempo en los que falla el sistema son lapsos en los cuales pueda haber gran contaminación descargada hacia el medio marino es la única consideración a tener ya que aún no hay los efluentes estudios que prueben que el efluente de estos sistemas contaminan el medio ambiente.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Se extrae que para cada SLGE se establecen límites y parámetros para poder establecer un funcionamiento adecuado, ya que no vigilarse y controlarse se podrían suscitar situaciones que puedan ser perjudiciales para el medio marino.</p> <p>-Por otra parte, se señala que un mal control y funcionamiento pasaría por una falta de sensibilización por parte de los operadores de manera que se garantice un control adecuado bajo los recursos y lineamientos establecidos en los manuales por tratar de considerar y evitar daños al medio marino.</p> <p>-En ese sentido, se puede considerar que las actividades operacionales si tienen una influencia vinculante que puede ser negativa para el medio marino, siempre y cuando no exista la predisposición de tomar en cuenta actividades los cuales tengan que ver con garantizar el funcionamiento adecuado del SLGE.</p>				

-Agua de lavado:

Entrevista

12. ¿ Conoce cuáles son los componentes del agua de lavado y que repercusión traen altas concentraciones del medio marino?				
E1	E2	E3	E4	E5
-Bueno no tengo mucho conocimiento acerca de los temas medio ambientales pero lo que si tengo de conocimiento es que mediante los gases de escape se desprendían metales pesados es por esto que debo presumir que estos si bien puede que una gran parte se limpien quede una parte en el agua descargada hacia el mar y estos produzcan daños al medio marino.	-Sinceramente no creo saber del todo en cuanto a la composición del agua de lavado pero por lo que visto de casos producto de contaminación por las fabricas cercanas a entornos marinos ,la repercusiones que estas tenían en el agua era daños irreparables para hacia el medio marino haciendo a referencia a la desaparición de todas las formas de vida en los cuerpo de agua.	-No tengo conocimiento de la composición del agua de lavado pero está claro que cualquier efluente producido por un buque en altas concentraciones va resultar ser un contaminante y es por esto que se tiene que llevar un control sobre los parámetros del agua de descarga para de esta forma aminorar la contaminación producto del agua de lavado.	-Bueno ,no te podría contestar acertadamente esta pregunta ya que nosotros nos basamos en las investigaciones de las compañías que manufacturan estos sistemas además hay que agregar que la OMI también ha hecho sus investigaciones para colocarlo como una opción directa para así poder cumplir con las normativas, tengo que agregar que acerca de la concentración de los compuestos del agua de lavado lo más acertado que te puedo dar es que tenga los metales pesados, materias particuladas el azufre que si bien se limpia en	-El sistema de depurado tiene la desventaja que puede ocasionar una contaminación en el ámbito marino porque tiene sustancias perjudiciales para el medio ambiente. Cuando se decide verter al mar las sustancias pueden ocasionar daños en el ecosistema del ámbito en cual se está operando.

			gran mayoría siempre va a existir un porcentaje el cual no se elimina y es consecuentemente es descargado hacia el mar.	
E6	E7	E8	E9	E10
-Los componentes que pueden afectar al sector marino son las partículas de NOx entre otras sustancias que son perjudiciales para el ecosistema del ámbito marítimo, es por ello que se tiene que tener mucho cuidado cuando se utiliza este sistema porque el mal funcionamiento podría afectar económicamente al sector naviero es por ello que se deben de cumplir con los lineamientos y reglamentaciones establecidas por la OMI.	-En el sector naviero lo que se necesita es el cumplimiento de las normas establecidas por la OMI es por ello que cuando se trabaja con este tipo de sistemas se recomienda cumplir con las disposiciones de la organización marítima y así poder cumplir con lo reglamentado para no tener graves consecuencias en el sector económico, ante ello se recomienda velar por la seguridad de la vida marítima.	- En el sector donde se pueden adquirir los sistemas de depurado se requiere tener conocimiento de lo que se va arrojar al mar cuando se usan los depuradores es por ello que como se conoce existen contaminantes y metales dañinos los cuales podrían dañar al medio ambiente es por ello los contaminantes así como el azufre y otras sustancias pueden provocar alteraciones en el ecosistemas del medio marítimo.	-En los componentes que disponen varían según las sustancias por que pueden tener altos contenidos de azufre, así como óxidos de nitrógeno que cuando son mezclados con el ecosistema marítimo puede tener alteraciones y consigo traer consigo altos contaminantes. Es por ello que se recomienda los lineamientos que se establecen en los parámetros establecidos por la OMI 2020.	- Cuando se realizan el procedimiento de lavado en los scrubber se usan altas concentraciones de materiales dañinos para el medio ambiente por ese motivo se procura hacer la descarga del contenido a tierra para que no exista una contaminación marina, pero para el procedimiento en uno de los circuitos el cual tiene que enviar los residuos al medio marino se procura estabilizar el PH de lo contrario ocasionaría una contaminación al ecosistema.
E11				

<p>-Bueno si vi unos artículos que señalaban que el agua de lavado estaba compuesto por metales pesado materias particuladas materias orgánicas y unas más que no me recuerdo ,pero teniendo en consideración estos aspectos es más que obvio que van a tener repercusiones negativas hacia el medio marino.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Según la postura de los entrevistados, se pudo extraer que en algunos casos no se tiene un conocimiento concreto sobre los componentes que son emitidos en el agua de lavado cuando se utiliza un SLGE de tipo húmedo, ya que son los más utilizados.</p> <p>-Por otra parte, algunos de los entrevistados señalan que el agua de lavado contiene componentes tales como metales, materias orgánicas, y otras sustancia los cuales acidifican el agua de mar. En ese sentido, es importante considerar que no existe un adecuado conocimiento respecto a los componentes químicos en los entrevistados, lo que también deja como evidencia que las repercusiones en el medio marino representa asuntos de poco interés para los operadores de buque, ya que se toma más en cuenta las cuestiones técnicas respecto al funcionamiento y monitoreo del sistema a bordo del buque.</p>				

-Formación jurídica:

Entrevista

13. ¿Considera que es importante la formación jurídica respecto a las regulaciones vinculadas a los SLGE en todo el recurso humano quienes operen un sistema a bordo del buque?				
E1	E2	E3	E4	E5
<p>-Claro que es de gran importancia la formación jurídica con respecto a las normas que regulan estos sistemas para así los oficiales puedan tener en claro cuáles son los tipos de sanciones en caso se llegue a incumplir alguna norma ,ya que todo el sector marítimo tiene un sinfín de leyes pero un gran número de oficiales desconocen muchas de estas.</p>	<p>- Si, de cierta forma siempre es necesario para así poder entender las normativas ya que el comercio marítimo es un sector que está bastante regulado por las leyes marítimas y teniendo en cuenta se tiene que decir que los oficiales conocen poco acerca de las leyes marítimas.</p>	<p>-Sí ,es algo que se debe tener en consideración ya que en experiencia propia es que hay veces que trato de leer ciertas normativas pero no todas las entiendo y eso es por la formación jurídica con la que cuento ,no sería mala idea hacer cursos para las tripulaciones para que de esta manera ya no sea una deficiencia en las tripulaciones sino las fortalezas de estas para que así no se cometan faltas.</p>	<p>- Si esta es una de las deficiencias que me he podido percatar cada vez que subo a un buque ,el conocimiento jurídico es muy pobre en las tripulaciones los pocos conocimientos con los que cuentan es por el papeleo que suelen hacer repetitivamente pero esto se debe también a la formación jurídica que mencionaste porque ver estos temas de leyes son difíciles para personas que no son de ese medio pero si como dije debería de haber un curso sobre las leyes marítimas.</p>	<p>- Considero que es importante el tema relacionado con los sistemas de depuración para que al momento de revisar las directrices y resoluciones el oficial mercante pueda analizar las diferentes definiciones y para que tengan noción de los lineamientos que son establecidos por el convenio MARPOL. Esto me conlleva a decir que las normativas son muy importantes para el mercante para que cuando tenga que revisar documentación establecida por la OMI tenga la facilidad de</p>

E6	E7	E8	E9	E10
<p>-Cabe saber que la base para todo estudiante en el ámbito son las normas establecidas por el convenio MARPOL, así como los archivos emitidos por la OMI con base a eso determino que el marino mercante debe tener una noción de la formación jurídica con respecto a las regulaciones establecidas para el SLGE y así puedan comprender que el uso de estos sistemas es sumamente peligroso para el medio ambiente siempre y cuando se tenga fallas con el sistema. En el sector naviero se debe de considerar las afectaciones que podrían originar en el</p>	<p>- De acuerdo con los años de experiencia puedo determinar que las reglamentaciones y directrices juegan un factor importante a la hora de comprender lo estipulado en las directrices y normativas establecidas por la OMI es por ello que al comprender dichas normas el marino mercante estará en la capacidad de determinar soluciones u opiniones las cuales pueden ayudar a mejorar cualquier problema que se situé a bordo.</p>	<p>- Se conoce que en los centros de estudios se determina siempre estudiar las bases de cualquier tema para poder comprender lo que vamos a redactar o comprender es por ello que es sumamente importante la lectura de las reglamentaciones y directrices de lo que se estable en el MARPOL. Es por ello que cuando se instalan los sistemas de depurados se debe de comprender la terminología técnica y se pueda determinar una solución y para comprender las diferentes situaciones que conllevan a un error que se podría de cometer. una mala gestión.</p>	<p>- sería de gran ayuda para los marinos egresados que se disponga de conocimientos bases es por ello considero que la formación jurídica es importante sobre todo porque la contaminación atmosférica que podría ocasionar los altos niveles de azufre. Con ello agrego que deberían de evaluar la posibilidad de gestionar los temas jurídicos desde muy temprana edad de la carrera.</p>	<p>entender las diferentes normativas.</p> <p>Para poder comprender los lineamientos que conllevan a comprender las diferentes reglamentaciones recomiendo que es muy importante el tema de formación jurídica con respecto a las regulaciones de los sistemas SLGE debido a que el oficial debe de estar familiarizado con temas relacionados con los scrubbers y puedan comprender mejor el funcionamiento de este.</p>

<p>ámbito económico esto conlleva a tener una evaluación de uso de los scrubber con ello agrego que el funcionamiento de los depuradores debe de haber sido estudiado porque de lo contrario puede traer consecuencias como por ejemplo cuando se verte al mar los residuos usados para poder cumplir con las emisiones de azufre, así como lo determina la OMI 2020. está relacionada directamente con el flujo de gases de escape.</p>				
E11				
<p>-Claro que una formación jurídica es importante para de esta manera poder leer y entender correctamente los convenios y los códigos ya que estos</p>				

<p>llevan escritas la leyes bajo las cuales estamos supeditados a cumplir , es por esto que si no se entienden correctamente estas se vería propenso a cometer faltas más seguido.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Se señala que la formación jurídica es un asunto muy importante para poder conocer y comprender todos los alcances desde el punto de vista normativo lo cual tiene un origen en el Anexo VI del Convenio MARPOL, lo que a su vez contribuye a que se establezcan prácticas y actividades lo más acorde con lo que establecen los instrumentos normativos relacionados con el SLGE.</p> <p>-En ese sentido, los entrevistados consideran que una formación previa en asuntos vinculados con las reglamentaciones es un tema esencial en la formación cuando se quiera capacitar a los operadores de los SLGE.</p>				

**Síntesis conceptual parcial sobre el tercer objetivo específico:** Entre las principales repercusiones operacionales que se toman en cuenta respecto al uso de SLGE tiene que ver con aspectos formativos, ya que es necesario que se pueda capacitar a los oficiales quienes estará encargados de la operación y monitoreo del sistema. Si bien es cierto, las directrices relacionadas con el SLGE exigen un manual que contenga una información que abordo aspectos desde el reconocimiento, la operación, el monitoreo, la representación de alarmas, etc., los cuales deben ser entendibles para cualquier persona, existiría la necesidad de poder formularse un manual con instrucciones los más “digeribles” de manera que se pueda asimilar todo el conocimiento correspondiente respecto al SLGE.

Se pudo comprender que la formación sobre el uso adecuado de un SLGE se basa en dos dimensiones centrales, los cuales tienen que ver con una formación jurídica y otra técnica, debido que las normas están establecidas en instrumentos normativos cuyo entendimiento tienen un origen netamente jurídico sobre los convenios, protocolos, directrices, circulares, etc. Además, existen aspectos técnicos los cuales tienen que ver con el principio de funcionamiento, el reconocimiento, la certificación, la operación y el monitoreo de los sistemas, así como los componentes químicos que forman parte del efluente del agua de lavado cuando se utiliza por ejemplo un SLGE húmedo.

El uso del SLGE a bordo de un buque genera mayor disposición de tiempo para su adecuada operación y monitoreo, lo que a su vez con el pasar el tiempo podrían observarse corrosión en la estructura produciendo fugas que puedan poner en peligro la seguridad del buque. Dicha situación podría ser incluido en los asuntos de formación, ya que es necesario que los operadores

puedan considerar todos los aspectos relevantes y más aún si se tiene una afectación directa en la seguridad del buque y del recurso humano que lo opera.

Una inadecuada operación del SLGE si podría tener una repercusión directa en el medio marino, ya que según las disposiciones existen alarmas o picos con respecto a la concentración de gases y componentes del agua de lavado los cuales se establece que no debe representar una situación negativa, pero que, sin embargo, debe ser tomado en cuenta o al menos notificado. Dicha situación genera que se puedan abrir controversias que determinen aspectos vacíos por ser analizados considerando que desde el punto de vista medioambiental no existen estudios concluyentes sobre dichas situaciones.

De lo extraído, de manera aproximativa se pudo comprender que no existe un conocimiento cabal sobre los componentes químicos del agua de lavado, y que repercusiones representan dichos componentes en el medio marino, lo que llama a la reflexión de establecer capacitaciones que puedan ser incluidos en los cursos de formación los cuales tengan que ver con la sensibilización con el medio marino. En esa línea de ideas, existe mayor disposición por comprender a bordo del buque cuestiones técnicas relacionadas con la operación en sí del SLGE.

Considerando que se pudo conocer de que las navieras al implementar un SLGE por lo general no realizan estudios los cuales tengan que ver con las repercusiones al medio marino, se puede establecer que existe un área enmarcada la cual no es acorde con el área de acción, pero que sin embargo el sector del transporte marítimo puede aportar con una perspectiva cuyo origen se encuentra en la operatividad misma del buque, lo que podría ayudar a especialistas del medio marino a poder encontrar las

soluciones más equilibradas en aras de poder utilizar SLGE para limitar las emisiones de SOx a la atmósfera, el cuidado del medio marino por parte de los componentes que forman parte del agua de lavado, y las cuestiones que podrían representar afectación económica para los buques que forman parte del transporte marítimo.

**4.1.4. Señalar cuál es la visión prospectiva que se tiene respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.**

-Reacción ante la prohibición de SLGE:

Entrevista

14. ¿Cuál sería la reacción ante una posible prohibición de los SLGE dentro del transporte marítimo?				
E1	E2	E3	E4	E5
-En mi opinión creo que las compañías harían algún tipo de reclamo para que estos les den facilidades de poder tener de alguna manera el retorno de su inversión ya que es algo inaceptable que la entidad encargada te diga que puedes hacer uso de los SLGE y después te digan que está prohibido.	- Desde mi punto de vista la OMI quedaría mal ya que se vería una falta de seriedad en el trabajo de investigación realizado para poder concluir que estos sistemas no contaminan ,teniendo en cuenta creo que las compañías accionarían mediante medidas legales.	- De mi perspectiva la respuesta a una posible prohibición de este sistema estaría más ligada a las nuevas alternativas que se tenga disponible en el mercado como los combustibles bajos en azufre con el objetivo de una búsqueda de un combustible que tenga menos impacto negativo hacia el medioambiente.	-Llegando a una respuesta más objetiva posible se podría decir que en el sector económico afectaría mucho a la compañías , en referencia a estas acciones , las compañías optarían por las otras alternativas disponibles en el mercado para poder cumplir con los límites de emisiones los cuales, como así también sería una presentación de algún tipo de reclamo hacia el ente competente de este sector.	- Ante una posible prohibición de los sistemas de scrubbers el mercado más afectado sería el sector naviero porque la inversión que se está poniendo a estos sistemas son con la esperanza que puedan recuperar el dinero invertido y puedan cumplir con lo reglamentado por la OMI y puedan navegar de un lugar a otro cumpliendo lo reglamentado.
E6	E7	E8	E9	E10

<p>-Se conoce que las navieras han hecho inversiones fuertes cuando decidieron colocar un sistema de depuración para que pueda cumplir con lo estipulado en la OMI que es la reducción de azufre, ante ello las empresas están arriesgando la posibilidad de que todo les vaya bien o puedan tener problemas en el camino es por ello que no invirtieron en los combustibles que disponen de bajo contenido de azufre por el precio al cual se ofrece en el mercado masivo.</p>	<p>-En mi opinión las empresas navieras cuando deciden tomar la decisión de invertir en los scrubber sabían que puede que tengan un riesgo alto por el tema que es un sistema que altera diferentes factores a bordo que podrían afectar a la navegación. Es por ello que las navieras deben de contar con un sector logístico el cual les pueda brindar la facilidad de analizar las mejores opciones para la empresa.</p>	<p>-La proyección que dispone cualquier empresa naviera se basa en la recuperación de sus inversiones es por ello si es que existiera un prohibición de los sistemas SLGE el ámbito más afectado sería el sector naviero debido a que perdería grandes inversiones, es por ello a que la OMI tiene que tener opciones a las cuales cualquier empresa naviera pueda regirse y pueda cumplir con las reglamentaciones que se estipulan en la OMI 2020.</p>	<p>-En las diferentes maneras en como una empresa naviera se dirige son las fuentes de logísticas que pueda tener debido a que ante cualquier inversión, se analizan los desventajas o ventajas que puedan tener y así la empresa naviera pueda recuperar lo invertido ante ello y de acorde a la pregunta si se prohíben la empresa tendría que buscar una solución o de lo contrario cambiar de consumo de combustible que tengan un bajo contenido de azufre y así poder cumplir con lo estipulado en la OMI 2020.</p>	<p>-La reacción ante una posible prohibición dentro del transporte marítimo afectaría al sector naviero el cual ha invertido cantidades que esperan su pronta recuperación, pero si llegara a suceder las empresas tendrían que buscar alternativas para que puedan cumplir con las normativas de minimizar el contenido de azufre al medio marino con todo ello lo que se busca es que la proyección sea positiva para la empresa naviera y no afecte al ámbito marítimo.</p>
<p>E11</p>				
<p>- Si bien se tiene que las emisiones son un tema muy importante hoy en día en el caso de una posible</p>				

<p>prohibición de este sistema creo que las reacciones dependerán de cada compañía y de la posición en la que se encuentra ya que afectara más a las compañías que acaban de acoplar este sistema a su flota que otro ya establecido en el sentido de contar con estos sistemas con anterioridad habiendo de esta manera recuperado ya su inversión.</p>				
<p>Interpretación preliminar: De acuerdo con lo manifestado por los entrevistados, se pudo conocer que una de las repercusiones de la prohibición del SLGE tendría que ver con el cambio de visión dentro del transporte marítimo para poder buscar medios que sean efectivos en limitar las emisiones de SOx a la atmósfera, lo que desde ya traerá en consecuencia la búsqueda de nuevas alternativas considerando de alguna u otra forma las ya conocidas tales como el uso de combustibles alternativos y que para efectos de viabilidad se considera que suelen ser costosos.</p> <p>-Se establece además que de prohibirse el uso de SLGE se debería comunicar con anticipación la aplicación de la medida, de tal manera de que el transporte marítimo se pueda ir acoplando a la nueva regulación o medida.</p>				

-Alternativas:

Entrevista

15. ¿ Qué otras alternativas poseen las navieras quienes han implementado en sus buques SLGE para cumplir con las normas de los límites de azufre ante una posible restricción de los sistemas?				
E1	E2	E3	E4	E5
<p>- Bueno como ya es conocido son la opción de los combustibles destilados y los que son bajo en azufre, pero claro hay muchas alternativas que si bien no se tienen idea totalmente clara se podría dar en un futuro la electrificación total de los buques o buscar las opciones en otras energías renovables.</p>	<p>- Desde mi punto de vista he pasado gran parte navegando en buques que transportan LNG y es por esto que soy muy partidario para que este combustible sea la nueva energía a usar como comburente es uno de los más limpios hay en el mercado.</p>	<p>- Las alternativas puede llegar a existir un sin fin pero de las que tecnologías que se tiene ya hoy en día se podría decir que las opciones son muy reducidas, a esto agregaría que al tener muchos años navegando en buques metaneros me dio una perspectiva diferente es por esto que me declinaría hacia el uso de este como combustible más limpio de hoy y con el cual se puede dar cumplimiento a las normativas de límites de azufre.</p>	<p>- Las alternativas que se tiene hoy en día son muchas como los combustibles destilados los bajos en azufre además de los combustibles como el LNG y LPG que se tiene que tener en cuenta la disponibilidad de estos combustibles si bien son muy buenas opciones los destilados hay ciertos puertos en los cuales no cuentan con disponibilidad así como también es con los demás combustibles es por esto que las compañías navieras tiene que hacer un estudio de su ruta para optar para la mejor opción de combustible posible.</p>	<p>- En las empresas navieras se considera múltiples opciones para que puedan cumplir con lo establecido en la OMI 2020 es por ello que las alternativas son múltiples como el uso de combustible con bajo contenido de azufre, pero de conocer que estos combustibles tienen finos catalíticos que podrían afectar el motor principal, ante ello la mejor opción que se encuentra para algunas empresas es optar por los scrubbers.</p>

E6	E7	E8	E9	E10
<p>-Por las publicaciones que se han aplicado en diferentes fuentes con la finalidad de que las empresas puedan optar por otra fuente de proceso para reducir el azufre, muchas empresas están optando por los sistemas de scrubber ya que al instalar un sistema con uso de gas natural ocasionaría un cambio de la estructura del buque y los costos de remodelación serían muy elevados para el armador.</p>	<p>- De acuerdo con el estudio de diferentes empresas para instalar los scrubbers abordo puedo agregar que siempre disponen de diferentes alternativas así como el metanol pero se conoce también que en diferentes puertos no abastecen este tipo de combustible y que sería perjudicial para la logística de la empresa porque se perdería mucho tiempo en puerto si no hubiera este tipo de combustible.</p>	<p>- Las alternativas son muchas pero las que más atención llevan son los combustibles con bajo contenido de azufre y el uso de gas natural o metanol como uso de combustible para el buque pero se conoce también que para lograr estos cambios se necesitar mucha inversión los cuales la empresa naviera muchas veces opta por la opción más cómoda y así pueda cumplir con lo establecido en la normativa de la OMI</p>	<p>- Los cambios que se están realizando hoy en día para poder reducir las emisiones de azufre determinan un factor muy importante en sector naviero debido a que ellos tienen que buscar formas económicas y amigables con el medio ambiente para que puedan cumplir con las normativas establecidas por la OMI es por ello que la opción más determinante hasta el momento son los scrubbers y considerando la inversión que se realiza es recuperable a corto plazo.</p>	<p>-Las navieras que han invertido en los sistemas de depuradores antes de poder invertir primero han analizado las diferentes alternativas que poseían como el use de combustibles con bajo contenido de azufre, el gas natural como opción de combustible o el metanol pero para poder usar este tipo de combustible los armadores tienen que hacer modificaciones a los buques y ante esto conlleva una inversión mayor y ante todo existen puertos que no disponen del almacenamiento de este tipo de combustible.</p>
E11				
<p>- Si vemos el tema de las alternativas de combustibles para dar</p>				

<p>cumplimiento a las normativas de límites de azufre se cuenta con varias opciones como el LNG ,LPG, metanol, los combustibles destilados bajos en azufre pero de todos los más limpios se podría decir que son el LNG y el metanol pero para tenerlo en consideración se debe tener en cuenta la disponibilidad de estos combustibles en los puertos ya que no todos pueden proporcionar estos combustibles además de la capacidad de carga para estos combustibles afectando a la autonomía del buques es por esto que tendría mucha limitaciones.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Se extrae que otras alternativas disponibles en la actualidad para poder cumplir con el SOx aparte del SLGE son los combustibles alternativos tales como el uso de gas natural y el metanol, cuyo uso determina en muchos</p>				

buques un cambio del sistema de propulsión y diseño que sumado a la carencia de puertos quienes puedan abastecer de dicho combustible se presenta como una alternativa altamente costosa.  
Ante dicha situación, la limitación del SLGE como segunda alternativa podría traer como consecuencia el aumento de gastos por parte de los armadores para poder encontrar otras alternativas para poder responder de manera efectiva con la normativa.

-Investigaciones científicas:

Entrevista

16. ¿ En la actualidad existen pocos estudios relacionados con la repercusión del SLGE en el medio marino ¿Considera que de formularse mayor interés por realizar estudios elaborado por expertos en temas medioambientales del sector marino y de un recurso humano experto en operación de los buques mercantes podría tener consecuencias equilibradas en la implementación de medidas cada vez más adecuadas dentro del sector del transporte marítimo?				
E1	E2	E3	E4	E5
- Si se deberían realizar más estudios con el fin de comprobar de forma cabal que este sistema no llega a contaminar el medio marino ya que si bien las compañías manufactureras realizan sus investigaciones ellos siempre van a decir que las cantidades estipuladas no llegan a contaminar es por esto que en mi opinión se debería hacer una investigación a la par con especialista marinos para que de esta manera se dejen las cosas claras	- Creo que de llevarse a cabo más estudios de expertos y por medio de las compañías dedicadas a la manufacturación de estos sistemas se podría alcanzar niveles muy bajos en cuanto a la contaminación del medio marino es por esto ,que si se trabaja como un grupo teniendo a la OMI realizando estudios las compañías que fabrican estos sistemas agregando también a los	- Por supuesto a más estudios se realicen mejor será para el medio ambiente ya que estará más regulado, es por esto que a mi parecer se deberían de llevar a cabo estudios, pero junto con especialistas medioambientales para que verifiquen la veracidad de los estudios que en muchos casos son realizados por las compañías dedicadas al desarrollo de estos sistemas y esta demás decir que estos buscan rentabilidad por encima de la protección del medio ambiente.	- Bueno por parte de las compañías navieras no veo que estén interesados en hacer inversiones en más estudios para demostrar si estos sistemas son una fuente de contaminación del medio ambiente ya que las navieras están más enfocadas en dar cumplimiento a las normativas estipuladas por la OMI siendo esta ultima la encargada de llevar a cabo todos estos estudios, cabe resaltar que se tiene que tener en consideración a los manufactureros pertenecientes a la EGCSA la cual es una	- En la actualidad muy bien es cierto existen pocos estudios con relación con los sistemas a usar para disminuir el contenido de azufre, se debería de estudiar más a fondo todos aquellos temas que vayan a favor del medio ambiente. Ante ello podría traer consecuencias equilibradas con relación al ámbito marítimo es por ello que sería de gran beneficio y si se recibe la ayuda de la OMI se podría llegar a campos muy minuciosos y así

	científicos y/o especialistas en el sector medioambiental se estaría hablando de lograr en un futuro un transporte marítimo cero emisiones.		entidad subvencionada por varias compañías dedicados a la construcción de estos sistemas siendo su objetivo realizar las investigaciones pertinentes en búsqueda de mejorar el sistema.	tener buenas expectativas y beneficios.
E6	E7	E8	E9	E10
-Al crearse mayor interés por el sector marítimo se podría realizar estudios donde el punto de vista vaya en relación con la parte operatividad de los buques y lo económico y todo esto nos conllevaría a tomar nuevas medidas que favorezcan al sector o medio marino. Cabe aclarar que las decisiones que se disponen son para equilibrar las medidas que son dadas por la OMI. Además se conoce que el sector marítimo debe estar	- Al crear mayor interés por los temas medioambientales y al relacionarse personas capacitadas se podría verificar si el uso del sistema trae repercusiones para el medio marino debido a que las empresas buscan la rentabilidad de sus productos, es por ello que se podría determinar si los usos de los productos son buenos o malos para disponer de buenos factores	- Para determinar una mayor realidad con relación a los temas medioambientales la OMI debería de evaluar la supervisión de los diferentes equipos o sistemas para determinar un buen resultado. Con respecto a las instalaciones de SLGE se deberían de evaluar la inspección en las instalaciones por una persona capacitada por la OMI y así se pueda determinar si existen un aumento en la rentabilidad. Se espera que la OMI intervenga en los	- Desde mi punto de vista la poca investigación con relación a los SLGE podría traer consecuencias a futuro debido a que antes de ser instalados se deberían de hacer pruebas en las cuales el técnico supervisor debería de capacitar al personal, pero todo esto se podría lograr con el interés de experto en el tema para que tomen medidas adecuadas y las empresas fabricantes de los sistemas de scrubbers no aprovechen el momento y puedan	- Considero que de crearse un mayor interés acerca de los diferentes temas que involucran el ámbito marítimo se puede lograr respuestas positivas porque determinarían si existen consecuencias, pero todo ello tiene que ir acompañado de la OMI porque son ellos que disponen de técnicos capacitados los cuales pueden dar una mayor visión en todo el tema relacionado con las emisiones de azufre y

siempre unido para que con dificultades puedan mantener una visión con los temas que serán próximos a debate.	equilibrando las medidas estables en el ámbito marítimo.	procesos de estudios para tener mejores resultados.	vender productos en malas condiciones.	porque no determinar otros puntos que podrían favorecer al sector marítimo.
E11				
-Sería bueno que todos comiencen a realizar estudios con el fin de mejorar en todo aspecto el medio ambiente y al decir todo me refiero también a que las compañías navieras deberían de tener un grupo especializado en cuanto a investigaciones de nuevas tecnologías pero claro está que es una inversión que no están dispuestos a tomar debido a que las investigaciones las realiza la OMI para poder tomar cartas en el asunto en cuanto a las normativas				

implantadas para el transporte marítimo.				
<p>Interpretación preliminar: Se puede interpretar que la carencia de estudios que en la actualidad existe sobre la protección del medio marino a causa del uso de “scrubbers” es responsabilidad de la OMI, y que de existir una posible evidencia de que se puedan visualizar repercusiones significativas en el medio marino sería relevante la posibilidad de que se puedan generar nuevos procesos investigativos los cuales conlleven a generar mayor conocimiento sobre dicha problemática.</p> <p>-Con respecto a la unión de labores desde el punto de vista científico, en la cual se cuente con expertos tanto en asuntos medioambientales, técnicos con respecto a la operación del SLGE a bordo de los buques y con personal que maneja los asuntos económicos sobre la implementación del sistema sería una forma equilibrada de poder encontrar las soluciones pertinentes para garantizar conclusiones que garanticen la eficiencia del transporte marítimo.</p> <p>-Se resalta también la labor de EGCSA, que como asociación de fabricantes consideran que los sistemas establecidos cumplen con los parámetros pero que sin embargo desde un punto medioambientalista se predice todo lo contrario. En ese sentido, la labor de dicha asociación para fines de mejorar la tecnología representa una fortaleza para poder implementar sistemas más eficaces en la lucha contra la contaminación tanto hacia la atmósfera y del ecosistema marino a causa del uso de dicho sistema.</p>				

-Opción apropiada para reducir emisiones de SOx:

Entrevista

17. ¿Cuál será la opción más apropiada para poder minimizar las emisiones de SOx de los buques mercantes en los años venideros?				
E1	E2	E3	E4	E5
- Como se mencionó anteriormente las opciones más viables son los combustibles destilados y los de bajo azufre, pero esto es solo hasta que se encuentre una mejor solución para tratar las emisiones ya que el futuro son las nuevas tecnologías que se vienen desarrollando.	- Desde mi punto de vista la opción más apropiada para una reducción de las emisiones sería una nave la cual sea totalmente eléctrica que cuente con energía solar para poder cargar las celdas de la batería de esta manera el transporte marítimo sería cero emisiones.	- A mi parecer la opción más apropiada en cuanto a al uso de combustible puede ser cierta modificación a la estructura del caso para opongamos menos resistencia además de combustibles con menor porcentaje de azufre ,también se puede agregar algún tipo de mejora en la hélice del buque para poder conseguir un mayor desempeño de esta al impulsar el buque.	- Bueno esto lo estuve pensando mucho para ver cuál sería a la mejor solución y la más viable para que se pueda desarrollar hay opciones de las energía renovable como la energía eólica ,la energía solar que se adquiere mediante paneles pero todos esto viene de la mano de una electrificación total del buque teniendo como fuente de la propulsión las batería que serían alimentadas con recurso naturales sin afectar su estado de estos.	- De acuerdo con las diferentes opciones que se establecen en la OMI, agrego que los combustibles que son usados contra el contenido de azufre están presentando cambios, así como los depuradores que se deberían de hacer un estudio más a profundidad para obtener beneficios positivos y con los cuales los buques mercantes puedan tener una larga proyección de vida.
E6	E7	E8	E9	E10
-En las opciones más destacables son los combustibles, gas natural y el metano,	- En mi opinión el sector naviero tiene la opción de minimizar las	- De acuerdo a las alternativas que se mencionan en la OMI 2020 se puede conocer	-Con los años de servicio en el ámbito marítimo puedo determinar que las opciones más apropiadas	- Las opciones más apropiadas para poder disminuir o minimizar el SOx son los

<p>pero los altos presupuestos con las instalaciones provocarían al sector naviero costos que le generarían buscar diferentes opciones para que logren lo reglamentado en la OMI 2020 es por ello que se necesita mayores opciones en el ámbito marítimo.</p>	<p>emisiones de SOx para ello se ha buscado las diferentes opciones que tiene la OMI para ello llegaron a la conclusión de que existe la posibilidad de que los combustibles bajos en azufre son en realidad una buena opción pero tiene problemas con los finos catalíticos.</p>	<p>las diferentes opciones para bajar el contenido de azufre en las emisiones por ello podemos encontrar que diferentes compañías navieras están optando por hacer cambios en el uso gas natural y para ello se están instalado diferentes fuentes de abastecimiento, pero se recuerda que hay lugares que no abastecen con este tipo de combustible.</p>	<p>hasta el momento para la disminución de azufre son los sistemas de scrubbers, el uso de combustible bajo en contenido de azufre, pero este último ha tenido muchas repercusiones por el tema que puede dañar el motor principal y con el primero que el proceso de vertimiento al mar puede ocasionar cambios en la flora y fauna del ámbito marítimo.</p>	<p>combustibles con bajo contenido de azufre que con el tiempo se podrá realizar una mejora con los niveles de finos catalíticos es por ello que se estudian a menudo muchas alternativas para poder minimizar las emisiones y se puedan cumplir con las reglamentaciones, con el tiempo se espera lograr obtener buenos resultados en el tema relaciono a las emisiones.</p>
<p>E11</p>				
<p>- Bueno unas medidas a corto plazo y digo esto porque las ideas de la propulsión gracias a recursos renovables se encuentra a muchos años de hacerse realidad así que ,la más viable a corto tiempo es buscar desarrollar motores de</p>				

<p>combustión más eficiente par que en esta medida la combustión sea más completa y emita menor cantidad de contaminantes ,agregando también la mejora en la calidad de los combustibles para poder llegar a la emisiones cero.</p>				
<p>Interpretación preliminar: Se extrae que, en los años venideros, de no ser considerada los SLGE lo único sería el uso de combustibles alternativos, lo cual generará un cambio en el diseño de los buques e infraestructuras portuarias para el abastecimiento de combustibles más amigables con el medio marino.</p> <p>-Además se rescata que en la actualidad existen procesos investigativos los cuales buscan buscar nuevas alternativas que pueden representar un cambio significativo para el transporte marítimo en la lucha por reducir las emisiones de gases contaminantes hacia la atmósfera.</p> <p>-Apropiadamente se puede establecer que el uso de combustible con bajo contenido de azufre seguirá representando uno de las primeras opciones para poder garantizar los límites establecidos con respecto a las emisiones de azufre por parte del transporte marítimo.</p>				

**Síntesis conceptual parcial sobre el cuarto objetivo específico:** La visión prospectiva que se maneja con respecto al uso de SLGE ante una prohibición del mismo por posibles repercusiones en el medio marino determina que se tomen los comunicados apropiados de tal manera de que la industria relacionada con el transporte marítimo pueda prepararse para poder desistir del uso de los sistemas y por otra parte, en la los buques donde se han implementado dichos sistemas dar los tiempos adecuados como para la que la recuperación de los invertido por las navieras sea recuperado y a partir de ello otorgar las condiciones necesarios y equilibradas para poder hacer frente a la regulación que prohíbe los límites de azufre a través de otros medios.

Con respecto a estudios científicos que busquen atribuir mayor evidencia de las repercusiones hacia el medio marino por el uso de SLGE es una controversia, lo que, a su vez, genera un vacío por los cuales se busquen aunar esfuerzos por expertos en temas medioambientales y técnicos relacionados con la implementación y uso de los sistemas a bordo de los buques, de tal manera que se puedan considerar cuales son las repercusiones que trae sobre el medio marino, y poder dilucidar las investigaciones preliminares que determinan que podría existir probabilidades altas de la contaminación, acidificación y eutrofización que podría causar las descargas de agua de lavado al mar.

La opción apropiada para reducir las emisiones de SO<sub>x</sub> en el corto plazo de prohibirse el uso de SLGE tendría que ver con el uso de combustibles con bajo contenido de azufre, puesto que los otros medios para cumplir con la norma determinan el uso de combustibles alternativos los cuales en la actualidad demandan inversiones económicas fuertes para los armadores y que, por otra parte, en la actualidad existen limitaciones de dicho tipo de combustibles en la gran mayoría de instalaciones portuarias.

**Síntesis conceptual final:** Las posibles repercusiones respecto al uso de sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre podrían estar relacionadas con una afectación en el medio marino, la cual a través de la descargas del agua de lavado de los sistemas húmedos los cuales son utilizados por la gran mayoría de buques produciría fenómenos tales como la contaminación, acidificación y la eutrofización del agua de mar, lo cual determina limitaciones de la vida en el ecosistema marino, que considerando los objetivos que se orientan a determinar la eficiencia del transporte marítimo, los cuales se basan en el cuidado del medio marino, traer como consecuencia que se puedan tomar en cuenta las medidas más oportunas por garantizar que el uso de SLGE es amigable con el medio marino. De poder comprobarse que el SLGE tiene una repercusión en el medio marino, no sería una alternativa factible para ser utilizado como una segunda alternativa para reducir las emisiones de SOx del transporte marítimo.

-Se pudo conocer que la instalación de un SLGE tiene un costo de aproximadamente 1 y 2 millones de dólares cuyo “payback” representa una tasa de retorno de alrededor de uno o dos años. En consecuencia, una inminente prohibición traería como una repercusión económica y en las decisiones de los proyectos que ya se consideran y crean una demanda que va en aumento en los últimos años. Aunque parezca que sería una medida muy alejada, no debería descartarse que podría suscitarse, en cuanto a los criterios de preservación del medio ambiente, se considera una posible acción a tomarse en cuenta, pero conforme a las formas de actuar de la OMI, como organización encargada de velar por el cuidado del medio marino, podría establecer plazos y tiempos acordes para poder equilibrar las decisiones que conllevaron a implementar el SLGE y por otra parte poder desistir de proyectos para la futura

implementación. En ese sentido, no se observa que podría existir una repercusión económica significativa dentro del transporte marítimo.

-Otro de los puntos importantes a tomar en cuenta es que en los criterios que se toman en cuenta por parte de las navieras para poder implementar el uso de SLGE, tiene que ver con rutas, debido a que existen zonas las cuales no permiten las descargas del agua de lavado. Por otra parte, no se considera asuntos que tienen que ver con temas medioambientales ya que se ciñen a los lineamientos que establece la OMI para poder tomar en cuenta el reconocimiento y obtener la certificación adecuada. En ese sentido, dicha problemática no representa un asunto de interés para las navieras quienes han optado por implementar el sistema, o quienes tienen proyectado realizarlo en años siguientes, ya que hasta el momento el sistema se encuentra avalado como una segunda opción para cumplir con las normas que limitan las emisiones de SOx a la atmosfera por los buques.

-Con respecto al uso de un SLGE, se pudo conocer que la formación en los operadores del sistema a bordo del buque genera que se formulen planes de formación los cuales puedan considerar aspectos jurídicos y técnicos con respecto al uso del sistema a bordo del buque. Por un lado la dimensión jurídica tiene que ver con el conocimiento base de los instrumentos normativos los cuales determinan la lectura de convenios, protocolos, directrices y circulares los cuales tienen una vinculación con el uso del sistema a bordo del buque, lo cual sería el punto de partida para poder comprender otras cuestiones técnicas en razón del reconocimiento, la certificación, la operación, el monitoreo y vigilancia del sistema de tal manera de que se puedan evaluar de manera constante los parámetros y de esta manera garantizar la eficacia del sistema. Otro de los aspectos los cuales generan una repercusión operacional

tiene que ver con los cuidados y situaciones que puedan poner en peligro la seguridad del buque, ya que se ha podido conocer que la infraestructura física del SLGE con el tiempo tiende a corroerse produciendo a la vez fugas que podrían considerar como consecuencias relevantes. Dicha situación demandaría mayor tiempo y carga laboral para los operadores. En efecto, todos los aspectos deben incluirse dentro de un plan de formación para poder abordar una formación holística que beneficie a oficiales y marineros en la gestión operacional del buque particularizando en el sistema.

-De forma prospectiva la situación actual analizada conllevará a que de restringirse el uso de SLGE por las posibles repercusiones que se pusieron de evidencia traería en consecuencia el uso de combustible con bajo contenido de azufre, lo que a diferencia de otras alternativas que se pueden utilizar determina un menor gasto para las compañías navieras, sin embargo, considerando que existen estudios que en la actualidad se vienen realizando, lo más probable es que en años venideros pueda existir una evolución y cambio en el diseño y estructura de los buques para poder responder de manera eficiente a reducir las emisiones de gases contaminantes del transporte marítimo.

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Discusión**

Los resultados obtenidos a partir de la recolección de datos por técnicas cualitativas tales como la documentación y la entrevista permitieron sistematizar y establecer síntesis conceptuales respecto a cada subcategoría de análisis y en síntesis sobre la categoría principal de análisis los cuales se corresponden con las repercusiones del uso de SLGE en buques mercantes, considerando las repercusiones ambientales, económicas, operacionales y el establecimiento de una visión prospectiva en relación con los hallazgos obtenidos.

Con la información que formó parte del marco referencial se pudo obtener un conocimiento inicial sobre el SLGE, particularidades y tipo considerando como criterios el funcionamiento, lo que sumado a un análisis del marco legal establecido

en relación el SLGE brindaron las disposiciones que se limitan a alcances netamente técnicos y operativos del sistema para efectos del buque en sí, así como el monitoreo de parámetros para poder minimizar afectaciones al medio marino por las descargas del agua de lavado.

Posteriormente con una visión inicial sobre el estado del arte del uso de SLGE se pudo considerar información documental lo cual pudo avalar las posibles repercusiones en el medio marino por estudios relacionados al uso del sistema en buques mercantes, que para aspectos concluyentes representan conclusiones preliminares pero que son importantes a poder ser tomadas en cuenta dentro de la gestión operacional de un buque, más aún si opera con dicho sistema.

La validez interna se pudo garantizar a través de los criterios señalados en el rigor cualitativo del presente estudio, puesto que se puede confiar en los resultados ya que se aplicó técnicas de relectura y triangulación de los datos para poder obtener categorías comunes que puedan conllevar a establecer las síntesis conceptuales y dentro de ellas establecer las teorías finales con argumento base que se correspondan con el objetivo del presente estudio.

En cuanto la validez externa, se puede establecer que el alcance del estudio se basó en una orientación holística, ya que se hace un análisis de manera general partiendo de datos a nivel mundial y percepciones abiertas sobre los buques que operan con dicho sistema y todos los aspectos que pueden ser vinculantes de

manera racional y que se corresponden con las subcategorías que forman parte del análisis del presente estudio.

En ese sentido, es importante establecer que los resultados pueden ser transferidos a otros contextos vinculados a la operación de buques mercantes, ya que plantean resultados que pueden tomarse en cuenta dentro de la gestión de cualquier naviera quien esté utilizando SLGE o que consideren como un proyecto en el corto plazo para poder responder de manera efectiva a las normativas vigentes sobre los límites de SOx.

Con la investigación realizada por Asmat y Yupanqui (2020), existen concordancias metodológicas respecto al enfoque cualitativo y las técnicas de recolección de datos tales como la documentación y la entrevista. Tomando en cuenta el contexto peruano pudo establecer que los buques que realizan cabotaje en el Perú a futuro consideren utilizar combustible con bajo contenido de azufre, lo que sumado a las evidencias del SLGE y sus posibles repercusiones en el medio marino reforzaría dicha idea en años siguientes. En ese sentido, considerando la antigüedad de los buques que en su mayoría realizan cabotaje en el Perú estarían como predeterminados a seguir utilizando dicho tipo de combustible dejando de lado lejanamente los combustibles alternativos.

Con respecto al estudio de Gutierrez y Montes (2020) quienes sostuvieron que en el plano nacional relacionado con el transporte marítimo el uso de combustible con bajo contenido de azufre puede traer como consecuencia daños al motor a través de

los finos catalíticos lo cual representaba una problemática cuyo conocimiento no está en todas las esferas de las navieras dentro del contexto señalado, por lo que sumado a estudios que no existen en el campo nacional relacionado con el uso de SLGE, se determina una posible situación similar. Cabe resaltar que existen coincidencias metodológicas con respecto al enfoque y el nivel de investigación.

Respecto al estudio realizado por Hidalgo y Machay (2020) quienes señalaron que con respecto a las diferentes posturas y acciones a tomar se en cuenta por las normas que limita las emisiones de SOx en la atmósfera por el transporte marítimo en el plano nacional por medio de buques de bandera peruano no existe una difusión de información adecuada. En ese sentido, basados en la revisión bibliográfica se puedo evidenciar que no existen estudios de naturaleza científica en la literatura marítima científica del Perú, lo cual establece un rezago por evaluar y discutir las alternativas que forman parte de las opciones que se tiene, donde el SLGE es la segunda adoptada. Cabe resaltar que metodológicamente se presentan similitudes respecto al enfoque, tipo y nivel de investigación.

Con la investigación de Teuchies et. al. (2020) quien afirmó que es importante que la OMI regule las emisiones de SOx en la atmósfera a causa del transporte marítimo, pero que considera que el uso de SLGE tiene una repercusión en la acidificación de los océanos, ya que tendría un efecto secundario en el medio ambiente, principalmente los SLGE húmedos de circuito abierto. En ese sentido, considerando las fuentes documentales analizadas en el presente estudio existe una correspondencia lo cual determina poder considerar dicha teoría, pero podría ser

confirmada a través de mayor labor investigativa en dicho campo, de tal manera de poder adoptar medidas pertinentes y equilibradas. Cabe resaltar que el estudio fue realizado desde una perspectiva cualitativa similar al presente estudio.

Sobre lo establecido por Koski et. al. (2020), quien realizó un estudio de enfoque cualitativo y nivel exploratorio, se avala la postura de que las repercusiones del SLGE en el medio marino sea considera como un problema emergente, ya que conlleva a verter en el medio marino agua ácida y contaminada, lo que de acuerdo con los resultados que otorga fuentes documentales y confiables conllevan a que cada vez se afiance dicha suposición, por lo que la determinación de mayor inversión en estudios por los organismos competentes puedan traer como consecuencia una verificación cada vez más exacta de la problemática y de esta manera responder de manera efectiva y equilibrada a soluciones pertinentes.

Con respecto al estudio realizado por Bonet (2020) se avala que el uso de SLGE minimiza las repercusiones de SO<sub>x</sub> a la atmósfera pero que contribuye con altas sustancias tóxicas los cuales son vertidos al mar y que representan una afectación al ecosistema marino. Dicha postura genera una mayor controversia puesto la OMI establece parámetros los cuales han sido establecidos por EGSA, quienes representan a una organización dedicada a la construcción de dichos que serán utilizado a bordo de los buques, pero que sin embargo desde una perspectiva medioambiental señalan que son nocivos para el lecho marino. Cabe resaltar que dicho estudio se realizó desde una perspectiva cualitativa.

Con el estudio de Endres et. al. (2018), quien realizó un estudio de enfoque cualitativo y nivel exploratorio, sobre la cual con evidencia en los resultados presentados se reafirma de que el agua de lavado puede traer consecuencias muy negativas al medio marino, por lo que se exhorta a que se desarrollen estudios multidisciplinarios de tal manera de que existan mayor evidencia para poder determinar si las repercusiones sobre el SLGE generan consecuencias irreversibles en el medio marino. El autor realizó un estudio bajo un enfoque similar al presente trabajo de investigación.

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 Lange (2015), existen concordancias metodológicas ya que realizó un estudio cualitativo, cuya perspectiva procedimental

es acorde con el presente trabajo de investigación. Se avala la conclusión que en el mar Báltico el uso de SLGE tiene una repercusión mayor a diferencia de otras áreas marinas, por lo que establece que en aguas alemanas sería recomendable limitar la descarga del agua de lavado de dichos sistemas, lo cual de no hacerlo podría establecer un daño potencial e irreversible. En ese sentido, se puede establecer que muchas de las zonas marítimas a través de regulaciones internas de los países han establecido conveniente poder restringir la descarga del agua de lavado.

## 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 las posibles repercusiones ambientales que podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre tiene que ver con la emisión de componentes (metales, PAHs, nitratos, etc.) los cuales produzcan contaminación, acidificación y eutrofización de los mares, lo cual genera una alteración del ecosistema marino de manera irreversible. En ese sentido, existiría un efecto secundario que podría restringir en un futuro la aplicación del sistema conocimiento de una de los principios ligados a la eficiencia del transporte marítimo se fundamenta en garantizar la protección del medio marino a través de una labor normativa realizada por OMI.

Con respecto al segundo objetivo específico, el cual busca examinar las posibles repercusiones económicas a consecuencia de una posible restricción del SLGE se consideran que existen situaciones hipotéticas que conducen a una pérdida por la inversión de entre 1 y 2 millones de dólares que se corresponde con el valor promedio de implementación de un sistema a bordo de un buque, cuyo “payback” es

de alrededor de 1 y 2 años, lo que representaría una condición que afectaría a las navieras tanto para quienes han implementado el sistema y quienes tienen proyectos definidos para poder hacer uso del sistema a bordo de los buques, que en los últimos años viene siendo implementados en buques nuevos construidos.

Dicho escenario, se considera poco probable, considerando el comportamiento de la OMI para efectos de cambios de regulación, ya que por lo general siempre establece un límite de tiempo equilibrado cuando se trata de cambiar o modificar regulaciones, los cuales para efectos del uso del sistema (considerado en la actualidad como la segunda alternativa para cumplir con los límites de emisiones de SOx) conllevaría a que los sectores navieros puedan tomar medidas pertinente y anticipadas para responder de manera eficiente con la norma.

Sobre el tercer objetivo específico, el cual se orientó a detectar que posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre se establece un primer escenario el cual genera que se puedan fomentar capacitaciones los cuales consideren aspectos jurídicos y técnicos relacionados con el SLGE. Respecto a los temas jurídicos prima el entendimiento sobre los Convenios, protocolos, directrices y circulares que tiene que ver con disposiciones respecto al sistema, mientras que las cuestiones técnicas (que se desprenden de las normas) tienen que ver con procesos relacionadas con el reconocimiento, certificación, operación y monitoreo.

Además de lo señalado, considerando que existen posturas que señalan que con el tiempo la infraestructura física del sistema podría corroerse y comenzar a observar fugas que puedan afectar a la seguridad del buque, se precisa que es importante que dichos planes de capacitación puedan tomar en cuenta dichos aspectos. Así también, se declara que otra de las repercusiones operativas tiene que ver con mayor demanda de tiempo para poder monitorear el sistema conforme a los planes establecidos por el fabricante, de manera que se garantice el funcionamiento adecuado según los parámetros y actividades pre establecidas.

Con respecto al cuarto objetivo específico, tomando como base la problemática desarrollada y los argumentos establecidos, es que una de las formas de poder cumplir con la norma de los límites de azufre tiene que ver con el uso de combustible con bajo contenido de azufre, lo cual resultaría una medida económica a comparación de otras alternativas tales como el uso de gas natural y/o metanol que trae como consecuencia un cambio en el diseño de los buques y los sistemas de propulsión. Por otra parte, es válido considerar que en los años siguientes irán apareciendo nuevas formas de reducir las emisiones dentro del transporte marítimo, ya que en la actualidad se vienen realizando procesos investigativos que buscan mejorar y establecer nuevas medidas, por lo que, de desistir de los SLGE, se tendrían que evaluar otras opciones en el futuro.

Para responder al objetivo general, es válido concluir estableciendo que la repercusión del SLGE en el medio marino podría representar una afectación negativa e irreversible para el medio marino, por los componentes que se precisan forman

parte del agua de lavado de los SLGE húmedos, los cuales son los más utilizados por los buques y que mayor demanda presentan según los proyectos y estadísticas que se realizan a un futuro próximo. De acuerdo con lo señalado, es lógico establecer que es necesario que se realicen estudios multidisciplinarios los cuales se encarguen de verificar las posibles afectaciones y se pueda tomar en cuenta las medidas más equilibradas en beneficio del transporte marítimo y el cuidado del medio ambiente.

Dicha situación representa ser controversial, debido a que en la actualidad el SLGE se encuentra avalado por la OMI y se prevé que existirá mayor demanda en años siguientes. Por otra parte, existen investigaciones desde el lado medioambiental los cuales establecen luces previas sobre lo que representa el uso de SLGE y las consecuencias en el medio marino. Dicha situación se presenta como un factor a tomarse en cuenta en las navieras en aras de poder tomar las medidas pertinentes para poder tomar una decisión que conlleve en el corto plazo ser restrictiva y poder representar afectaciones que involucre un cambio de estrategia que afecte económicamente por la implementación de dicho sistema.

### **5.3. Recomendaciones**

Se proponen las siguientes recomendaciones acordes con los hallazgos obtenidos:

Se recomienda a futuros tesisistas realizar estudios que puedan profundizar en el análisis de cada una de las subcategorías presentadas en el presente trabajo de investigación de manera de que se pueda ahondar en poder generar mayor conocimiento sobre las dimensiones hermenéuticas que formaron parte de la matriz categorial presentada, lo cual podrá contribuir con una función informativa sobre uno de los temas que podría ayudar a tomar mejores decisiones dentro de la gestión naviera y para los operadores de buques mercantes quienes tomen en cuenta implementar sistemas de SLGE y ya cuenten con él.

Se recomienda a la tripulación de los buques, específicamente a los operadores quienes tengan a cargo responsabilidades directas con el SLGE, a sensibilizarlos con la intención de poder garantizar una operación adecuada del sistema tomando como base los recursos establecidos en los manuales proporcionados por el fabricante, de la manera de que se vayan considerando acciones preventivas con el fin de poder avizorar y minimizar daños al medio marino por las descargas de agua de lavado de SLGE húmedos de circuito abierto, ya que son los más utilizados por los buques en la actualidad.

Se sugiere a las compañías navieras poder tomar en cuenta en el análisis económico para poder implementar SLGE considerar las posibles amenazas que puede ceñirse a una posible restricción del sistema en años futuros, por las evidencias que se vienen presentando y que determine cierta probabilidad que se encamine con afectaciones que puedan establecer cambios para buscar nuevas alternativas que sean eficaces y compatibles con el buque.

Se recomienda en los buques mercantes quienes tienen implementado el SLGE a bordo de los buques a desarrollar capacitaciones los cuales consideren aspectos jurídicos y técnicos específicos que formen parte de materiales “digeribles” que beneficie a la tripulación quienes tengan responsabilidades directas con la operación del sistema a bordo de los buques. Además, es importante tomar en cuenta las posibles afectaciones a la seguridad que implica que el depurador pueda corroerse y suscitarse fugas, de manera de que se puedan tomar las medidas preventivas para evitar dicha situación.

Se sugiere a las organizaciones con responsabilidades en asuntos técnicos vinculados al transporte marítimo y el medio marino a aunar esfuerzos de tal manera de que se pueda considerar los estudios necesarios para obtener conclusiones pertinentes sobre el uso del SLGE y las posibles repercusiones en el medio marino, de manera de que se establezcan las medidas equilibradas en beneficio de la operación de buques mercantes y el cuidado del medio ambiente marino.

## 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.
- Bonet, N. (2020). *Análisis medioambiental del proceso de limpieza de los gases de escape en buques mercantes* [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica de Cataluña, España.
- 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.
- 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.
- Hidalgo, M., & Machay, L. (2020). *Análisis sobre la implantación de las normas “OMI 2020” sobre emisiones de gases en buques de bandera peruana, 2020* [Tesis de pregrado]. Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Perú.

- Koski, M., Broeg, K., Tronczynski, J., & Duliere, V. (2020). Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc). Consejo Internacional para la Exploración del Mar, Dinamarca.
- Lange, B. (2015). *Impacto de los depuradores en el medio ambiente – Situación en puertos y aguas costeras* [Tesis de pregrado]. Universidad de Bremen, Alemania.
- 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.
- OMI. (2017). *Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques – MARPOL*. Grupo CPI.
- Piñero, M. (2019). *Proceder del investigador cualitativo* (1era ed.) Upel.
- Romeo, G. (2018). *MARPOL VI: Análisis de las medidas de implantación e intervención en los puertos de la comunidad valenciana* (Tesis de maestría). Universidad Pontificia Comillas, España.
- Supo, J. (2020). *Metodología de la investigación científica* (3era ed.) Sincie.
- Teuchies, J., Cox, T., Van Itterbeeck, K., Meysman, F., & Blust, R. (2020). *El impacto de la descarga de depuradores sobre la calidad del agua de lavado en estuarios y puertos*. Universidad de Amberes, Bélgica.
- Velásquez, A. (2008). *CONVEMAR en el Ecuador: recursos marítimos, situación geopolítica y solución de conflictos* [Tesis de maestría]. Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador.

## Referencias electrónicas

- Castilla-La Mancha. (2015). *SOx – Óxidos de Azufre*. Castilla-La Mancha
- Fernández A. (2009). *Cómo contaminan los gases de azufre*. Consumer. <https://www.consumer.es/medio-ambiente/como-contaminan-los-gases-de-azufre.html>
- <http://pagina.jccm.es/medioambiente/rvca/calidad/sox.htm>
- Jassal, R. (2017). *Límites de azufre de la OMI 2020: todo lo que necesita saber*. My sea time. <https://www.myseatime.com/blog/detail/imo-2020-sox-sulphur-limits>
- Josebin. (2013). *Contaminacion por oxidos de azufre*. Slideshare. <https://es.slideshare.net/josebin/contaminacion-por-oxidos-de-azufre>
- Kühl (2020). *OMI 2020, un año después*. UISM. <https://iumi.com/news/iumi-eye-newsletter-march-2021/imo-2020-one-year-in>
- MEPC. (2015). *Directrices de 2015 sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape*. MEPC. <https://docs.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*. MEPC. <https://docs.imo.org/>
- MEPC. (2019). *Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0,55% en virtud del anexo VI del convenio MARPOL*. MEPC . <https://docs.imo.org/>
- MEPC. (2019). *Directrices sobre la supervisión por el estado rector del puerto en virtud del capítulo 3 del anexo VI del convenio MARPOL, 2019*. MEPC. <https://docs.imo.org/>

- MEPC. (2019). *Orientaciones sobre la indicación del cumplimiento en curso en caso de fallo de un solo instrumento de vigilancia y medidas cuya adopción 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))*. MEPC. <https://docs.imo.org/>
- OMI. (2020). *Convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar*. ONU. <https://www.imo.org/es/OurWork/Legal/Paginas/UnitedNationsConventionOnTheLawOfTheSea.aspx>
- OMI. (2020). *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. (2020a). *Azufre 2020: reduciendo las emisiones de óxidos de azufre*. OMI. <https://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx>
- ONU. (2020). *Convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar*. ONU. [https://www.un.org/depts/los/convention\\_agreements/texts/unclos/convemar\\_es.pdf](https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf)
- Posco. (2019). *POSCO, tan listo como siempre: La cuenta regresiva para la OMI 2020*. POSCO NEWSROOM. <https://newsroom.posco.com/en/imo-2020/>
- Seco, E. (2017). *Control de las emisiones a la atmósfera del transporte marítimo*. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=jwo21b1Yxp8&t=615s>
- Sethi. (2021). *A guide to scrubber system on ship*. Marine insight. <https://www.marineinsight.com/tech/scrubber-system-on-ship/>

Subpesca. (2020). *Tratados internacionales*. Subpesca.

<https://www.subpesca.cl/portal/616/w3-article-872.html>

Sullivan, A. (2019). *El sector naviero se prepara para las nuevas regulaciones de*

*emisiones*. DW. [https://www.dw.com/en/shipping-sector-gears-itself-for-](https://www.dw.com/en/shipping-sector-gears-itself-for-new-emissions-regulations/a-50836212)

[new-emissions-regulations/a-50836212](https://www.dw.com/en/shipping-sector-gears-itself-for-new-emissions-regulations/a-50836212)

Wartsila. (2013). *Wartsila exhaust gas cleaning*. Wartsila.

[https://www.wartsila.com/static/studio/assets/content/ss4/wartsila-exhaust-](https://www.wartsila.com/static/studio/assets/content/ss4/wartsila-exhaust-gas-cleaning-presentation-2013.pdf)

[gas-cleaning-presentation-2013.pdf](https://www.wartsila.com/static/studio/assets/content/ss4/wartsila-exhaust-gas-cleaning-presentation-2013.pdf)

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020

AUTORES: Bachiller en Ciencias Marítimas: LOLI Urquiza, Jorge Luis

PROBLEMA	OBJETIVOS	CATEGORIA DE ANÁLISIS
<p><b><u>Problema general</u></b> ¿Cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre?</p> <p>¿Qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre?</p>	<p><b><u>Objetivo general</u></b> Conocer cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Identificar qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p> <p>Examinar qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>	Repercusiones sobre el uso de sistemas de limpieza de gases de escape
		<b>SUBCATEGORÍAS DE ANÁLISIS</b>
		-Repercusiones ambientales -Repercusiones económicas -Repercusiones operacionales -Visión prospectiva
		<b>MUESTRA</b>
		No probabilística según criterio: -13 unidades de información documental relacionado con las subcategorías de análisis establecidas. -11 unidades de información conformado por oficiales de nivel gestión y superintendentes peruanos y extranjeros.
		<b>METODOLOGÍA</b>
Enfoque: Cualitativo Tipo: Básica Nivel: Exploratorio Diseño: Fenomenológico-hermenéutico (Supo, 2020; Piñero et. al., 2019)		
<b>PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</b>		

<p>¿Qué posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre?</p> <p>¿Cuál es la visión prospectiva que se tiene respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre?</p>	<p>Detectar qué posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p> <p>Señalar cuál es la visión prospectiva que se tiene respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>	<p>Se utilizó como técnicas tales como el análisis documental, técnicas de corte y clasificación de palabras clave en contexto los cuales conllevaron a establecer las categorías emergentes sobre los cuales se establecieron las síntesis conceptuales en correspondencia con los objetivos específicos y general.</p> <p>Se hizo uso programas tales como Microsoft Word y QDA Miner, los cuales facilitaron en análisis correspondiente.</p>
--	---	--

## **ANEXO 2**

### **LISTA DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS**

- ABS.- American Bureau of Shipping, es sociedad de clasificación con sede en Houston, USA.
- Administración.- Conjunto de personas y organismos que gobiernan.
- Aspersión Fina.- Es el Efecto niebla desarrollada de la pulverización del agua en pequeñas gotas.
- Azufre: Elemento químico y componente natural presente en el combustible.
- Bunker.- Se refiere al producto de combustible en la operación de toma de combustible.
- 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]
- 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
- Destilado.- Un combustible que tiene una baja viscosidad y densidad
- Directrices.- Conjunto de normas que se establecen al proyectar una acción o un plan.
- 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.
- 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.
- EGCSA.- Asociación de Sistema de Limpieza de Gases de Escape, conformada por todos los fabricantes de sistemas de LGE.

- Enmienda.- Corrección o arreglo, propuesta de arreglo de un documento.
- ETM.- Manual técnico desarrollado para el plan A o plan B de los sistemas LGE.
- 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.
- MARPOL.- Convenio para prevenir la contaminación por los buques en el mar.
- MEPC.- Comité de Protección del Medio Ambiente Marino, el cual aborda cuestiones ambientales dentro del ámbito de competencias.
- Metanol.- Combustible de propulsión para las naves de comercio, se caracteriza por ser ligero, volátil, incoloro e inflamable.
- Método equivalente.- termino que se le da a todo equipo o sistema empleado para cumplir las reglas 13 y 14 del convenio MARPOL
- NDIR.- Analizador infrarrojo no dispersivo, dispositivo espectroscópico para detectar un gas como el CO<sub>2</sub>.
- NDUV.- Analizador ultravioleta no dispersivos, dispositivo para detectar concentraciones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>.
- NO<sub>x</sub>.- Gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato
- OMM.- Manual de vigilancia a bordo, para el control de emisiones CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> y agua de lavado de los gases de escape.
- OMI 2020.- Regulación que busca minimizar los contenidos de azufre de los combustibles marinos.
- PAH.- hidrocarburo aromático policíclico, se encuentran en el petróleo, de no ser combustionados en su totalidad despiertan una preocupación como contaminantes.

- pH.- Potencial de Hidrogeno, indica concentración de iones de Hidrogeno, indicador para definir si una sustancia líquida es acida o alcalina.
- Residual.- Describe a los combustibles que tienen una alta viscosidad y densidad.
- 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.
- SLGE.- Sistema de Limpieza de los Gases de Escape, conjunto de dispositivos para reducir las emisiones de SOx.
- Soda Caustica.- Un producto químico que se encuentra en forma líquida, solida, en escamas o cristalinas.
- SOx.- Óxidos de azufre, es un grupo de gases compuesto por trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>) y dióxidos de azufre (SO<sub>2</sub>).
- Turbidez.- Grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas.
- Unidades de Combustión.- Equipos que al reaccionar el oxígeno con un combustible, desprenden energía, por ejemplo maquina principal, motores auxiliares y calderas
- 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.
- Viscosidad.- Resistencia que poseen algunos líquidos durante su fluidez y deformación.

### **ANEXO 3**

#### **FICHA DOCUMENTAL**

**TITULO:**

**TEXTO:**

**IMAGEN:**

**FUENTE:**

## **ANEXO 4**

### **GUÍAS DE ENTREVISTAS APLICADOS A MUESTRA COMPUESTO POR SUJETOS ENTREVISTADOS**

#### **GUÍA DE ENTREVISTA**

Fecha: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Entrevistadores: \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_

#### **PREGUNTAS**

##### **Repercusiones económicas**

1. ¿Considera que es rentable el uso de SLGE para ser utilizados en los buques mercantes en virtud del cumplimiento de las nuevas normas que restringen las emisiones de azufre del transporte marítimo?
2. ¿Se ha instalado en los buques de la empresa donde labora SLGE?
3. ¿Cuáles fueron los criterios que se manejan para poder implementar un SLGE?
4. Ante las investigaciones preliminares que establecen que el SLGE tiene una repercusión en el medio marino ¿Cómo cree usted podría repercutir en aspectos económicos para los buques quienes han optado por implementar dicho sistema en sus buques?
5. ¿Cómo afectaría económicamente una inminente restricción del SLGE en un buque que ha implementado el sistema?
6. ¿Considera que las navieras para implementar SLGE en los buques han considerado las afectaciones negativas que tendrían una potencial influencia en el medio marino y la repercusión económica que podría corresponderse con dicha situación?

##### **Repercusiones operacionales**

7. ¿Qué aspectos formativos deben considerarse para oficiales quienes operan buques con SLGE implementados?

8. Considerando que los manuales de operación del sistema suelen ser sumamente técnicos ¿Cree usted que podrían elaborarse materiales didácticos e independientes para cada buque quienes cuenten con el sistema en el buque que opera?
9. ¿Qué afectaciones en la operación del sistema convencional podría determinar la implementación de un SLGE?
10. ¿Considera que una inadecuada operación del sistema podría repercutir de manera directa en la contaminación del medio marino?
11. ¿Hasta qué punto considera que las actividades operacionales con respecto al sistema podrían determinar una influencia negativa para el medio marino?
12. ¿Conoce cuáles son los componentes del agua de lavado y que repercusión traen altas concentraciones para el medio marino?
13. ¿Considera que es importante la formación jurídica respecto a las regulaciones vinculadas a los SLGE en todo el recurso humano quienes operen un sistema a bordo del buque?

### **Visión prospectiva**

14. ¿Cuál sería la reacción ante una posible prohibición de los SLGE dentro del transporte marítimo?
15. ¿Qué otras alternativas poseen las navieras quienes han implementado en sus buques SLGE para cumplir con las normas de los límites de azufre ante una posible restricción de los sistemas?
16. En la actualidad existen pocos estudios relacionados con las repercusiones del SLGE en el medio marino ¿Considera que de formularse mayor interés por realizar estudios elaborado por expertos en temas medioambientales del sector marino y de un recurso humano experto en la operación de buques mercantes podría tener consecuencias equilibradas en la implementación de medidas cada vez más adecuadas dentro del sector del transporte marítimo?
17. ¿Cuál será la opción más apropiada para poder minimizar las emisiones de SOx de los buques mercantes en los años venideros?

## ANEXO 5

### VALIDACIONES DE CONTENIDO DE HERRAMIENTAS DE GUÍA DE ENTREVISTA E INFORMACIÓN DOCUMENTAL

1)



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

**PROGRAMA ACADEMICO DE MARINA MERCANTE:  
· ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS**

#### **REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020**

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

##### **Instrucciones generales:**

A continuación, se plantean una serie de fuentes documentales y preguntas correspondientes a una guía de entrevista, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Dichas fuentes y búsqueda de información se encuentran relacionada con cada subcategoría de análisis establecidos tanto apriorísticamente y emergentemente durante el proceso.

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

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 las unidades documentales establecidas y los ítems propuestos en la guía de entrevista en razón de las fuentes de información adecuadas.

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 Loli Urquiza, Jorge Luis***

### Operacionalización de la categoría

**Objetivo general:** Conocer cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	DOCUMENTACIÓN	
				Ítems	Fuentes
Identificar qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.		Repercusiones ambientales	Demanda de SLGE		1. Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020)
			Comparación SLGE		2. Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012)
			SLGE de circuito abierto		3. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)
			Operación de SLGE y caudal de producción de volúmenes de descarga de agua de lavado		4. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)
			Composición química del agua de lavado		5. ¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018)
					6. Sistemas de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et al., 2019)
			Cargas contaminantes de SLGE en el medio ambiente		7. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas

	<p>Repercusiones del uso de los sistemas de limpieza de gases de escape</p>		<p>Consecuencias e impactos de la descarga de agua de lavado de SLGE</p>	<p>Restricciones locales sobre la descarga de SLGE</p>	<p>Costo promedio de SLGE</p>	<p>de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)</p> <p>8. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)</p> <p>9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hürnagl, 2005)</p> <p>10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mifame, 2020)</p> <p>11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)</p> <p>12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)</p> <p>13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)</p>
<p>Examinar qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>		<p>Repercusiones económicas</p>	<p>Rentabilidad</p> <p>Instalación de SLGE</p> <p>Criterios</p> <p>Aspectos económicos</p>		<p>1. ¿Considera que es rentable el uso de SLGE para ser utilizados en los buques mercantes en virtud del cumplimiento de las nuevas normas que restringen las emisiones de azufre del transporte marítimo?</p> <p>2. ¿Se ha instalado en los buques de la empresa donde labora SLGE?</p> <p>3. ¿Cuáles fueron los criterios que se manejan para poder implementar un SLGE?</p> <p>4. Ante las investigaciones preliminares que establecen que el SLGE tiene una repercusión en el medio marino ¿Cómo cree usted podría repercutir en aspectos económicos para los</p>	

				buques quienes han optado por implementar dicho sistema en sus buques?
			Restricción inminente	5. ¿Cómo afectaría económicamente una inminente restricción del SLGE en un buque que ha implementado el sistema?
			Influencia negativa en el medio marino	6. ¿Considera que las navieras para implementar SLGE en los buques han considerado las afectaciones negativas que tendrían una potencial influencia en el medio marino y la repercusión económica que podría corresponderse con dicha situación?
			Formación	7. ¿Qué aspectos formativos deben considerarse para oficiales quienes operan buques con SLGE implementados?
			Manuales instructivos	8. Considerando que los manuales de operación del sistema suelen ser sumamente técnicos ¿Cree usted que podrían elaborarse materiales didácticos e independientes para cada buque quienes cuenten con el sistema en el buque que opera?
			Operación del sistema	9. ¿Qué afectaciones en la operación del sistema convencional podría determinar la implementación de un SLGE?
			Medio marino	10. ¿Considera que una inadecuada operación del sistema podría repercutir de manera directa en la contaminación del medio marino?
		Repercusiones operacionales	Alcances para contrarrestar	11. ¿Hasta qué punto considera que las actividades operacionales con respecto al sistema podrían determinar una influencia negativa para el medio marino?
			Agua de lavado	12. ¿Conoce cuáles son los componentes del agua de lavado y que repercusión traen altas concentraciones para el medio marino?
			Formación jurídica	13. ¿Considera que es importante la formación jurídica respecto a las regulaciones vinculadas a los SLGE en todo el recurso humano quienes operen un sistema a bordo del buque?
			Reacción ante la prohibición de SLGE	14. ¿Cuál sería la reacción ante una posible prohibición de los SLGE dentro del transporte marítimo?
			Alternativas	15. ¿Qué otras alternativas poseen las navieras quienes han implementado en sus buques SLGE para cumplir con las normas de los límites de
		Detectar qué posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.		

<p>Señalar cuál es la visión prospectiva que se tiene respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>	<p>Visión prospectiva</p>	<p>Investigaciones científicas</p> <p>Opción apropiada para reducir emisiones de SOx</p>	<p>azufre ante una posible restricción de los sistemas?</p> <p>16. En la actualidad existen pocos estudios relacionados con las repercusiones del SLGE en el medio marino ¿Considera que de formularse mayor interés por realizar estudios elaborado por expertos en temas medioambientales del sector marino y de un recurso humano experto en la operación de buques mercantes podría tener consecuencias equilibradas en la implementación de medidas cada vez más adecuadas dentro del sector del transporte marítimo?</p> <p>17. ¿Cuál será la opción más apropiada para poder minimizar las emisiones de SOx de los buques mercantes en los años venideros?</p>	
---	---------------------------	--	---	--

### 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									✓

Observaciones: Ninguna

---

---

---

---

---

---

## REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020

### 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. Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020)	x		
2. Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012)	x		
3. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)	x		
4. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marítimo (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	x		
5. ¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018)	x		
6. Sistema de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et. al., 2019)	x		
7. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	x		
8. Documentos de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	x		
9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hufnagl, 2005)	x		
10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)	x		
11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)	x		
12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)	x		
13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)	x		

**Acotaciones:** Los documentos son relevantes para el proceso.

---



---



---



---



---



---



---

### Evaluación General

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

Si

2. ¿Las fuentes de información y guía de entrevista 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

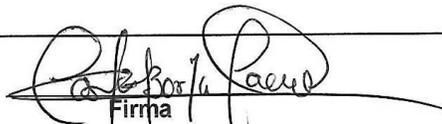
**Nombre completo** : Carlos Borja Garcia

**Profesión** : Oficial de Marina Mercante

**Grado académico** : Doctor en ciencias marítimas.

**Características que lo determinan como experto:**

Oficial de Marina mercante con 32 años de experiencia en el rubro marítimo y Portuaria Docente Universitario con el grado de Master y doctor en ciencias marítimas. Actualmente Director pregrado ENAMM.



Firma  
DNI 08538482

Fecha: 10-10-20.

2)



**ENAMM**  
ALMIRANTE MIGUEL GRAU

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

**PROGRAMA ACADEMICO DE MARINA MERCANTE:  
· ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS**

**REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES  
DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020**

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

**Instrucciones generales:**

A continuación, se plantean una serie de fuentes documentales y preguntas correspondientes a una guía de entrevista, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Dichas fuentes y búsqueda de información se encuentran relacionada con cada subcategoría de análisis establecidos tanto apriorísticamente y emergentemente durante el proceso.

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

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 las unidades documentales establecidas y los ítems propuestos en la guía de entrevista en razón de las fuentes de información adecuadas.

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 Loli Urquiza, Jorge Luis***

### Operacionalización de la categoría

**Objetivo general:** Conocer cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	DOCUMENTACIÓN	
				ENTREVISTA Ítems	Fuentes
Identificar qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.		Repercusiones ambientales	Demanda de SLGE		1. Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020)
			Comparación SLGE		2. Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012)
			SLGE de circuito abierto		3. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)
			Operación de SLGE y caudal de producción de volúmenes de descarga de agua de lavado		4. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)
			Composición química del agua de lavado		5. ¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018) 6. Sistemas de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et al., 2019)
			Cargas contaminantes de SLGE en el medio ambiente		7. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas

	<p>de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)</p> <p>8. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)</p> <p>9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hufnagl, 2005)</p> <p>10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mifame, 2020)</p> <p>11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)</p> <p>12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)</p> <p>13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)</p>				
	<p>Consecuencias e impactos de la descarga de agua de lavado de SLGE</p>	<p>Restricciones locales sobre la descarga de SLGE</p>	<p>Costo promedio de SLGE</p>		
	<p>1. ¿Considera que es rentable el uso de SLGE para ser utilizados en los buques mercantes en virtud del cumplimiento de las nuevas normas que restringen las emisiones de azufre del transporte marítimo?</p> <p>2. ¿Se ha instalado en los buques de la empresa donde labora SLGE?</p> <p>3. ¿Cuáles fueron los criterios que se manejan para poder implementar un SLGE?</p> <p>4. Ante las investigaciones preliminares que establecen que el SLGE tiene una repercusión en el medio marino ¿Cómo cree usted podría repercutir en aspectos económicos para los</p>	<p>Repercusiones económicas</p>	<p>Repercusiones económicas</p>	<p>Repercusiones económicas</p>	<p>Examinar qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>

		<p>buques quienes han optado por implementar dicho sistema en sus buques?</p>	
Restricción inminente	<p>5. ¿Cómo afectaría económicamente una inminente restricción del SLGE en un buque que ha implementado el sistema?</p>		
Influencia negativa en el medio marino	<p>6. ¿Considera que las navieras para implementar SLGE en los buques han considerado las afectaciones negativas que tendrían una potencial influencia en el medio marino y la repercusión económica que podría corresponderse con dicha situación?</p>		
Formación	<p>7. ¿Qué aspectos formativos deben considerarse para oficiales quienes operan buques con SLGE implementados?</p>		
Manuales instructivos	<p>8. Considerando que los manuales de operación del sistema suelen ser sumamente técnicos ¿Cree usted que podrían elaborarse materiales didácticos e independientes para cada buque quienes cuenten con el sistema en el buque que opera?</p>		
Operación del sistema	<p>9. ¿Qué afectaciones en la operación del sistema convencional podría determinar la implementación de un SLGE?</p>		
Medio marino	<p>10. ¿Considera que una inadecuada operación del sistema podría repercutir de manera directa en la contaminación del medio marino?</p>		
Alcances para contrarrestar	<p>11. ¿Hasta qué punto considera que las actividades operacionales con respecto al sistema podrían determinar una influencia negativa para el medio marino?</p>	Repercusiones operacionales	
Agua de lavado	<p>12. ¿Conoce cuáles son los componentes del agua de lavado y que repercusión traen altas concentraciones para el medio marino?</p>		
Formación jurídica	<p>13. ¿Considera que es importante la formación jurídica respecto a las regulaciones vinculadas a los SLGE en todo el recurso humano quienes operen un sistema a bordo del buque?</p>		
Reacción ante la prohibición de SLGE	<p>14. ¿Cuál sería la reacción ante una posible prohibición de los SLGE dentro del transporte marítimo?</p>		
Alternativas	<p>15. ¿Qué otras alternativas poseen las navieras quienes han implementado en sus buques SLGE para cumplir con las normas de los límites de</p>		
<p>Detectar qué posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>			

<p>Señalar cuál es la visión prospectiva que se tiene respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>		<p>Visión prospectiva</p>	<p>Investigaciones científicas</p>	<p>azufre ante una posible restricción de los sistemas?  16. En la actualidad existen pocos estudios relacionados con las repercusiones del SLGE en el medio marino ¿Considera que de formularse mayor interés por realizar estudios elaborado por expertos en temas medioambientales del sector marino y de un recurso humano experto en la operación de buques mercantes podría tener consecuencias equilibradas en la implementación de medidas cada vez más adecuadas dentro del sector del transporte marítimo?  17. ¿Cuál será la opción más apropiada para poder minimizar las emisiones de SOx de los buques mercantes en los años venideros?</p>	

**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									x
2									x
3									x
4									x
5									x
6									x
7									x
8									x
9									x
10									x
11									x
12									x
13									x
14									x

Observaciones: S/A

---



---



---



---



---



---

## REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020

### 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. Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020)	✓		
2. Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012)	✓		
3. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)	/		
4. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marítimo (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	/		
5. ¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018)	✓		
6. Sistema de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et. al., 2019)	/		
7. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	/		
8. Documentos de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	/		
9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hufnagl, 2005)	✓		
10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)	/		
11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)	/		
12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)	/		
13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)	/		

**Acotaciones:** Buscar extraer las consideraciones más importantes

---



---



---



---



---



---



---

**Evaluación General**

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

Si

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

Si

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

Buscar profundizar información del entrevistado

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

Realizar una fecundación que busque captar las ideas más importantes de los entrevistados

**Nombre completo** : Jose Antonio Bejazo Bedoya

**Profesión** : Seje de Máquinas, Abogado

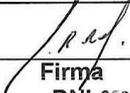
**Grado académico** : Doctor en Ciencias Marítimas

**Características que lo determinan como experto:**

- 40 Años oficial marino mercante

- 06 Años docente de postgrado y pregrado

- Doctorado en Ciencias Marítimas

  
Firma

DNI 25340236

Fecha: 10-10-20

3)



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

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

**REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES  
DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020**

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

**Instrucciones generales:**

A continuación, se plantean una serie de fuentes documentales y preguntas correspondientes a una guía de entrevista, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Dichas fuentes y búsqueda de información se encuentran relacionada con cada subcategoría de análisis establecidos tanto apriorísticamente y emergentemente durante el proceso.

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

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 las unidades documentales establecidas y los ítems propuestos en la guía de entrevista en razón de las fuentes de información adecuadas.

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 Loli Urquiza, Jorge Luis***

### Operacionalización de la categoría

**Objetivo general:** Conocer cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	DOCUMENTACIÓN	
				ENTREVISTA Ítems	Fuentes
<p>Identificar qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>		<p>Repercusiones ambientales</p>	Demanda de SLGE		1. Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020)
			Comparación SLGE		2. Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012)
			SLGE de circuito abierto		3. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)
			Operación de SLGE y caudal de producción de volúmenes de descarga de agua de lavado		4. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)
			Composición química del agua de lavado		5. ¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018)
			Cargas contaminantes de SLGE en el medio ambiente		6. Sistemas de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et al., 2019)
					7. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas

<p>Examinar qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>	<p>Repercusiones del uso de los sistemas de limpieza de gases de escape</p>	<p>Repercusiones económicas</p>	<p>Consecuencias e impactos de la descarga de agua de lavado de SLGE</p> <p>Restricciones locales sobre la descarga de SLGE</p> <p>Costo promedio de SLGE</p>	<p>de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)</p> <p>8. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)</p> <p>9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hurnaghi, 2005)</p> <p>10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)</p> <p>11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)</p> <p>12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacíficoGreen, 2020)</p> <p>13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)</p>
<p>1. ¿Considera que es rentable el uso de SLGE para ser utilizados en los buques mercantes en virtud del cumplimiento de las nuevas normas que restringen las emisiones de azufre del transporte marítimo?</p> <p>2. ¿Se ha instalado en los buques de la empresa donde labora SLGE?</p> <p>3. ¿Cuáles fueron los criterios que se manejan para poder implementar un SLGE?</p> <p>4. Ante las investigaciones preliminares que establecen que el SLGE tiene una repercusión en el medio marino ¿Cómo cree usted podría repercutir en aspectos económicos para los</p>	<p>Repercusiones económicas</p>	<p>Rentabilidad</p> <p>Instalación de SLGE</p> <p>Criterios</p> <p>Aspectos económicos</p>	<p>Consecuencias e impactos de la descarga de agua de lavado de SLGE</p> <p>Restricciones locales sobre la descarga de SLGE</p> <p>Costo promedio de SLGE</p>	<p>de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)</p> <p>8. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)</p> <p>9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hurnaghi, 2005)</p> <p>10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)</p> <p>11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)</p> <p>12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacíficoGreen, 2020)</p> <p>13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)</p>

				buques quienes han optado por implementar dicho sistema en sus buques?	
	Restricción inminente			5. ¿Cómo afectaría económicamente una inminente restricción del SLGE en un buque que ha implementado el sistema?	
	Influencia negativa en el medio marino			6. ¿Considera que las navieras para implementar SLGE en los buques han considerado las afectaciones negativas que tendrían una potencial influencia en el medio marino y la repercusión económica que podría corresponderse con dicha situación?	
	Formación			7. ¿Qué aspectos formativos deben considerarse para oficiales quienes operan buques con SLGE implementados?	
	Manuales instructivos			8. Considerando que los manuales de operación del sistema suelen ser sumamente técnicos ¿Cree usted que podrían elaborarse materiales didácticos e independientes para cada buque quienes cuenten con el sistema en el buque que opera?	
	Operación del sistema			9. ¿Qué afectaciones en la operación del sistema convencional podría determinar la implementación de un SLGE?	
	Medio marino			10. ¿Considera que una inadecuada operación del sistema podría repercutir de manera directa en la contaminación del medio marino?	
	Alcances para contrarrestar	Repercusiones operacionales		11. ¿Hasta qué punto considera que las actividades operacionales con respecto al sistema podrían determinar una influencia negativa para el medio marino?	
	Agua de lavado			12. ¿Conoce cuáles son los componentes del agua de lavado y que repercusión traen altas concentraciones para el medio marino?	
	Formación jurídica			13. ¿Considera que es importante la formación jurídica respecto a las regulaciones vinculadas a los SLGE en todo el recurso humano quienes operen un sistema a bordo del buque?	
	Reacción ante la prohibición de SLGE			14. ¿Cuál sería la reacción ante una posible prohibición de los SLGE dentro del transporte marítimo?	
	Alternativas			15. ¿Qué otras alternativas poseen las navieras quienes han implementado en sus buques SLGE para cumplir con las normas de los límites de	
<p>Detectar qué posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>					

<p>Señalar cuál es la visión prospectiva que se tiene respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>		<p>Visión prospectiva</p>	<p>Investigaciones científicas</p>	<p>azufre ante una posible restricción de los sistemas?  16. En la actualidad existen pocos estudios relacionados con las repercusiones del SLGE en el medio marino ¿Considera que de formularse mayor interés por realizar estudios elaborado por expertos en temas medioambientales del sector marino y de un recurso humano experto en la operación de buques mercantes podría tener consecuencias equilibradas en la implementación de medidas cada vez más adecuadas dentro del sector del transporte marítimo?  17. ¿Cuál será la opción más apropiada para poder minimizar las emisiones de SOx de los buques mercantes en los años venideros?</p>	

## REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020

### 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. Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020)	X		
2. Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012)	X		
3. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)	X		
4. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marítimo (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	X		
5. ¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018)	X		
6. Sistema de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et. al., 2019)	X		
7. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	X		
8. Documentos de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	X		
9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hufnagl, 2005)	X		
10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)	X		
11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)	X		
12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)	X		
13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)	X		

**Acotaciones:**   s/n  

---



---



---



---



---



---



---

### 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									x
3									✓
4									x
5									x
6									x
7									x
8									x
9									x
10									x
11									x
12									x
13									x
14									x

Observaciones: *Sin Novedad*

---

---

---

---

---

---

### Evaluación General

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

*Si*

2. ¿Las fuentes de información y guía de entrevista 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*

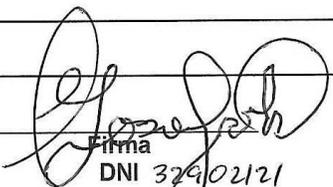
Nombre completo : *Inocencio Gonzales Córdoba*

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 gaseros y quimiqueros.*

  
Firma  
DNI 32402121  
Fecha: 15-10-2020

4)



**ENAMM**  
ALMIRANTE MIGUEL GRAU

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

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

**REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES  
DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020**

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

**Instrucciones generales:**

A continuación, se plantean una serie de fuentes documentales y preguntas correspondientes a una guía de entrevista, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Dichas fuentes y búsqueda de información se encuentran relacionada con cada subcategoría de análisis establecidos tanto apriorísticamente y emergentemente durante el proceso.

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

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 las unidades documentales establecidas y los ítems propuestos en la guía de entrevista en razón de las fuentes de información adecuadas.

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 Loli Urquiza, Jorge Luis***

### Operacionalización de la categoría

**Objetivo general:** Conocer cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	DOCUMENTACIÓN	
				ENTREVISTA	Ítems
Identificar qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.		Repercusiones ambientales	Demanda de SLGE		1. Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020) 2. Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012) 3. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015) 4. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020) 5. ¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018) 6. Sistemas de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et al., 2019) 7. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas
			Comparación SLGE		
			SLGE de circuito abierto		
			Operación de SLGE y caudal de producción de volúmenes de descarga de agua de lavado		
			Composición química del agua de lavado		
			Cargas contaminantes de SLGE en el medio ambiente		

<p>Examinar qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>	<p>Repercusiones del uso de los sistemas de limpieza de gases de escape</p>		<p>Consecuencias e impactos de la descarga de agua de lavado de SLGE</p>	<p>de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)</p> <p>8. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)</p> <p>9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hufnagl, 2005)</p> <p>10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)</p> <p>11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)</p> <p>12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)</p> <p>13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)</p>
		<p>Repercusiones económicas</p>	<p>Restricciones locales sobre la descarga de SLGE</p>	
			<p>Costo promedio de SLGE</p>	
			<p>Rentabilidad</p>	<p>1. ¿Considera que es rentable el uso de SLGE para ser utilizados en los buques mercantes en virtud del cumplimiento de las nuevas normas que restringen las emisiones de azufre del transporte marítimo?</p>
			<p>Instalación de SLGE</p>	<p>2. ¿Se ha instalado en los buques de la empresa donde labora SLGE?</p>
			<p>Criterios</p>	<p>3. ¿Cuáles fueron los criterios que se manejan para poder implementar un SLGE?</p>
			<p>Aspectos económicos</p>	<p>4. Ante las investigaciones preliminares que establecen que el SLGE tiene una repercusión en el medio marino ¿Cómo cree usted podría repercutir en aspectos económicos para los</p>

## REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020

### 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. Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020)	✓		
2. Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012)	✓		
3. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)	✓		
4. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marítimo (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	✓		
5. ¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018)	✓		
6. Sistema de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et. al., 2019)	✓		
7. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	✓		
8. Documentos de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	✓		
9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hufnagl, 2005)	✓		
10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)	✓		
11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)	✓		
12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)	✓		
13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)	✓		

**Acotaciones:** Los documentos guardan relación con el objetivo de estudio  
Por lo tanto se sugiere su uso

---



---



---



---



---



---



---

### 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									✓

**Observaciones:** *Las preguntas son pertinentes*

---

---

---

---

---

---

### Evaluación General

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

Si

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

Si

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

Buscar que el entrevistado proporcione información 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 Benjamín

Profesión : Marino Mercante

Grado académico : Superior

Características que lo determinan como experto:

Marino mercante, oficial de máquinas. Experiencia laboral desde

el 2013 en el ámbito marítimo. Encargado de la propulsión del buque y equipos auxiliares.

Experiencia con plantas de generación de gas inerte, motores auxiliares, purificadoras, motor principal, bombas en general,

5) Compresores de Aire, bombas Framo, bombas ex turbina.



Firma

DNI 45984474

Fecha: 10/10/2020

5)



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

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

**REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES  
DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020**

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

**Instrucciones generales:**

A continuación, se plantean una serie de fuentes documentales y preguntas correspondientes a una guía de entrevista, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Dichas fuentes y búsqueda de información se encuentran relacionada con cada subcategoría de análisis establecidos tanto apriorísticamente y emergentemente durante el proceso.

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

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 las unidades documentales establecidas y los ítems propuestos en la guía de entrevista en razón de las fuentes de información adecuadas.

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 Loli Urquiza, Jorge Luis***

### Operacionalización de la categoría

**Objetivo general:** Conocer cuáles son las posibles repercusiones respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	DOCUMENTACIÓN	
				ENTREVISTA	Fuentes
Identificar qué posibles repercusiones ambientales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.			Demanda de SLGE		1. Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DINV, 2020)
			Comparación SLGE		2. Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012)
			SLGE de circuito abierto		3. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)
			Operación de SLGE y caudal de producción de volúmenes de descarga de agua de lavado		4. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)
			Composición química del agua de lavado		5. ¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018)
			Cargas contaminantes de SLGE en el medio ambiente		6. Sistemas de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et. al., 2019)
					7. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas

<p>Examinar qué posibles repercusiones económicas podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>	<p>Repercusiones del uso de los sistemas de limpieza de gases de escape</p>		<p>Consecuencias e impactos de la descarga de agua de lavado de SLGE</p>	<p>de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)</p>
		<p>Repercusiones económicas</p>	<p>Restricciones locales sobre la descarga de SLGE</p>	<p>8. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et al., 2020)</p> <p>9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hufnagl, 2005)</p> <p>10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)</p> <p>11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)</p> <p>12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)</p> <p>13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)</p>
	<p>Rentabilidad</p>			
	<p>Instalación de SLGE</p>	<p>1. ¿Considera que es rentable el uso de SLGE para ser utilizados en los buques mercantes en virtud del cumplimiento de las nuevas normas que restringen las emisiones de azufre del transporte marítimo?</p> <p>2. ¿Se ha instalado en los buques de la empresa donde labora SLGE?</p> <p>3. ¿Cuáles fueron los criterios que se manejan para poder implementar un SLGE?</p> <p>4. Ante las investigaciones preliminares que establecen que el SLGF tiene una repercusión en el medio marino ¿Cómo cree usted podría repercutir en aspectos económicos para los</p>		
	<p>Criterios</p>			
	<p>Aspectos económicos</p>			

<p>Detectar qué posibles repercusiones operacionales podrían suscitarse respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>				<p>buques quienes han optado por implementar dicho sistema en sus buques?</p> <p>5. ¿Cómo afectaría económicamente una inminente restricción del SLGE en un buque que ha implementado el sistema?</p> <p>6. ¿Considera que las navieras para implementar SLGE en los buques han considerado las afectaciones negativas que tendrían una potencial influencia en el medio marino y la repercusión económica que podría corresponderse con dicha situación?</p> <p>7. ¿Qué aspectos formativos deben considerarse para oficiales quienes operan buques con SLGE implementados?</p> <p>8. Considerando que los manuales de operación del sistema suelen ser sumamente técnicos ¿Cree usted que podrían elaborarse materiales didácticos e independientes para cada buque quienes cuentan con el sistema en el buque que opera?</p> <p>9. ¿Qué afectaciones en la operación del sistema convencional podría determinar la implementación de un SLGE?</p> <p>10. ¿Considera que una inadecuada operación del sistema podría repercutir de manera directa en la contaminación del medio marino?</p> <p>11. ¿Hasta qué punto considera que las actividades operacionales con respecto al sistema podrían determinar una influencia negativa para el medio marino?</p> <p>12. ¿Conoce cuáles son los componentes del agua de lavado y que repercusión traen altas concentraciones para el medio marino?</p> <p>13. ¿Considera que es importante la formación jurídica respecto a las regulaciones vinculadas a los SLGE en todo el recurso humano quienes operen un sistema a bordo del buque?</p> <p>14. ¿Cuál sería la reacción ante una posible prohibición de los SLGE dentro del transporte marítimo?</p> <p>15. ¿Qué otras alternativas poseen las navieras quienes han implementado en sus buques SLGE para cumplir con las normas de los límites de</p>	
<p>Restricción inminente</p> <p>Influencia negativa en el medio marino</p> <p>Formación</p> <p>Manuales instructivos</p> <p>Operación del sistema</p> <p>Medio marino</p> <p>Alcances para contrarrestar</p> <p>Agua de lavado</p> <p>Formación jurídica</p> <p>Reacción ante la prohibición de SLGE</p> <p>Alternativas</p>	<p>Repercusiones operacionales</p>				

<p>Señalar cuál es la visión prospectiva que se tiene respecto al uso de los sistemas de limpieza de gases de escape en buques mercantes por cumplir con las normas relacionadas con las emisiones de azufre.</p>		<p>Visión prospectiva</p>	<p>Investigaciones científicas</p>	<p>azufre ante una posible restricción de los sistemas?  16. En la actualidad existen pocos estudios relacionados con las repercusiones del SLGE en el medio marino ¿Considera que de formularse mayor interés por realizar estudios elaborado por expertos en temas medioambientales del sector marino y de un recurso humano experto en la operación de buques mercantes podría tener consecuencias equilibradas en la implementación de medidas cada vez más adecuadas dentro del sector del transporte marítimo?</p>	
			<p>Opción apropiada para reducir emisiones de SOx</p>	<p>17. ¿Cuál será la opción más apropiada para poder minimizar las emisiones de SOx de los buques mercantes en los años venideros?</p>	

## REPERCUSIONES DEL USO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES DE ESCAPE EN BUQUES MERCANTES, 2020

### 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. Impacto marítimo: Nuestra experiencia en historias (DNV, 2020)	✓		
2. Comprendiendo los sistemas de limpieza de gases de escape: Guía para armadores y operadores (Lloyd's Register, 2012)	✓		
3. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)	✓		
4. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marítimo (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	✓		
5. ¿Son seguros los SLGE? (Mouawad, 2018)	✓		
6. Sistema de limpieza de gases de escape: Una hoja de ruta para la evaluación de riesgos (Linders et. al., 2019)	✓		
7. Documento de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	✓		
8. Documentos de antecedentes del punto de vista del Consejo Internacional para la Explotación del Mar (ICES): Impacto sobre los sistemas de limpieza de gases de escape (depuradores) en el medio marino (Ad Hoc) (Koski et. al., 2020)	✓		
9. Efectos de la descarga de agua de mar de los SLGE (Hufnagl, 2005)	✓		
10. Preste atención a las restricciones locales antes de descargar el agua de lavado (Mfame, 2020)	✓		
11. Los desencadenantes de la regla de emisiones se dividen en el transporte marítimo (Paris, 2019)	✓		
12. ¿Por qué los depuradores de escape marinos son más baratos que la conversión de GNL? (PacificGreen, 2020)	✓		
13. Tendencias industriales (Global Market Insight, 2019)	✓		

Acotaciones: Los documentos ayudan a obtener  
mayor información.

---



---



---



---



---



---

**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									X
2									X
3									X
4									X
5									X
6									X
7									X
8									X
9									X
10									X
11									X
12									X
13									X
14									X

Observaciones: La redacción es adecuada.

---

---

---

---

---

**Evaluación General**

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

Sí

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

Sí

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

Profundizar en la información adoptada.

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

Se sugiere plasmar resultados de manera sustentada.

Nombre completo : Penzo Maura Rogue Montes

Profesión : Manero mercante

Grado académico : superior.

Características que lo determinan como experto:

Égresado de la escuela nacional de manero mercante "Almirante Miguel Grau" en el año 2012, contando estudios de alto rendimiento en Tecsup (CEPEX) en la carrera de mantenimiento industrial, habiendo realizado el curso de Centralización Indus con el medio manero (en 7 años) de experiencia

  
Firma  
DNI 46173234  
Fecha: 10-10-20

## **ANEXO 6**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO APLICADO A ENTREVISTADOS**

#### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

“REPERCUSIONES DE LAS DESCARGAS DEL AGUA DE LAVADO DE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE GASES DE ESCAPE DE BUQUES MERCANTES, 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 Loli Urquizo, Jorge Luis.

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: