ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE

ALMIRANTE MIGUEL GRAU

PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE

ESPECIALIDAD MAQUINAS

CONOCIMIENTO TEÒRICO DEL CÓDIGO TÉCNICO RELATIVO AL CONTROL DE LAS EMISIONES DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO DE LOS MOTORES DIÉSEL MARINOS Y LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN OFICIALES EGRESADOS DE LA ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE MIGUEL GRAU, 2018.

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

PRESENTADA POR:

MORALES ESCALANTE, JULIO ENRIQUE

CALLAO, PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios Padre Todopoderoso, por darnos vida, salud y prosperidad para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

AGRADECIMIENTOS

En agradecimiento a nuestros docentes de la Escuela Nacional de Marina Mercante ‘’Almirante Miguel Grau’’, por apoyarnos y transmitirnos sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

.

ÍNDICE

Páginas

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTOS iii

ÍNDICE iv

LISTA DE TABLAS vii

LISTA DE FIGURAS ix

RESUMEN x

ABSTRACT xi

INTRODUCCIÓN xii

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15

1.1. Descripción de la realidad problemática 15

1.2. Formulación del problema 22

1.2.1. Problema general 22

1.2.2. Problema específico 22

1.3. Objetivos de la investigación 22

1.3.1. Objetivo general 22

1.3.2. Objetivos específicos 23

1.4. Justificación de la investigación 23

1.4.1 Justificación teórica 23

1.4.2 Justificación practica 24

1.4.3 Justificación metodológica 24

1.5. Limitaciones de la investigación 24

1.6. Viabilidad de la investigación 25

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 26
2.1. Antecedentes de la investigación 26
2.1.1. Nacionales 26
2.1.2. Internacionales 31
2.2. Bases teóricas 41
2.2.1. Conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos 41
2.2.2. Prevención de la contaminación ambiental 71
2.3. Definiciones conceptuales 89
CAPÍTULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES 92
3.1. Formulación de la hipótesis 92
3.1.1. Hipótesis general 92
3.1.2. Hipótesis específicas 92
3.2. Variables y dimensiones 93
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO 95
4.1. Diseño de la investigación 95
4.2. Población y muestra 98
4.3. Operacionalización de variables 100
4.4. Técnicas para la recolección de datos 101
4.4.1. Técnicas 101
4.4.2. Instrumento 101
4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos 105
4.6. Aspectos éticos 106
CAPÍTULO V: RESULTADOS 107

5.1. Análisis estadísticos descriptivos 107
5.2. Análisis estadístico inferencial 113
5.2.1. Prueba estadística para la determinación de la normalidad 113
5.2.2. Prueba de hipótesis 115
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 120
6.1. Discusión 120
6.2. Conclusiones 124
6.3. Recomendaciones 125
FUENTES DE INFORMACIÓN 127
REFERENCIAS CIBERGRÁFICAS 130
ANEXOS 137
Anexo 1. Matriz de consistencia 138
Anexo 2. Matriz de Operacionalización 140
Anexo 3. Instrumento 141
Anexo 5. Evidencias de la validación del instrumento 146
Anexo 6. Prueba Piloto Confiabilidad 151
Anexo 7. Base de Datos 153

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen histórico del Convenio MARPOL. 44

Tabla 2. Zonas de control de las emisiones. 53

Tabla 3. Estimación del nivel de riesgo por emisiones de motores de diésel. 70

Tabla 4. Operacionalización de las variables. 100

Tabla 5. Validez según juicio de expertos. 103

Tabla 6. Valores de los niveles de confiabilidad. 104

Tabla 7. Estadística de fiabilidad por el Alfa de Cronbach. 104

Tabla 8. Resultados de la variable conocimientos código técnico sobre los NOx. 107

Tabla 9. Resultados dimensión conocimiento generales de la norma de control de emisiones. 108

Tabla 10. Resultados de la dimensión conocimientos especificos de motores diésel marinos. 109

Tabla 11. Resultados de la variable prevención de la contaminación ambiental. 109

Tabla 12. 110

Tabla 13. Resultados de la dimensión reducción de emisiones contaminantes. 111

Tabla 14. Resultados de la dimensión normativas. 112

Tabla 15. Prueba de normalidad para la muestra. 114

Tabla 16. Prueba de Rho de Spearman entre el conocimiento Código Técnico sobre los NOx y prevención de la contaminación ambiental. 116

Tabla 17. Prueba de Rho de Spearman entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental. 117

Tabla 18. Prueba de Rho de Spearman entre los conocimientos especificos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental. 119

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Límites de emisiones de NOx (MARPOL). 66

Figura 2. Tipo de investigación correlacional..... 98

RESUMEN

En este trabajo investigativo, denominado “Conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2018”, se tiene como propósito establecer de qué forma se vincula el entendimiento de la normativa relativa al Código Técnico para las emisiones de óxido de nitrógeno que se emiten desde los motores Diésel marinos, y los cuidados preventivos ambientales a tenerse.

Tiene un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental, básico y de un nivel correlacional, de corte transversal. Con una población de estudio de oficiales con condición egresados de la “Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau” en el año 2018, con una muestra de veinticuatro egresados. La estadística inferencial para el análisis de conocimiento del “Código Técnico sobre los NOx” “prueba no paramétrica de Rho de Spearman”, reportándose una correlación positiva moderada de 0.597 y un p-valor=0.002, por debajo del nivel de significancia (<0.05). De igual manera, para las demás hipótesis específicas con resultados de correlación positiva y p-valor por debajo del valor de significancia. En este orden, es rechazable una hipótesis nula, y por lo contrario, se aprueba la hipótesis propuesta por el trabajo investigativo, teniéndose como conclusión que: “*Existe relación entre el conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018*”.

Palabras claves: motor diésel marino, conocimiento, NOx, Contaminación ambiental.

ABSTRACT

In this research work, called "Knowledge of the technical code related to the control of nitrogen oxide emissions from marine diesel engines and the prevention of environmental pollution in officers graduated from the Miguel Grau National Merchant Marine School, 2018", Its purpose is to establish how the understanding of the regulations related to the Technical Code for nitrogen oxide emissions that are emitted from marine Diesel engines is linked, and the preventive environmental care to be taken.

The quantitative type with a non-experimental, basic and correlational level, cross-sectional design. With an official study population with graduates from the "Almirante Miguel Grau National Merchant Marine School" in 2018, with a sample of twenty-four graduates. The inferential statistics for the knowledge analysis of the "Technical Code on NOx" "non-parametric Spearman's Rho test", reporting a moderate positive correlation of 0.597 and a p-value=0.002, below the level of significance (<0.05). Similarly, for the other specific hypotheses with positive correlation results and p-value below the significance value. In this order, a null hypothesis is rejected, and on the contrary, the hypothesis proposed by the investigative work is approved, with the conclusion that: "There is a relationship between the knowledge of the technical code related to the control of nitrogen oxide emissions from marine diesel engines and the prevention of environmental pollution in officers graduated from the Admiral Miguel Grau National Merchant Marine School, 2018".

Keywords: marine diesel engine, knowledge, NOx, environmental pollution.

INTRODUCCIÓN

Este texto investigativo se encuentra dedicado a la temática del “conocimiento del Código Técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) de los motores diésel marinos” y a la prevención de la contaminación ambiental por parte de los oficiales egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau en el año 2018. El objetivo de este es establecer la vinculación que hay entre el Código Técnico sobre los NOx, que se encuentran en el “Anexo VI del Convenio MARPOL” y su relación sobre la mitigación del contaminar ambiental; específicamente el atmosférico.

La aprobación del Código Técnico mencionado se dio en el año 1997, pero no fue hasta el 2005 que entró en vigencia el ANEXO VI, mismo que tenía como título “Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques”, lo que incluye a los motores diésel marinos mencionados en la regla trece del mencionado anexo, lo que hace entender que estos motores, en su totalidad, precisan de estar en las limitaciones dadas para las emisiones fijadas por el mencionado código. A lo largo de estos últimos años se han realizado modificaciones para su mejoramiento y prevenir la contaminación del medio ambiente.

Es preciso comentar que los motores diésel marinos son 2.700 veces más contaminantes que el propio diésel usado por los automóviles y camiones; además, de causar significativas cifras de muertes por enfermedades respiratorias, y por afectar directamente a la atmósfera provocando los efectos ampliamente explicados en la diversa literatura. Por otro lado, la falta de interés, consciencia y bajo a moderado nivel de conocimiento del Código Técnico sobre los NOx por las personas relacionadas a este tema marítimo; específicamente los oficiales egresados en el año 2018, cuya responsabilidad podría recaer una vez lleguen a ocupar importantes puestos en el ámbito naviero. Es decir, estas personas tendrán la obligación de promover y llevar a cabo planes de fomentación de la prevención de la contaminación del medio ambiente,

desarrollo de planes para el fiel cumplimiento de la normativa que proteja el medio ambiente, conllevando a la implementación de planes de gestión ambiental para ser ejecutados de un modo adecuado, implicando la masificación de la “eficiencia energética” y la mitigación del contaminar atmosférico.

Para el desarrollo de la actual investigación, se ejecutaron las coordinaciones para facilitar el desarrollo y posterior aplicación de dos instrumentos, tipo cuestionario con “preguntas cerradas” para ser contestadas mediante una escala de Likert. El tipo de muestra no probabilística que se utilizó fue basado en un método analítico, deductivo e hipotético, teniendo un tipo investigativo básico, de diseño no experimental, con un nivel correlacional, con un enfoque cuantitativo y con un corte transversal. Siendo de esta forma, que se llevó a cabo los métodos de compilación de información a través de las herramientas antes mencionadas.

La presente investigación consta de 6 capítulos, los cuales serán explicados brevemente:

Capítulo I: El problema planteado, en este apartado se desarrolla la contextualización de la problematización; es decir la realidad problemática, enumerándose los objetivos, la justificación, las limitantes de los aspectos a evaluar, y la respectiva viabilidad de la investigación.

Capítulo II: Marco Teórico, punto en el que se empieza a hablar por los hechos antecesores; seguidamente, se comprende bajo que contexto se desarrolla el trabajo investigativo, y el definir conceptual.

Capítulo III: Hipótesis y variables, en esta sección están las variables del trabajo investigativo y las correspondientes hipótesis.

Capítulo IV: Diseño metodológico, se muestra el diseño del trabajo investigativo conteniendo, los apartados de “población” y la “muestra”, también incluyendo los

métodos y herramientas usadas, el sistema de compilación de información (datos), los métodos de procesamiento y el analizar de la información.

Capítulo V: Resultados, en este punto se desarrolla y cuestiona las respuestas del analizar estadístico, hechos en un nivel correlacional.

Capítulo VI: Discusión, conclusión y recomendación, en esta sección se realizan las discusiones, conclusiones y recomendaciones.

Finalmente, se colocan los anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En esta sección de la investigación, se desarrolla la contextualización de la problematización, se describe la realidad del problema y se enumeran los objetivos a desarrollar que fungen como limitantes a los aspectos a evaluar, para no divagar en el estudio a realizar.

1.1. Descripción de la realidad problemática

Los vehículos marítimos tienen un rol muy importante en el área comercial internacional, pues son el recurso por excelencia al momento de transportar por trayectos extensos insumos, partes, productos finalizados, combustible, productos alimenticios y químicos. De esta forma, las naves y sus tripulantes son considerados como uno de los puntos a considerar más relevantes en la economía del mundo.

Según la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo”, conocida por sus siglas UNCTAD (2016) se tiene como primera vez en sus archivos que por el año 2015 la comercialización marítima supero el umbral de los diez mil millones de toneladas (10’000’000’000 t). La realización de envíos aumento a un

2,1% con una velocidad menos rápida que sus antecesores históricos en promedio. A pesar de esto, la oferta en el mundo para los transportes de carga continuo en aumento, mucho más veloz que lo que iba la demanda de estos; razón por la que se considera que hay una desproporción en esta oferta de transportes. Para el año 2016, había una sería de naves marítimas (flota) conformada por unos noventa mil novecientos diecisiete elementos (90,917 buques). Conforme lo señala la "Organización Marítima Internacional" (OMI, 2018) en su trabajo "Prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por los buques "se tiene que "el transporte internacional marítimo a pesar de proporcionar el grueso del comercio internacional por volumen y una importante proporción en valor, representa sólo el 11,8% de la contribución total del sector de los transportes a las emisiones de CO2. Los aviones de carga representan el 11,2% de las emisiones de CO2, el transporte de carga ferroviario constituye el 2% y el transporte por carretera el 72,6%. De entre todos ellos, el transporte marítimo es el más eficiente en cuanto a emisiones de carbono se refiere".

En este sentido, la Asociación de Navieros Españoles (ANAVE, 2015) afirma que la flota dedicada a la mercantilización en el mundo se encuentra compuesta por aproximadamente noventa mil elementos (90.000 buques), de los cuales aproximadamente la mitad están dedicados al transporte de mercancías. Esto significa que existen unos 120.000 motores destinados específicamente a la propulsión instalados en los buques, motores que desarrollan una alta potencia, conllevando a una alta emisión de gases a la atmósfera. Se ha realizado un estudio comparativo sobre cuáles son los sistemas de propulsión marina más comunes, obteniendo como resultado que alrededor del 95% de los buques opera con motores de combustión o "diésel", y que solamente el 5% emplea otros sistemas, basados fundamentalmente en la utilización de equipos formados por turbinas de gas, de vapor o incluso en algunos casos por medio de máquinas de vapor alternativas.

Desde el siglo XIX (y hasta hoy en día) el motor diésel ha sido el motor por excelencia para el desarrollo de la actividad marítima en tanto a propulsión, considerando que los combustibles conllevan un buen nivel de gastos del buque.
Últimas informaciones crean un cuestionamiento acerca de los sistemas utilizados en estos días para la “propulsión naval” realmente generan un impacto sostenible, considerando a tres criterios importantes: aumento en los costos de los combustibles ocasionados por el aumento del valor monetario del petróleo, las normas ambientales desarrolladas para evitar las consecuencias de los cambios climáticos, y la muy posible instauración de un régimen tributario de impuestos para las “emisiones de dióxido de carbono” (CO2), “óxido de nitrógeno” (NOx), entre otros supuestos.

El transporte marítimo, como sector industrial, se encuentra sosteniendo planificaciones de preservación del ambiente no desde que los exigieran o sugirieran los organismos internacionales, sino de mucho tiempo atrás de estas exigencias. Se puede afirmar que hay un gran logro con estos actos de protección, siendo que al cabo de cinco años (entre el año 2017 y el año 2012) se redujo aproximadamente un diez por ciento (10%) de las emisiones de dióxido de carbono, por más que hubo un crecimiento en el peso de los bienes transportados en aproximadamente un 16%. “Si bien es cierto que el transporte marítimo internacional era responsable en 2015 del 2,2% de las emisiones antropógenas de CO2 a nivel mundial, también lo es que en 2007 era del 2,8%. El aumento del tráfico marítimo en ese mismo periodo, fue de un 25%” (International Chamber of Shipping, 2015).

La “Organización Marítima Internacional”, conocida por sus siglas OMI (2018), señala que el decrecimiento de la emisión general de contaminación proveniente de los “motores diésel marinos” instalados en buques, con una limitación para estos en tanto a sus motores, con una fabricación que data del 1 de enero de 2011, o continuamente, y una limitación al emitir más estricta correspondiente al “Nivel III” para los que han tenido una instalación en buques con una fecha de fabricación del 1 de enero de 2016, o continuamente, que tienen una navegación en la “zona de

control de las emisiones de Norteamérica y zona de control de las emisiones del mar Caribe de los Estados Unidos”

Además, la OMI tiene en la mira generar el aminorar de la emisión contaminante al menos en la mitad para el año 2050, teniendo en cuenta a las empresas vinculadas al rubro tratado, en base a un marco jurídico rígido que deje encarar la inversión en maquinarias que generen menor contaminación sin arriesgar el servicio ni su rentabilidad. Adherido a esto, se acuerda el reducir la emisión de gases que contaminen el ambiente en el transporte de mar internacional por lo menos en un cuarenta por ciento (40%) para el año 2030 sobre el nivel que se vino tratando en el año 2008, una cuestión que de hecho será muy difícil de lograr considerando el movimiento y los límites a los que tiende la industria de la tecnología en las últimas décadas.

Para fines del año 2015, se tiene que más de 170 estados afirmaron que se suscribirían al “Tratado de París sobre el cambio climático” y que empezarían a desarrollar formas para aminorar los “gases de efecto invernadero”. A pesar de esto, en rubros como los de la aeronáutica y el tratado en el presente texto no se encontraron como parte del tratado, lo que ha generado el rechazo por parte de los que si se han visto afectados. Sin embargo, en la sección marítima jamás se dejó de lado este tema, y es que desde ya hace varias décadas la OMI (2018) como organismo especializado de la ONU vela por prevenir y asegurar el transporte marítimo entre países, y además por el control ante el contaminar de los navíos mercantes (buques), ha establecido sus propios puntos de reflexión y acción sobre esta temática.

De acuerdo con el Código Técnico sobre los NOx, lo que han generado que se desarrolle el óxido de nitrógeno en el desarrollo de la combustión han sido el oxígeno y el nitrógeno, ambos elementos que componen hasta un noventainueve

por ciento (99%) del aire que interviene en el motor. El primero es consumido en el proceso de combustión y el resto dependerá de la proporción entre combustible y aire con que este ejecutándose el motor. En la duración del proceso de combustión, se tiene que el nitrógeno no reacciona de forma alguna, sin embargo, una parte proporcional de este se oxida creando distintos tipos de “óxidos de nitrógeno (NOx)”. Pudiendo formarse: “óxido nítrico (NO)” y “dióxido de nitrógeno (NO2)”, debiendo precisarse que la cuantificación de los mismos dependerá de la temperatura, la combustión y la proporción orgánica de nitrógeno del combustible (en caso de haber). Se debe agregar que el formar del óxido de nitrógeno es además dependiente de los tiempos en los que el nitrógeno y el oxígeno se encuentren expuestos a la alta temperatura que producen los motores diésel. Es decir, mientras haya mayor calor durante la combustión, mayor presión, mayor compresión, mayor velocidad al suministrar combustible, entre otros; mayor proporción de óxido de nitrógeno será la que se genere. Podría decirse entonces que, si un motor diésel no tiene tanta velocidad, por ejemplo, este genera una menor cantidad de óxido de nitrógeno. Esta clase de óxido es realmente nocivo para el ambiente sobre el que se maneja el oxígeno, además de que crea los denominados “procesos de acidificación”, creación de ozono, no dejando de lado que deteriora también el bienestar de las personas en tanto a su salubridad.

Según el portal web Prevención Integral (2015), “un nuevo estudio ha encontrado que las emisiones de los barcos son un “asesino invisible” que causa cáncer de pulmón y enfermedades del corazón, pero los investigadores dicen que las 60.000 muertes que causan cada año podrían reducirse significativamente mediante dispositivos de filtración de los gases de escape”. Los motores de barcos convencionales que queman “fuel oil” producen grandes cantidades de elementos dañinos, que incluyen “metales pesados, azufre, hidrocarburo y materia particulada carcinógena (MP)”. Dentro de la población más vulnerable por estas sustancias se encuentran las que viven en áreas aledañas a las costas marinas, conforme señalan diversos investigadores, el 50% del contaminar en el aire relativo al MP en costas y ríos se da debido a los buques y sus emisiones de sustancias contaminantes.

Agregándose que el emitir de partículas diminutas representan un riesgo mucho más grande para la salubridad en muchas décadas. Si bien se han hecho algunos actos para evitar el aumento de sustancias y químicos como el azufre o el gas de diésel por parte de vehículos, no se ha podido realizar esos mismos cuidados a los vehículos en el mar. Sobre esto, la ONG “Transport & Environment” (citado en Prevención Integral, 2015) señala que “el combustible marino es 2 700 veces más contaminante que el diésel de las carreteras. Teniendo en cuenta que el transporte marino es responsable de más de una quinta parte del consumo mundial de combustible, el hecho de que sus emisiones no estén reguladas de una manera más estricta es motivo de preocupación”.

Alrededor de lo que expresa la cita planteada líneas arriba, el transporte marino es una fuente que vulnera, lamentablemente el medio ambiente del mar, el mismo que se ve también afectado por la contaminación por basura, por desechos de las fábricas, entre otros que menoscaban el bienestar de dicho ambiente natural. Por otra parte, es sabido que los “transportes marítimos” gozan de una mayor eficiencia, sin embargo, asumiéndola como el eje central de la economía global actual, esta industria produce más de 1’000’000’000 de toneladas de emisiones al año, muchas más toneladas de carbono que las emitidas solo por Alemania, en solo un año. Los vehículos para transportar marinos tienen la responsabilidad de más del 3% del dióxido de carbono emitido, y esta continúa aumentando. De hecho, las emisiones de contaminantes atmosféricas de los barcos están creciendo constantemente, mientras que las emisiones terrestres están cayendo gradualmente. Actualmente, y solo en la Unión Europea, el sector tiene la responsabilidad de la emisión del 4% de gases con efecto invernadero.

Dicho esto, se debe entender que las naciones deberían legislar alrededor de esta problemática latente, ya que al contaminar las aguas del mar el transporte seguirá existiendo, sin embargo, el ecosistema marino poco a poco se va destruyendo, y no es posible que se pondere el uso de la naturaleza sin su protección, en todo caso si se plantea que el transporte marítimo sea el de mayores relaciones comerciales,

debería lograrse que también sea sostenible y que se garantice que coexistan tanto la diversidad de animales como de plantas marinas, el pH del agua de mar, y todo lo que hay debajo de la superficie acuática.

Más preocupantes son las cifras emitidas en una publicación del Eldiario.es (2019), donde señala que hoy en día, los barcos contaminan el ambiente tres mil quinientas veces de lo que hacen los vehículos terrestres. En estos días, hay una limitación máxima sobre la cantidad de azufre que puede tener el combustible en los vehículos marítimos establecidos por la OMI (de 35.000 ppm), mismos que es mucho mayor a la que permite la UE para los terrestres (de 10 ppm).

Según el precio relativo y la disponibilidad, así como las consideraciones ambientales, debe prevalecer la responsabilidad medioambientalista en el mundo, y por todos los transportes de mar, en el cual se debería de tratar estudiar la factibilidad de crear nuevas tecnologías en cuanto a los motores que puedan reducir la emisión de contaminantes y que sean respetuosas con el medio ambiente, aunque el “tráfico marítimo” no tiene tanto efecto como los otros en tanto a daño. Ahora bien, en base a lo expuesto anteriormente, en este trabajo se estudiará la vinculación que hay entre el saber manejar la información del “código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos” y su relación con la prevención de la contaminación del medio ambiente en los oficiales con condición de egreso de la “Escuela Nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau”. De manera que, con lo mencionado se puede realizar la formulación del problema abajo descrito.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

P_G: ¿Como se relaciona los conocimientos de las normas del “código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos” y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales graduados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018?

1.2.2. Problema específico

P_{E1}: ¿Hay una vinculación entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental de los graduados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018?

P_{E2}: ¿Existe relación entre los conocimientos específicos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau en el año 2018?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

O_G: Establecer si hay una vinculación por parte del conocimiento del “código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos” y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales graduados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau en el año 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

Objetivo específico 1

O_{E1}: Establecer si existe vinculación por parte de los conocimientos generales de las normas para controlar las emisiones y la prevención de la contaminación ambiental por parte de oficiales graduados provenientes de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau en el año 2018.

Objetivo específico 2

O_{E2}: Establecer si es que existe vinculación por parte de los conocimientos específicos en motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales graduados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau en el año 2018.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

Este trabajo de investigación pretende responder como es qué el nivel de conocimientos que se tiene del “Código técnico relativo al control de óxidos de nitrógeno”, por parte de los motores diésel marinos, considerando la importancia de bajar los índices de contaminación ambiental en el quehacer marítimo en cumplimiento de las normas internacionales. Por lo cual es de suma importancia que los oficiales tengan el conocimiento adecuado de la aplicación del código, ya que con el paso de los años la contaminación atmosférica va en aumento y es evidente que en América Latina no se cuenta con el mismo compromiso que en otras latitudes con respecto de la preservación del medio ambiente.

1.4.2 Justificación practica

A lo largo de este trabajo investigativo se desarrolla la temática de la emisión de óxidos de nitrógeno y como controlarlo en aplicación del Código materia de la investigación, por lo que se hace necesario, no solo el conocimiento del mismo sino la aplicabilidad a fin de garantizar la menor contaminación en lo que se refiere a la emisión de óxidos de nitrógeno, por parte de los motores marinos que utilizan diésel. Las capacitaciones hacia los oficiales en el tema de la contaminación atmosférica son de suma importancia, así como el conocer los beneficios que tiene la aplicación del “Código técnico relativo al control de óxido de nitrógeno” en el medio ambiente, esto ayudara a que los oficiales se comprometan mucho más con la prevención de la contaminación ambiental.

1.4.3 Justificación metodológica

Desde este trabajo, se pretende crear un estudio para el plantel académico, que sirva como cimientos para próximos textos investigativos, si es que pudiese darse la ocasión. De forma que, se cree también una conciencia sobre los cuidados que deben de darse respecto al medio ambiente y las prevenciones de daño por parte de los transportes marítimos. Siendo necesario mencionar que a partir de este trabajo también se pretende cumplir con las formas debidas que exige la casa de estudios que lo supervisa, además de seguirse correctamente las normas de citado de la American Psychological Association, también conocidas por sus siglas normas APA.

1.5. Limitaciones de la investigación

El presente trabajo investigativo se vio limitado por que no se encontró suficientes antecedentes en la biblioteca de la institución; sin embargo, se utilizaron tesis y

estudios en relación al tema central de la investigación, lo cual fue superado por suficientes estudios extranjeros en la web. Además, una de las principales limitantes, se enmarca en los procedimientos administrativos que demandan la casa de estudio para emprender una investigación, así como las exigencias en los permisos pertinentes al contemplar una unidad de análisis favorable.

Por otro lado, las exigencias que requiere el desarrollo del estudio y las responsabilidades que los autores contraen diariamente, se estableció como un factor limitante, por la no disposición constante que el estudio requiere.

1.6. Viabilidad de la investigación

Este trabajo investigativo se puede considerar con un nivel considerable de viabilidad, pues se tiene el apoyo de las entidades relacionadas, además de sujetos de estudio que permiten que se lleve a cabo el investigar con su colaboración.

La viabilidad de la actual investigación se basó primordialmente en los recursos humanos y materiales que infiere llevar a cabo un estudio, en este particular se acota que se cuenta con el apoyo constante que brindan los diferentes asesores en la “Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau”. Además, cuenta con los actores que integran la unidad de análisis, para aplicar los instrumentos de evaluación, permitiendo el análisis de las variables planteadas.

En la elaboración de este trabajo, afortunadamente no se requirió de insumos costosos; por tanto, todas las exigencias que demandó la investigación fueron cubiertas a cabalidad por él investigador.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Son antecedentes, las investigaciones previas realizadas por otros autores, que guardan relación con la investigación a realizar. En este sentido se mencionan:

2.1.1. Nacionales

Santillán e Igreda (2018) elaboraron su trabajo investigativo titulado: "*Uso de energía en buques petroleros de bandera peruana y el conocimiento del SEEMP en la tripulación*". Tesis de grado presentada en la "Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau". Esta se trazó como propósito estudiar la vinculación que hay por parte de la utilización de energía en transportes marítimos (particularmente buques petroleros) peruanos y los conocimientos sobre el denominado "Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)", llamado también en español "Plan de gestión de eficiencia energética del buque". El estudio investigativo tuvo un diseñar caracterizado por ser no experimental, de forma transversal, correlacional y con un enfoque cuantitativo. El estudio poblacional se caracterizó por tener a una población que contiene 6 navíos (buques) de transporte de petróleo y una muestra que tiene a 67 personas encuestadas, mismas que son tripulantes de estos navíos implementados por el SEEMP como parte de su gestionar energético. Las herramientas usadas son: un listar de evaluación de que tan eficiente es el usar de la energía, además de un balotario de medición de conocimientos del SEEMP para los tripulantes de estos navíos petroleros. Estas herramientas han sido validadas por cinco investigadores con experiencia en el tópico y se usó el plan "SPSS" para analizar y procesar los datos. Las respuestas resultantes apuntaron a que a pesar de que haya utilización eficiente respecto a la

energía en los navíos y un gran nivel de conocimientos del “SEEMP”, hay un vínculo directo, no fuerte y sin significancia entre las mencionadas variables. A pesar de esto, se puede percibir un vínculo directo y significante por parte de los conocimientos del “SEEMP” y la utilización de la energía en los navíos peruanos. Concluyéndose que hay un grado de conocimientos del “SEEMP” en los tripulantes que no mantiene una vinculación significante con lo eficiente que sea la usanza de las energías en los navíos petroleros peruanos.

Ayala y Pihuaycho (2017) desarrollaron su trabajo investigativo titulado: “*Planta propulsora y la emisión de gases contaminantes en buques petroleros de cabotaje desde la percepción de los egresados 2014 de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau”*. Tesis de grado que tuvo presentación dentro de la “Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, Lima – Perú”. Esta se realizó con el propósito de establecer si es que hay una vinculación por parte de la “planta propulsora” y el emitir de gases que contaminan en navíos (buques) de petróleo de cabotaje partiendo de lo que perciben los que egresaron en el año 2014 de la nombrada escuela. El trabajo investigativo se caracterizó por ser de diseñar no experimental, con un corte de tipo transversal, básico y con un enfoque de tipo cuantitativo, de descripción correlacional. Se consideró una población que contenía particularmente a individuos con condición de egreso de la “especialidad de puente y máquinas de la Marina Mercante de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau” en 2014, teniéndose un muestreo no probabilístico de treinta egresados, mismos a los que les fue aplicado herramientas validadas por una junta de profesionales en ambos criterios. Los resultados de la variable conocimientos de planta propulsora en buques petroleros, se obtuvieron que el 87.9 % respondieron “siempre”, mientras el 8.6 % contestaron con “casi siempre” y solo el 3.4% responde con un “a veces”; en cuanto la variable “emisión de gases contaminantes en buques petroleros”, un 96.7 % de los oficiales respondieron “siempre” y solo el 3.3% en el renglón “casi siempre”. En el análisis de la estadística inferencial, se obtuvo un valor de p valor=0.002 para la relación que había entre la “planta propulsora” y “la emisión

de gases contaminantes en buques petroleros", para las demás hipótesis se obtuvieron valores por debajo del nivel de significancia (<0.05). Se concluye que: "Existe relación entre la Planta propulsora y la emisión de gases contaminantes en buques petroleros de cabotaje desde la percepción de los egresados del 2014 de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau".

Cobeñas y Valverde (2016) elaboraron su trabajo investigativo titulado: "*Plan de gestión de eficiencia energética del buque y el control de la contaminación atmosférica en la naviera Transgas Shipping Lines 2014 – 2015"*. Tesis de grado presentada en la "Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau", Lima. Se trazó como propósito establecer la vinculación que hay entre "el Plan de Gestión de Eficiencia Energética del Buque (SEEMP)" y el controlar del contaminar atmosférico en la nave "Transgas Shipping Lines" en el año 2015. La metodología utilizada es analítica, deductiva, e hipotética, con un diseñar de categoría no experimental, nivel descriptivo correlacional, enfoque cuantitativo y con un corte transversal. Se constituyó una población de treinta y un oficiales de la marina mercante con un muestreo de treinta y un oficiales de la marina mercante relativos al "Plan de Gestión de Eficiencia Energética del Buque (SEEMP)". El sistema de compilación de data fue a través de la utilización de dos herramientas, uno para cada variable, tipo encuesta con una escala de Likert. Los resultados descriptivos demostraron que la mayoría de los encuestados estuvieron dentro del renglón "bueno" en ambas variables, así como en las respectivas dimensiones. Se aplicó la evaluación (prueba) de tipo no paramétrico de "Chi Cuadrado", que tuvo como resultado un "p valor" = 0.044, estando por debajo del grado significante previamente establecido que es p menor a 0.05, aceptándose el HI "Hipótesis del Investigador". De esta manera, se tiene como conclusión que: "Existe relación significativa entre la aplicación del Plan de Gestión de Eficiencia Energética del Buque y el control de la contaminación atmosférica en la naviera Transgas Shipping Lines, 2014 – 2015".

Gómez (2015) desarrolló su trabajo investigativo titulado: "*Evaluación de los datos del consumo de combustible calculado por módulos de control electrónico en motores de combustión interna"*. Trabajo para la obtención de grado presentada en La universidad "Pontificia Universidad Católica del Perú", de Lima, Perú. Se trazó como propósito el análisis, la validación y el contraste de la información sobre el consumir de combustible en base a un cálculo de modulo que controla electrónicamente al motor diésel. Este texto investigativo da un acercamiento acerca de 4 formas diferentes para medir el combustible, esto con la finalidad de comprender las variaciones que hay entre un particular de estas y su dificultad al momento de implementarse. Estos métodos para medir consistente en un sistema denominado "método gravimétrico", el balance sobre carbono que considera como se compone el combustible y como resulta la emisión, una metodología de "flujo medido con un Coriolis" y la valorización calculada por el control del ECM por parte del motor. Para el particular se dio un ensayo a dos motores de marca Caterpillar y Cummins, los cuales acumularon 183 en puntaje de evaluación "par velocidad", mismos que ofrecieron una gran data que hizo posible un desempeño estadístico y un manejar de incertidumbre con mucha precisión. Se tuvo registro de información en simultaneo tanto de: la balanza, el cronometro, la Coriolis y el analizador de gases empleados en el experimentar. Además, se pudo contar con los "ECM" de los motores, mismos que brindan data acerca del consumo de combustible con una muestra de segundo. Dándose por conclusión que la metodología gravimétrica posee un nivel de poca certeza que se puede ajustar por el individuo que usa partiendo de la temporalidad en que se espere a la recolección de información; los ECM de este motor de laboratorio de energía de la casa de estudios encargada (PUCP) no evidencian alguna data que de un nivel de confianza acerca de como se consume el combustible; la debilidad más resaltante en la metodología del "balance del carbono" es la proporción y lo complicado del calcular preciso involucrado en el, determina del consumismo de combustible y que la metodología másica usándose un "medidor de Coriolis" fue en el caso a tratar el que dio respuestas con un mayor nivel de confianza.

Reluz y Montes (2015) elaboraron su trabajo de investigación titulado: "*Emisión de gases tóxicos por buques de la naviera transoceánica que cargan en la refinería la pampilla año 2014"*. Trabajo presentado para graduarse en la "Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, Lima – Perú". Se trazó como propósito establecer la vinculación que existe entre el contaminar en el aire que se da en el Perú y el emitir de gases de calificación tóxica que son generados por los navíos de la "Naviera Transoceánica" en el tiempo de carga realizados en la refinería "La Pampilla". La metodología usada es de forma aplicada y de un diseñar no experimental, sobre todo de la forma descriptiva y correlacional con un corte de tipo "transversal". Sobre la población, esta se encontró comprendida por treinta individuos que tenían bajo su responsabilidad velar por el ambiente en la "Autoridad Portuaria Nacional, Ministerio del Medio Ambiente" y veinte trabajadores de "La Pampilla", muestra que no califica como probabilística. El análisis estadístico tuvo lugar a través de la compilación de información y respuestas del balotario de preguntas aplicado. Las respuestas del trabajo investigativo señalan que no hay una resolución adecuada a la contaminación de la atmósfera, a pesar de esto, se considera probable solucionar el problema mediante el implantar de un método de "recuperación de vapores", misma que es un método para el control eficiente del emitir de gases considerados como altos en toxicidad, siendo que estos serán posteriormente apartados en tierra y no tendrán contacto con el medioambiente.

Se concluye que, mediante el estudio del comportar de esta contaminación de la atmósfera, en tanto a sus elementos primos y siguientes, se entendió que son muy variados, siendo que los elementales no son tan abundantes, no queriendo señalarse que tienen una alta relevancia fruto del emitir de contaminación de buques en el operar de carga.

Carranza y Galiano (2014), en su investigación titulada: "*Percepción, Conocimiento y Accionar de los oficiales de marina mercante que laboran en empresas navieras peruanas respecto a la gestión ambiental marítima"*, presentada en la "Escuela

Nacional de Marina Mercante, Almirante Miguel Grau". Se trazó como propósito el enfoque y el análisis del método de administración mediante los oficiales que fungen como trabajadores de las empresas marítimas en el Perú, siendo que en estos individuos se quiso examinar el grado en el que perciben, conocen y actúan frente a la administración ambiental del mar, para demostrarse esto se consideró el uso de un trabajo de investigación de tipo teórico, descriptivo y no experimental. Tuvo un diseño descriptivo no experimental.

Se tuvo en consideración a ciento noventa y cinco oficiales, y se desarrolló evaluaciones a través de las que se pudo determinar que aunque el cincuenta y seis por ciento (56%) tuvo un percibir correcto de lo que significa el gestionar ambiental marítimo, un treinta por ciento (30%) lo identifica a la par con el contaminar del ambiente de manera general, cuando la administración del ambiente lleva una concepción más compleja que ello, por otro lado un diez por ciento (10%) lo vincula con el proteger de la natura y el ecosistema, y un cuatro por ciento (4%) con los recursos naturales. Concluyéndose que en este trabajo investigativo que más del cincuenta por ciento (50%) de los oficiales que trabajan en navieras del Perú poseen una concepción precisa de lo que es la administración del ambiente de mar, en tanto que el resto no, además de que se encuentra que más del cincuenta por ciento (50%) de los individuos encuestados no tienen conocimiento de los criterios relevantes del administrar del ambiente, ni tampoco tienen en cuenta una acción de cara al control del ambiente, considerándose que las personas que así lo consideraban solo eran el treinta y seis por ciento (36%)

2.1.2. Internacionales

Adhi y Muhammad (2021) en su investigación Análisis de Emisiones de Gases de Escape en Motores Diesel Dual Fuel Mono cilíndricos de Cuatro Tiempos con GLP-Diesel Oil. El motor diésel es uno de los tipos de motor de combustión interna que se aplica en la industria, incluida la industria marítima. El creciente uso de motores

diésel, tiene un efecto en el aumento de las emisiones. Las emisiones de los motores diésel consisten en Sox, NOx, HC y otros. Para reducir las emisiones, existen muchos métodos, uno de ellos es el sistema de combustible dual. El combustible alternativo que se puede utilizar es el Gas, que es fácilmente disponible, es decir, GLP o gas licuado de petróleo. Para suministrar GLP a la cámara de combustión, es necesario instalar un kit convertidor en el motor diésel. Hay varias investigaciones previas que prueban que el GLP se puede utilizar como alternativa en un sistema de combustible dual y puede reducir las emisiones. Uno de ellos de Ma'amuri (2016) quien diseñó un GLP-diésel mecánico como biocombustible, utilizando un convertidor de membrana. Resultado de esta investigación brindan que el buen desempeño del motor diésel. En esta investigación, el aceite LPG-diésel como combustible dual utiliza un kit convertidor basado en ECU o unidad de control electrónico, y luego analiza las emisiones del motor diésel con un método experimental. El propósito de esta investigación es determinar las emisiones producidas por GLP-Diesel Oil como combustible dual con ECU basada en kit convertidor. Después de tomar y analizar datos, se sabe que la emisión de NOx del motor diésel de combustible dual que usa un kit convertidor basado en ECU es menor que la emisión de NOx del motor diésel convencional con combustible diésel B30 con un porcentaje de 25,61 % para una duración de apertura de 3 ms del inyector de gas, 39,99 % para 4 ms de duración de apertura del inyector de gas y 26,5 % para 5 ms de duración de apertura del inyector de gas. La emisión de NOx del motor diésel convencional es de 2,46 g/kWh.

Muhammad y Des Putra (2020) en su investigación, Estudio experimental de rendimiento, proceso de combustión y emisión de NOX de un motor diésel con EGR de válvula de globo angular enfriada por aire. El ANEXO VI de la OMI ha promulgado TIER III desde 2016; una de las emisiones reguladas es NOX. El método eficaz de reducción de NOX es el uso de la recirculación de gases de escape (EGR). La válvula EGR con válvula de globo angular refrigerada por aire se ha desarrollado en el Laboratorio de Diésel Marino, Departamento de Ingeniería Marina, Instituto de Tecnología de Sepuluh Nopember (ITS). EGR está en uso en el motor diésel Yanmar TF 85-MHDI para estudiar el rendimiento del motor, los procesos de

combustión y el NOX emitido de forma experimental. EGR varía de 0, 10, 20 y 30% respectivamente. Para aprender el rendimiento de la velocidad del motor varió de 1800-2200 rpm. Mientras que el proceso de combustión y NOX sigue del ANEXO VI de la OMI. EGR sin refrigeración por aire (HOT-EGR) también se estudia para su uso como referencia del logro COLD-EGR. El resultado del examen de emisiones de acuerdo con los datos estadísticos de que el motor diésel modificado con sistema HOT-EGR y COLD-EGR puede estar dentro del umbral de la prueba de emisiones en TIER 2, con una apertura de la válvula EGR del 20 % y del 30 % para una carga del 25 %. , 50% y 75%. Mientras que para una carga del 100 % en la apertura de la válvula EGR del 20 % y el 30 %, la emisión del motor diésel es capaz de ingresar al TIER 3. En términos de rendimiento, el valor de SFOC se puede mejorar en el 10 % de la condición COLD-EGR con una disminución de 14,62 %, resultado del proceso de combustión La presión máxima en el motor diésel se vuelve baja y la liberación de calor disminuye

Czechlowski, Gracz, Marcinkowki, Golimwoski y Mazurkiewicz (2020) La investigación tuvo como objetivo analizar la influencia de la temperatura del gasoil en el nivel de emisión de NOx. Las pruebas se llevaron a cabo en un banco de pruebas equipado con un motor de encendido por compresión multicombustible de 9,5 kW. El montaje constituye una unidad de cogeneración experimental que vierte la energía producida a la red eléctrica. Las mediciones se llevaron a cabo bajo el procedimiento de prueba D1 proporcionado por ISO 8178-4 para probar motores que funcionan a una velocidad constante. Como resultado del análisis estadístico de los resultados obtenidos, se encontraron diferencias significativas en los valores específicos de la emisión de óxidos de nitrógeno obtenidos para fases particulares de las pruebas D1, cuando el motor fue alimentado con combustible diésel de diferentes temperaturas. Los resultados obtenidos confirmaron la posibilidad de limitar la emisión específica de NOx únicamente cuando el motor está funcionando al 75% de su par nominal. Se registró un incremento en las emisiones de NOx para el resto de cargas.

García (2018) desarrolló su trabajo investigativo titulado: *Estudio sobre la reducción de emisiones NOx y SOx*. (Tesis de grado) “Escuela Técnica Superior de Náutica Universidad de Cantabria”, Cantabria, (España). Se trazó como propósito analizar el conocimiento básico, acerca de los métodos usados en el rubro marítimo para aminorar el emitir de gases que contaminen producidos por los buques, en particular las emisiones NOx y SOx, considerando los límites que regulan el emitir en las áreas controladas. La metodología usada fue analítica, de diseñar no experimental, de grado exploratorio, y con una forma de enfoque cualitativa. Las respuestas señalan que el concepto de “gestión sostenible”, preservar y mejoramiento del aire en tanto a su calidad es uno de los criterios a tomar en cuenta sin aminorar que los otros criterios son igual de importante; en este sentido, el rubro de navíos precisa de encontrar respuestas a sus procederes que pudieran causar perjuicios considerables a la atmosfera, conciliando el aspecto económico, de desarrollo de la sociedad, protección al ambiente y definitivamente alcanzar un gestionar ambiental con sostenibilidad.

Por lo expuesto, se concluye que para llegar a estas metas se precisa desarrollar inversiones, siendo así, los “armadores” encaran a una lista de cuestiones a decidir importante, en tanto a la necesidad de invertir, siendo que se puede concluir que estas inversiones pueden regresar en un tiempo mediano. Para la eliminación del emitir de contaminantes hay diversas estructuras, razón por la que el “armador” precisará de analizar que metodología le conviene más dependiendo de las características del navío (buque), además de cómo será el área donde navegará, entre otras cuestiones que debe considerar al momento de elegir. A pesar de lo dicho, los navíos que recién han sido construidos ya cuentan con equipos especiales para bajar el nivel de emisión de contaminantes. Concluyéndose que, los criterios importantes en tanto al decidir instalar un “depurador de gases” son cuanto va a costar este y cuánto tiempo permanecerá en una “ECA”. Agregándose que si la elección adoptada es el combustible se entiende que navega por las “ECA” estas deben de usar uno que sea no alto en azufre, a pesar de que este no se sabe que como será en el futuro en tanto a su valor económico y en tanto a que tan

disponible sea. Un método adicional para el aminorar del emitir de NOx y SOx, es el usar un combustible alternativo, como es el “gas natural licuado” (GNL).

Méndez (2017) realizó un trabajo investigativo al cual nombró: “*Estudio de los sistemas de reducción de NOx y análisis del comportamiento del sistema de reducción catalítica selectiva en el simulador MC90-V*”. Tesis de grado presentada en la Universidad del País Vasco, Lejona, España. Tuvo como objetivo analizar las metodologías y estructuras que han sido adoptadas para la reducción del oxido de carbono. Considerando el adaptar de esta metodología al medio marítimo, se desarrolló un análisis para comprender de manera didáctica a los “reductores catalíticos selectivos” considerando la legislación en vigor, la misma que preciso la utilización de un “simulador MC90-V” que pertenecía a la “Kongsberg”, para entender cómo responde la estructura, a variadas cargadas del motor. La metodología fue analítica, con un diseñar experimental, de tipo aplicado y con un grado exploratorio. En tanto a las respuestas, se entiende que posteriormente habrá aminoraciones de gases tóxicos que dañen el ambiente atmosférico en los diversos rubros marítimos y transporte.

Este reducir se volverá poco a poco más restrictivo y tal vez, en un tiempo venidero, nulo. Actualmente existen diversas limitaciones a las que seguir según el año en que se construyan o instalen los motores en el caso. Se tiene un ejemplo de que con el transcurso de los años se volverá obligatorio ceñirse a acatar más limites, y que las máquinas y los motores de este tiempo quedarán desfasados o ilegales de no concretar modificaciones necesarias, muestra de eso son las limitaciones de “TIER III” que solamente son cumplidas en área donde las emisiones se controlan. Varias de estas metodologías dependen de las estructuras de estudio que se tienen actualmente. Estas poseen sensores como la “quimioluminiscencia” en el supuesto de catalizadores selectivos, en los que se muestran respuestas positivas, siendo estas celeras pudiendo observarse esto en simulación. Sobre la metodología para reducir, inicialmente se tiene que las modificaciones los tiempos de uso de los

motores alternativos de combustión interna, como lo son los de retardo de la inyección, modificaciones en el diseñar de los inyectores, enfriar el aire de barrido, "ciclos Miller" el inyectar agua, la emulsión de combustibles, etc. Estos sistemas han creado que se pueda aminorar la emisión de NOX, sin embargo, esto no apunta a que sea aplicable a motores nuevos como sistemas para reducir, esto debido a que no tienen el reducir necesario de NOC para cumplir con las limitaciones posteriores por cuenta propia. Concluyéndose que las estructuras para "tratamiento" son basadas en el reducir catalítico selectivo. Estas estructuras indican que tan capaz es de aminorar el emitir de NOX mediante tratamientos basados en el reducir catalítico selectivo. Estas estructuras demuestran que tan capaz de aminorar el emitir de NOX a las limitaciones exigidas por el "TIER III". Con el "MC90" se comprueba que tanta estabilidad tiene el sistema. Las respuestas obtenidas son que, debido al cargado bajo del motor, donde baja la temperatura, la estructura para el reducir catalítico selectivo no responde y los grados de temperatura en el escape y el catalizador parten por oscilar. Creándose un aumento en el deslizar del amoniaco, con puntos álgidos que superan los "150 ppm" estando los catalizadores hechos para ejecutarse con un deslizamiento a lo mucho de 50ppm. Sugiriéndose que si esta estructura se instalase hoy en día no estaría cumpliendo con las limitaciones en las áreas de controlado para emitir por sí misma, pues no trabaja correctamente en baja carga limites precisado "TIER III".

Queijo (2016) realizó su trabajo de investigación titulado: "*Ingeniería Marina: comparativa entre motores diésel y de gas natural para propulsión marina. Tesis de grado presentada en la Universidad de La Coruña, La Coruña – España"*. Tuvo como objetivo analizar "las normas internacionales para la reducción de la contaminación atmosférica por parte de los motores marinos" y selección de motores menos contaminantes. El método utilizado fue de tipo científica aplicada, experimental, tecnológica y bibliográfica. En cuanto a los resultados tenemos que debido a que el "gas natural" es un combustible de origen fósil (como el petróleo) y que, si la legislación para reducir las formas de contaminación sigue su ritmo reduciendo las limitaciones de NOX y SOX, seguramente las fábricas de motores

se estarán en la obligación de encontrar, nuevamente, una generadora adicional de energía alterna. Los “motores duales” de “MAN” si bien no consiguen reducir el SFOC de los duales de Wärtsilä, hace que este a su favor un nivel tecnológico consolidado para generar energía eléctrica terrestre, su tecnología consigue un respetable reducir de costos para operar el motor, sin que se dé una garantía, de que sus motores no puedan aminorar la facultad de usarse de los navíos, por errores o dificultades en sus motores. El evolucionar de estos motores para mar se interpreta en otros con una complejidad cada vez mayor, que precisan de trabajadores con mayor conocimiento para operar y mantenerse. Concluyéndose que el motor diésel sufre cambios a través de su usanza en los años, con el propósito de que estén con una mayor eficacia y desde hace décadas además, se han aminorado el emitir de gases, para adoptar las medidas legislativas en vigor. El gas no artificial es un combustible que es correcto para la reducción del emitir de SOX, esto considerando que no contiene demasiado azufre. Acerca de los NOX, el natural hace que sea más simple reducirlos, sin embargo, la emisión de este continúa siendo nada baja.

Mesa y Correa (2016) elaboraron su trabajo investigativo titulado: “*Sistemas de control de emisiones en el buque tanque “Hespérides”*. Tesis para graduación realizada en la “Universidad de Laguna, Tenerife – España”. Se trazó como propósito observar los daños provocados por los gases contaminantes tanto en el ser humano como en el medio ambiente. El método utilizado fue de tipo científica aplicada, experimental y tecnológica. En cuanto a los resultados se tiene que para la navegación hace falta cumplir con un número determinado de normativas. Por lo que el buque Hespérides cumple con la normativa TIER II, la cual le permite navegar en zonas de navegación sin control de emisiones. Debido a su ruta de navegación en la fecha actual no sería necesaria la modificación de este buque para cumplir con la normativa TIER III, pero si lo necesita para Canarias. En cuanto al cumplimiento con las emisiones de azufre, la aplicación del Scrubber tipo abierto es un gran acierto y solución ya que tanto las rutas de navegación como las

instalaciones del buque facilitan a la utilización de éste. Se concluye que, es dificultad medir en la búsqueda de datos del emitir de “CO2” reales de los navíos, debido a la confidencialidad de las navieras. Ante esto las organizaciones marítimas deberían tomar papel sobre el asunto e imponer por normativa que las navieras expongan al público sus datos de emisiones reales de los diferentes buques que conforman sus flotas; en el que un interesado pueda ver que el buque en realidad tiene cumplimiento con las normas impuestas para los gases que emiten contaminantes, a pesar de tener el respaldo de las sociedades clasificadoras.

Peña (2016) realizó su trabajo de investigación titulado: “*Ingeniería Marina: medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos”*. Tesis de grado presentada en la “Universidad de La Coruña, de Coruña, España”. Se trazó como propósito determinar las medidas para reducir la contaminación que produce un típico motor marino. El método utilizado fue de tipo científica aplicada, experimental, tecnológica y bibliográfica. En cuanto a los resultados indicaron que los criterios relevantes que tienen un papel para decidir si invertir o que tanto hacerlo (particularmente para instalar un depurador) es el costo que va a tener el combustible y el periodo de permanencia en una “ECA”. Si la respuesta por la que se opto es la del combustible quiere decir que en caso de navegar por las ECA tiene que usarse un combustible que no tenga mucho azufre, lo que en la actualidad es ciento trece dólares (113$) por tonelada mucho más caro que el “IFO”, y con un porvenir no seguro en tanto a los precios y si es disponible. Desde otro ámbito, el seleccionar de un “Scrubber” precisa de un pago significativo previo, además de considerar el gasto para el funcionamiento, sin embargo, el ahorrar en esta clase de gastos por combustible podría ser más que el coste por instalación. Concluyéndose que, es preciso desarrollar inversiones, siendo así que los encargados de armar tendrían que encarar a una lista de opciones de relevancia en tanto al invertir que tendrían que hacer y el comerciar si es que quieren desarrollar negocios en las futuras limitaciones para emitir gases que contaminan. Demostrándose que los desembolsos serán retornados en un plazo medio.

Busquets (2015) en su tesis de grado titulada: "*Prevención y Control de la Contaminación. Aplicación Práctica a Bordo de los Buques de los Anexos I, IV Y V del Convenio Marpol 73/78".* Presentada en la "Universidad de Cantabria", para el título de Ingeniero en Náutica y Transporte Marítimo. Cantabria, España. Se tuvo un acercamiento a la legislación internacional acerca del contaminar marino, concretamente el "Convenio MARPOL 73/78", y la practica en los navíos de este rubro. Facilitándose a los individuos que laburan en este rubro el cumplir la normativa y gestionar los residuos que vayan a generar. Estudio de tipo documental, que establece sus resultados bajo un análisis de las diferentes normativas y convenios internacionales que regulan la contaminación del medio marino. Entre sus conclusiones expone que la ausencia de conciencia y profesionalismo de las tripulaciones puede crear hechos únicos de contaminaciones anteriormente, actualmente estos no podrían darse, estarían altamente sancionados, ya se ha establecido una necesidad de que haya un rigor para los profesionales, que es indicado más en el prevenir del contaminar. Desde otro lado, las nuevas empresas marítimas han estado evolucionando de manera similar. Ciertamente hay más conciencia sobre la afectación a la salubridad del ambiente de mar y otra por el miedo de constituir una infracción que será sancionada luego, han estado en mejor nivel de cuidado respecto a sus navíos y maquinaria en favor de prevenir y pelear contra los actos contaminantes. Destacándose que se detecta una evolución en estas décadas sobre los tripulantes de los navíos. Sin embargo, esto se ha dado de una manera que no tiene una completa eficacia, por lo menos no en España. Este comentario no es meramente académico, si no que se da con el ánimo de hacer conciencia y complementar la idea de que los trabajadores marítimos deben de tener un control sobre los residuos con un nivel de eficacia adecuado y no que contaminen.

Pérez (2014) elaboró su trabajo investigativo titulado: "*Análisis de la aplicación del Anexo VI del Convenio MARPOL en la flota española"*. Tesis de maestría en la Diplomatura Navegación Marítima de la Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España. Tuvo como objetivo analizar cómo se aplica el "Anexo VI del

convenio MARPOL en la flota española". El método fue analítico, diseño no experimental, nivel analítico y revisión bibliográfica. Los resultados indicaron que el contaminar es una de las más importantes amenazas en la actualidad respecto al arriesgar la salud del planeta, siendo una cuestión altamente problemática y severa que causa efectos negativos en el medioambiente, el ecosistema, las biodiversidades y en la salubridad de los hombres y mujeres. De esta forma, el adoptar del "Convenio MARPOL en 1973" ha sido una cuestión decisiva para concentrar la atención del rubro marítimo en el medioambiente. Luego de esto, se agrega el "Anexo VI sobre prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por buques al Convenio", mismo que pese a su inicio en vigencia fue demorado, en el año 2005, constituyo un gran avanzar en tanto a la lucha para eliminar el contaminar atmosférico. Sobre esto, "el Convenio MARPOL" es reconocible como una herramienta usada por diferentes países para la prevención del contaminar por parte de navíos, y los números que ofrece la OMI indican que el contaminar marítimo ha ido en descenso a través de los años debido a la aplicación de esta legislatura. El conservar del medioambiente es un criterio relevante para la preservación de la flora y fauna en el mundo, siendo así, es innegable que se debe aplicar nuevas normas y reglamentos en tanto a su protección, en el supuesto particular, el aplicar del "Convenio MARPOL" o más particularmente el implantar y el aplicar el "Anexo VI" del mencionado convenio, con la finalidad de tener una idea de como prevenir el contaminar de la atmósfera dado por navíos, no solamente por España, más bien en todo el mundo. Concluyéndose que el aplicar del "Anexo VI del Convenio MARPOL", mediante el "Reglamento de Inspección y certificación de buques civiles en España", se da por reconocimientos de los navíos españoles, y el entregar futuro de un certificado sobre esto es conforme a si se superó el reconocimiento. De esta manera, los "reconocimientos" son desarrollados por inspectores, funcionarios del estado. Finalmente, se analizó el existir de un régimen que sancione con el propósito de administrar las sanciones relativas a la prevención del contaminar atmosférico de los navíos con formas de sanción para los posibles ejecutores de infracción.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos

2.2.1.1. Reseña histórica del Convenio MARPOL

Previamente a los acontecimientos que conllevaron a la creación del “Convenio MARPOL”, ya se estaba gestionando esfuerzos para la creación de un conjunto de reglas tratadas por diversos países para el proteger del ambiente marítimo; por ello, el portal web Ingeniero Marino señala, “en los años 50 toma fuerza la necesidad de satisfacer la demanda energética por lo que se dispara la explotación masiva de los campos de petróleo de Oriente medio y los países del Golfo Pérsico”.

Estos aconteceres tienen gran repercusión directa en el volumen y números de los navíos (buques tanque), a los que se llegó a un número de aproximadamente 100 M T (cien mil toneladas) de peso muerto en el fin de esa década. Es relevante precisar que:

> “en 1956, debido a la denominada guerra de los 7 días (que se dio entre Israel y Egipto en el Canal de Suez) se permaneció cerrado por lo que la ruta de unión entre Europa y Asia debía realizarse bordeando el cabo de Buena Esperanza, esto prolongaba de 15 días por la ruta del Canal de Suez a 30 días por el Cuerno de África por lo que los armadores se vieron obligados a construir buques mayores para rentabilizar los viajes. Estos pasaron de 200.000 toneladas en 1960 a 500.000 pocos años después”. (David, 2006)

Continúa señalando el autor anterior, que en “1954 se convocó en Reino Unido una Conferencia Diplomática que aprobó un Convenio denominado Convenio OILPOL 1954, que entró en vigor en 1958”. A pesar de las medidas adoptadas en el Convenio OILPOL, estas se vieron insuficientes cuando en “1967 tuvo lugar un importante accidente marítimo, la varada del petrolero Torrey Canyon cuando

navegaba por el Canal de la Mancha supuso un hito transcendental en la mentalidad de la protección del medio marino contra la contaminación. El derrame de 120.000 toneladas de petróleo crudo al mar constituyó la mayor catástrofe ecológica conocida hasta el momento". (David, 2006)

Estos aconteceres constituyen un gran peligrar para el contaminar marino razón por la que los diferentes países han decidido realizar un convenio para que ya no se de esta clase de riesgos. Sobre esto, Pérez (2014) precisa lo siguiente:

> "El Convenio MARPOL (abreviatura de Marine Pollution) es el principal convenio internacional referido a la prevención de la contaminación del medio marino por los buques, ya sea debida a causas operativas o bien accidentales. Es el resultado de la combinación de dos tratados adoptados en 1973 y 1978, respectivamente; ya actualizados por modificaciones a lo largo de los años transcurridos. El Convenio Internacional para prevenir la Contaminación de los buques fue adoptado el 2 de noviembre de 1973 por la Organización Marítima Internacional (OMI), el organismo de las Naciones Unidas especializado en la Seguridad de la Navegación y la Prevención de la Contaminación de los buques". (p.47)

El gran problema del contaminar marino se cuestionó en un primer lugar en la "Conferencia de las Naciones Unidas, celebrada en Estocolmo en 1972 sobre el Medio Ambiente Humano". Esta tuvo como respuesta introducir en la lista de obligaciones entre países el cuidado medioambiental como limitador y "agente" que condicione el modelar tradicional de aumento económico y la usanza de los recursos.

Pérez (2014) nos dice; que "en 1973 se celebró la primera Conferencia sobre el Convenio MARPOL, manteniéndose los criterios de descarga del hidrocarburo

prescritos en 1969 en las enmiendas a la convención de la contaminación por petrolero de 1954 (OILPOL 1954), sin cambios sustanciales".

Posteriormente, el "protocolo de 1978 del Convenio Internacional de 1973 para prevenir la Contaminación por los buques", también conocido como "Protocolo MARPOL de 1978" fue desarrollado en la "Conferencia sobre Prevención de la Contaminación y Seguridad en buques tanques petroleros en febrero de 1978" desarrollada como réplica a los derrames petroleros que se dieron entre los años de 1976 y 1977.

Las formas relacionadas al diseñar y el prevenir en el operar hecho por los navíos se agregaron en el "Protocolo de 1978 relativo al Convenio de 1974 sobre la Seguridad de la Vida Humana en el Mar". Dado que el "Convenio MARPOL de 1973" no se encontraba aun en vigencia, el "Protocolo de 1978 del Convenio MARPOL" absorbe a la convención de la que surgió. La mezcla entre estas es conocida como "Convenio Internacional para la prevención de la contaminación por buques de 1973 modificado por el Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78)", misma que tuvo vigencia desde 1983. (Anexos I y II).

Cabe indicar que se tiene en la mencionada norma internacional normativa para la prevención y reducción del contaminar de los navíos, esto desde el contaminar por accidente, así como el generado por la operación de rutina dada por los navíos. Referenciándose a la data histórica de cada uno de los anexos es preciso la mención de la vigencia y el revisar correspondiente de estos anexos de la norma internacional.

En las siguientes líneas se puede ver un gráfico que resume el marco histórico del Convenio MARPOL:

Tabla 1. Resumen histórico del Convenio MARPOL.

Año	Acontecimiento
1972	Conferencia de Estocolmo
1973	La OMI adopta el Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación de los buques
1974	Convenio sobre la Seguridad de la Vida Humana en el mar
1978	Protocolo de 1978 relativo al Convenio Internacional de 1973 para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL 73/78)
1979	Conferencia ministerial en Ginebra. Convenio sobre la contaminación atmosférica trasfronteriza
1983	Entrada en vigor de MARPOL 73/78 (anexos I y II)
1984	Ratificación en el BOE No249 de los Anexos I y II
1985	Implantación del control y la reducción de emisiones de azufre
1987	Firma del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono
1988	Implantación del control y la reducción de emisiones de óxidos de nitrógeno
1988	Entrada en vigor del Anexo V
1990	Se adopta el Protocolo de Montreal
1991	Ratificación en el BOE No56 del Anexo III,IV y V
1992	Firma del Segundo Protocolo, en Copenhague, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono
1992	Entrada en vigor del Anexo III
1997	Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978
2003	Entrada en vigor del Anexo IV
2005	Entrada en vigor del Anexo VI
2006	Entrada en vigor enmiendas 2005. Enmiendas al Anexo VI y al Código Técnico sobre los NOx
2010	Entrada en vigor enmiendas 2008 del Anexo VI
2011	Entrada en vigor enmiendas 2010 del Anexo VI
2012	Entrada en vigor enmiendas 2010 del Anexo VI. Modelo revisado del suplemento del Certificado IAPP)
2013	Entrada en vigor enmiendas 2011 del Anexo VI. Enmiendas a las reglas 13 y 14 del Anexo VI.
2013	Entrada en vigor enmiendas de 2011 del Anexo VI. Reglas sobre la eficiencia energética de los buques

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que el año 2016 se realizaron otras modificaciones, las cuales serán explicadas más adelante.

2.2.1.2. Marco histórico del Anexo VI del Convenio MARPOL

Pérez (2014) señala que “durante los trabajos que condujeron a la adopción del Convenio MARPOL de 1973 se abordó la cuestión de controlar la contaminación atmosférica ocasionada por los buques, en particular los gases nocivos que constituyen las emisiones de éstos. No obstante, se decidió no hacerlo en ese momento”. En este mismo periodo, el tópico de los contaminantes atmosféricos se encontraba analizado por otros grupos.

Como señala Pérez la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, celebrada en Estocolmo en 1972, marca el inicio de la cooperación internacional en la lucha contra la acidificación o lluvia ácida. Entre 1972 y 1977 varios estudios e investigaciones científicas confirmaron la hipótesis de que los contaminantes atmosféricos se desplazan varios miles de kilómetros antes de su deposición de manera que pueden ocasionar daños, como la destrucción de cultivos y superficies forestales, a grandes distancias de su foco de emisión” (2014).

Pérez también precisa que, en 1979, tuvo lugar “una conferencia ministerial sobre la protección del medio ambiente celebrada en Ginebra, dio lugar a la firma del Convenio sobre la Contaminación atmosférica transfronteriza por parte de 34 gobiernos y de la Comunidad Europea. Este fue el primer instrumento internacional jurídicamente vinculante para hacer frente a los problemas de la contaminación atmosférica sobre una amplia base regional. Sin embargo, los protocolos del presente convenio (Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza) tuvieron una implantación tardía” (2014).

Ciertamente, “la reducción de las emisiones de azufre en 1985, el control de las emisiones de óxidos de nitrógeno en 1988, el control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles en 1991 y finalmente la reducción de las emisiones de azufre en 1994”. (Pérez, 2014, p.36)

“Desde la década de 1950 los CFC se han venido utilizando muy ampliamente como refrigerantes, propelentes de aerosoles, disolventes, agentes espumantes, y aislantes. En el transporte marítimo los CFC se utilizan para refrigerar el buque y la carga en los contenedores, aislar las bodegas de carga y los contenedores, en los sistemas de aire acondicionado de los camarotes de la tripulación y zonas ocupadas, así como para refrigerar los compartimientos de uso doméstico en que se almacenan alimentos”. (Rovira, 2015)

Los “halones que se fabrican a base de CFC son muy eficaces como extintores de incendios y se utilizan en los extintores portátiles y en los sistemas fijos, considerando que, en la OMI, el CPMM (Comité de Protección del Medio Marino) estudió y abordó a mediados de la década de 1980 el tema de la contaminación atmosférica”. (Rovira, 2015)

En el año 1988 se tuvo que el “CPMM acordó incluir la cuestión de la contaminación atmosférica en su programa de trabajo. Además, la Segunda conferencia internacional para la protección del Mar del Norte, celebrada en noviembre de 1987, emitió una declaración en la que los ministros de los Estados del Mar del Norte acordaron emprender acciones en el seno de los organismos competentes, como la OMI, con objeto de mejorar las normas de calidad de los combustibles pesados y apoyar activamente las tareas destinadas a reducir la contaminación marítima y atmosférica”. (Pérez, 2014, p.38)

En la serie de sesiones CPMM, celebradas el año de 1989, “varios países presentaron ponencias sobre la contaminación atmosférica, y se acordó estudiar los aspectos de la prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por los

buques como parte del programa de trabajo a largo plazo del Comité que se inició en marzo de 1990". (Pérez, 2014)

El "Anexo VI entró en vigor el 19 de mayo de 2005". El Comité aprobó las siguientes enmiendas:

- Del año 2005, tal como "la **Resolución del Comité de Protección del Medio Marino MEPC.132 (53)"**, mismas que versaba sobre "la introducción en este Anexo del Sistema armonizado de reconocimientos y certificación, y sobre la designación de la zona del Mar del Norte como nueva zona de control de las emisiones de SOX: entraron en vigor el 22 de noviembre de 2006";

- Del año 2008, "**Resolución MEPC.176 (58)**, sobre el Anexo VI revisado: entraron en vigor el 1 de julio de 2010".

- Del año 2010, "**Resolución MEPC.190 (60)**, sobre la zona de control de las emisiones de Norteamérica: entraron en vigor el 1 de agosto de 2011";

- Del año 2010, "**Resolución MEPC.194 (61)**, sobre el modelo revisado del Suplemento del Certificado IAPP: entran en vigor el 1 de febrero de 2012",

- Del año 2011, "**Resolución MEPC.202 (62)**, para la revisión de las reglas 13 y 14 del Anexo VI: entran en vigor el 1 de enero de 2013";

- Del año 2011, "**Resolución MEPC.203 (62)**, sobre la eficiencia energética de los buques: entran en vigor el 1 de enero de 2013".

2.2.1.3. Anexo VI del Convenio MARPOL

La reglamentación para la prevención ante el contaminar atmosférico por navíos que corresponde al "Anexo VI", está conformado por los siguientes capítulos "

- “Capítulo I. Generalidades”.
- “Capítulo II. Reconocimiento, certificación y medios de control”.
- “Capítulo III. Prescripciones para el control de las emisiones de los buques”.

Entre las principales reglas están las siguientes:

- “Regla 1 Ámbito de aplicación”
- “Regla 2 Definiciones”
- “Regla 3 Excepciones generales”
- “Regla 4 Equivalentes”
- “Regla 5 Reconocimientos”
- “Regla 6 Expedición o refrendo del Certificado”
- “Regla 7 Expedición del certificado por otra Parte”
- “Regla 8 Modelo del certificado”
- “Regla 9 Duración y validez del certificado”
- “Regla 10 Supervisión de las prescripciones operacionales por el Estado rector del puerto”
- “Regla 11 Detección de transgresiones y cumplimiento”
- “Regla 12 Sustancias que agotan la capa de ozono”
- “Regla 13 Óxidos de nitrógeno (NOx) ”
- “Regla 14 Óxidos de azufre (SOx) y materia particulada”
- “Regla 15 Compuestos orgánicos volátiles (COV) ”
- “Regla 16 Incineración a bordo”
- “Regla 17 Instalaciones de recepción”
- “Regla 18 Disponibilidad y calidad del fueloil”

Además, el Anexo VI está constituido por los siguientes anexos:

- “Apéndice I: Modelo de Certificado IAPP y un suplemento”
- “Modelo de Certificado IAPP”
  “Modelo de Suplemento del Certificado IAPP”
- “Apéndice II: Ciclos de ensayo y factores de ponderación”

- “Apéndice III: Criterios y procedimientos para la designación de zonas de control de las emisiones de SOx”
- “Apéndice IV: Homologación y límites de servicio de los incineradores de a bordo”
- “Apéndice V: Información que debe incluirse en la nota de entrega de combustible”
- “Apéndice VI: Procedimiento de verificación del combustible a partir de las muestras de fuel oil estipuladas en el Anexo VI del MARPOL”
- “Apéndice VII: Zonas de control de las emisiones de Norteamérica”

2.2.1.4. Dimensión conocimientos de la norma de control de emisiones

El “Código Técnico Relativo al Control de las Emisiones de Óxidos de Nitrógeno de los Motores Diésel Marinos” del “Anexo VI del Convenio MARPOL” está constituido por la estructura que se puede ver a continuación:

- “Capítulo 1: Generalidades ”
- “Capítulo 2: Reconocimientos y certificación ”
- “Capítulo 3: Normas relativas a la emisión de óxidos de nitrógeno”
- “Capítulo 4: Homologación de motores fabricados en serie: familia de motores y grupo de motores”
- “Capítulo 5: Procedimientos para medir las emisiones de Nox en un banco de pruebas”
- “Capítulo 6: Procedimientos para demostrar el cumplimiento de los límites de emisión de Nox a bordo”
- “Capitulo7: Certificación de un motor existente”
- “Apéndice 1: Modelo de Certificado EIAPP”
- “Apéndice 2: Diagramas de operaciones para el reconocimiento y la certificación de motores diésel marinos”

“Apéndice 3: Especificaciones relativas a los analizadores que se utilicen para determinar los componentes gaseosos de las emisiones de los motores diésel marinos”

- “Apéndice 4: Calibrado de los instrumentos de análisis”
- “Apéndice 5: Informe relativo al ensayo de muestras”
- “Apéndice 6: Cálculo del flujo másico de los gases de escape (método de equilibrado del carbono)”
- “Apéndice 7: Lista de verificaciones de los parámetros del motor”
- “Apéndice 8: Implantación del método directo de vigilancia”

La Organización Internacional Marítima (OMI) nos indica que “el 26 de septiembre de 1997 se aprobó junto a la modificación del MARPOL 73/78 el código técnico relativo al control de emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos”. (OMI, 2002)

Desde el 19 de mayo de 2005 se encontró vigente el “Anexo VI del convenio MARPOL”, titulado “Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques”, incluyéndose a los diversos tipos de “motor diésel” marítimo a los que les rige la “regla 13” del comentado anexo, entendiéndose que estos deben estar respetuosos de las limitaciones para la emisión que señala el mencionado código. Además, “el MEPC 53, celebrado en julio del 2005 convino que tanto el convenio MARPOL como el Código técnico sobre los NOx fueran revisados, dicha revisión concluyó en el MEPC 58, en octubre de 2008”. (Resolución MEPC.1772008)

El referido documento señala; que salvo en “el código se permita expresamente lo contrario, todo motor diésel marino especificado será objeto de los siguientes reconocimientos”:

“Reconocimiento de certificación previa que garantice que el motor, conforme a su proyecto y equipo, **se ajusta al límite aplicable de emisión** de NOx **indicado en el apartado de “Óxidos de NOx”, si este reconocimiento confirma que el motor se ajusta a dichos límites, la administración expedirá un** Certificado EIAPP**; reconocimiento inicial de certificación que se realizará a bordo después de instalar el motor.**

- **“Reconocimientos intermedios, anuales y de renovación**, que se llevarán a cabo como parte de los reconocimientos del buque prescritos, a fin de garantizar que el motor sigue cumpliendo plenamente las prescripciones del presente código”.

- **“Reconocimiento inicial** de certificación del motor que se realizará a bordo **cada vez que el motor sea objeto de una transformación importante**, a fin de garantizar que el motor se ajuste al límite aplicable de emisiones de NOx. Esto dará lugar a la expedición, si procede, de un Certificado EIAPP y a la modificación del Certificado IAPP”. (Resolución MEPC.177-2008)

Para poder considerarse un nivel de conformidad, y cumplir con la legalidad, deben de realizarse pruebas y evaluaciones para esto se tiene que dar una cantidad importante de metodologías previstas, calculación, ensayo, o verificar relativo a la emisión de óxido de nitrógeno del motor, que serían:

- **“Ensayo en banco de pruebas** para el reconocimiento de certificación previa, de conformidad”.
- **“Ensayo a bordo** de un motor sin certificación previa para un **reconocimiento combinado** de certificación previa e inicial de conformidad con todas las prescripciones relativas a los ensayos en banco de pruebas”.

- **“Método de verificación a bordo de los parámetros del motor**, utilizando los datos de los **elementos**, los **reglajes** del motor especificados en el **expediente técnico**, para confirmar el cumplimiento en los reconocimientos iniciales, intermedios, anuales o de los motores cuyos elementos, reglajes y valores de funcionamiento fundamentales desde un punto de vista de los NOx se hayan modificado o ajustado después del último reconocimiento. Nota: La expedición de certificados por la Administración del país en que se construya el motor”.
- **“Método simplificado de medición a bordo** para confirmar el cumplimiento en los reconocimientos intermedios, anuales y de renovación, o la confirmación previa en los reconocimientos de certificación inicial, de conformidad”.
- **“Método directo de medición y vigilancia a bordo** para confirmar el cumplimiento sólo en los reconocimientos intermedios, anuales y de renovación, de conformidad”.

La OMI (2019) en su artículo publicado recientemente en su portal web titulado “Zonas especiales en virtud del Convenio MARPOL” señala que el “Anexo VI DE Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques" se desarrollan áreas de cuidados frente al SOx, en las que se controlan de forma rigurosa sobre el emitir de azufre, y área de control de NOx, acerca de la normatividad del “nivel III sobre las emisiones de NOx”. Entre las áreas de cuidado para el emitir son las siguientes:

Tabla 2. Zonas de control de las emisiones.

Zonas especiales	Adopción	Entrada en vigor	Con efecto desde
Mar Báltico (SO_x)	26 sept 1997	19 mayo 2005	19 mayo 2006
Mar del Norte (SO_x)	22 jul 2005	22 nov 2006	22 nov 2007
ECA de Norteamérica (SO_x y materia particulada)	26 mar 2010	1 agosto 2011	1 agosto 2012
(NO_x)	26 mar 2010	1 agosto 2011	***
ECA del mar Caribe de los Estados Unidos (SO_x y materia particulada)	26 jul 2011	1 enero 2013	1 en 2014
(NO_x)	26 jul 2011	1 enero 2013	***

Nota: Los buques construidos el 1 de enero de 2016 o posteriormente que operen en estas zonas de control de las emisiones cumplirán las normas de nivel III sobre las emisiones de NOx que figuran en la regla 13.5 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

Fuente: Organización Marítima Internacional (OMI, 2019)

El Diario El Peruano (2016), en su publicación de la Resolución MEPC.272(69), el cual trata sobre la “Enmiendas al Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos (Prueba de los motores de gas y los motores de combustible mixto)”, adoptada el 22 de abril de 2016, sostiene tomando en consideración a “la regla 13 del Anexo VI del Convenio MARPOL”, que confiere actitud obligatoria al “Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos (Código técnico sobre los NOx 2008)”, y después de haber evaluado, en su sesentainueveavo sesión, propuesta enmienda al “Código técnico sobre los NOx 2008” relativo a la evaluación de un motor de gas y los de “combustible mixto”.

2.2.1.5. Dimensión conocimientos de motores diésel

Iwafuchi (2012) señala que los motores de combustión tienen una historia muy larga que se remonta a la invención, solo 20 años después de que James Watt inventara la moderna máquina de vapor en 1785, de un motor de pistón tipo vacío que utilizaba combustión de gas de carbón en lugar de vapor. Esto ahora es reconocido como el primer motor de combustión interna.

Según el portal web Mecánicos (2017) “el motor de combustión interna se entiende como una evolución de la máquina de vapor. A diferencia de este último, el cual aprovecha la presión del vapor de agua que se genera por una combustión externa, el trabajo se obtiene por la combustión interna de una mezcla de aire y combustible”.

El portal web ICARITOS (2018) señala que “las primeras motonaves, término genérico para referirse a los buques propulsados con diésel, fueron construidas en los primeros años del siglo XX; en contraste con modelos precedentes, eran más pequeños, pero en los años que siguieron a la Primera Guerra Mundial se construyeron un determinado número de grandes transatlánticos accionados a motor y operaron con gran éxito”.

Específicamente, tal como se señala en el portal web Mecánicos (2017):

> “en 1892, el alemán Rudolf Diésel inventa un motor de auto ignición que funciona con combustibles pesados, y que más tarde pasaría a llamarse motor Diésel. Este era de grandes proporciones y lento, diseñado en primera instancia para funcionamientos estacionarios. Su compleja construcción conllevaba altos costes de producción. Además, los primeros motores Diésel sencillos eran incómodos por su elevado nivel acústico y, en general, presentaban peor comportamiento en aceleración en comparación con los motores de gasolina. En 1897 nace el primer motor de estas características, pero no es hasta 1912 cuando se implanta en una locomotora y en 1923 en un camión”.

Peña (2016) nos dice que el motor marino:

> “desde su creación se ha hecho grandes avances y progresos tanto en las mejoras en su rendimiento como en sus componentes y materiales. Los motores diésel pertenecen al género de los motores térmicos, en los cuales la energía química del combustible se transforma en energía térmica directamente dentro del cilindro”. (p.42)

En donde el “aire que entra al cilindro junto con el combustible inyectado forman la mezcla de trabajo que se auto inflama gracias a la alta temperatura que se obtiene al final del proceso de la compresión, así como también a la reacción química del combustible con el oxígeno del aire” (Peña, 2016).

Como respuestas al procedimiento de los combustibles dentro de los cilindros se hacen elementos de gas con temperaturas y presión muy altas. Que el proceso sea efectivo se da particularmente por el hecho de que haya una alta temperatura desprendiéndose al interior del “cilindro de trabajo”.

El proceso del combustible inicia luego del inyectar del mismo, el que se atrase la ignición en “motores diésel” actuales del inyectar directo es muy diminuto usándose grandes vínculos para comprimir y un alto nivel de sincronización del inyectar factible haciendo que se pueda reducir grandemente el sonido. “La liberación del calor estimado con esta hipótesis predice satisfactoriamente los parámetros instantáneos importantes del ciclo de operación del motor, transferencia de calor, consumo de combustible, desempeño del turbo compresor y del pistón, así como también el atraso de ignición y emisiones”. (Lakshminarayanan y Aghav, 2009)

Souza (2009) acota que es evidente que el “proceso de combustión en lo motores de ignición por compresión es bastante complejo, ya que este proceso depende de las características del combustible” (p.16) En donde se debe tener en cuenta “la

cámara de combustión del sistema de inyección de combustible y de las condiciones de operación, tornándose un proceso inestable, heterogéneo y tridimensional" (Souza, 2019).

Según Casanovas (2010) define:

> "A la propulsora como una serie de calderas dentro de las cuales se quema carbón o Fuel Oil para calentar agua y producir vapor de alta presión que es enviado a las turbinas que a su vez hacen girar los ejes de las hélices mediante engranajes de reducción. Las plantas de vapor suelen ser bastante silenciosas a baja velocidad. Como desventaja cabe señalar el tiempo necesario (horas) para encender las calderas antes de poder salir a la mar". (p.34)

Según De Mazarredo (1992) define que:

> "La planta propulsora debe de proporcionar la potencia necesaria para impulsar al buque a la velocidad para la cual fue proyectado ininterrumpidamente, debe de permitir realizar la parada, o retroceder y debe de satisfacer las necesarias capacidades de maniobra para las que fue diseñado el buque". (p.12)

En ese orden de ideas encontramos a Irasuegui (2016) que el modo de "operación con Fuel-Oil, siendo el combustible tradicional en los motores de dos tiempos, el motor quemará únicamente combustible líquido" (p.14)

Es el modo de operación clásico y el más simple de entre los seleccionables para el motor, de hecho, el suministro o utilización del tipo de combustible depende de la zona SECA Y ECA que se encuentre el buque.

Según Peña (2016) “los motores instalados en los buques de diferentes tipos se pueden clasificar”, estos se darían cumpliendo los siguientes puntos:

- “Según el número de carreras necesarias para la realización del ciclo de trabajo (característica principal de los motores):
  - De cuatro tiempos.
  - De dos tiempos”.

Por “tiempo” se comprende al “ciclo de trabajo” en el que el pistón desarrolla un tramo en el que los criterios que corresponde de los números del volumen necesario hasta el que es máximo, pudiendo ser al revés, cuestión que se considera como “punto muerto superior” o también conocido por sus siglas “PMS” y “punto muerto inferior” o también conocido por sus siglas “PMI”.

- “Según su construcción:
  - Motores de tronco: aquéllos en los cuales la guía del pistón es la falda del mismo.
  - Motores de cruceta: aquéllos en los cuales la guía del pistón la constituyen los patines que se desplazan por las guías paralelas”.

- “Según la configuración de los cilindros:
  - En línea.
  - En V”.

- “Según la velocidad de giro del eje de cigüeñales (rpm):
  - Motores de bajas revoluciones entre 100 y 350.
  - Motores de medias revoluciones entre 350 y 750.
  - Motores de altas revoluciones entre 750 y 2500”.

Estas serían las maneras más frecuentas por la gran parte de motores, sin embargo, es preciso comentar que han sido de doble actuar, de “émbolos opuestos” y, pocas veces con el disponer de “cilindros radiales (Zvezda)”. Generalmente, la rapidez se encuentra relacionada a la forma de ciclo entendiéndose que los motores no son rápidos.

De acuerdo a Peña (2016) el combustible marino utilizado en la actualidad;

> “Se crea a partir del mismo proceso de destilación básica que crea otros hidrocarburos líquidos como gasolina de motor, combustible para calefacción y el queroseno. Combustibles marinos destilados son comparables a otras formas de líquidos hidrocarbonados destilados, en que tienen propiedades químicas similares y límites de especificación. Combustibles marinos residuales, también llamados aceites intermedio de combustible (IFO) o de fuelóleo pesado (HFO), se componen de hidrocarburos pesados, residuo que se crean como un subproducto durante la refinación de petróleo, y pueden contener diversos contaminantes tales como metales pesados, agua, y niveles altos de azufre”. (p.39)

Estas formas de contaminación dañan al motor y a la línea para distribuir al combustible y equipo, por lo que, lo que queda de combustible se trata para así depurar este tipo de inconveniente mediante un filtro y depurador de manera previa a la combustión en los motores marinos.

Se considera que “ambos combustibles marinos residuales y destilados están obligados a cumplir con las especificaciones internacionales de los combustibles establecidos en la Organización Internacional de Normalización” (ISO) 8217.

Entre las clases de combustible marinos, tenemos los siguientes a los combustibles destilados para uso marino (Diésel).

Por su parte Peña (2016) argumenta en su trabajo investigativo que “el combustible destilado marítimo se divide en cuatro tipos de combustible distintos: DMX, DMA, DMB, DMC”

Llop (2017) define al diésel marino;

> “Como una mezcla de diferentes destilados intermedios derivados del proceso de refinación del petróleo crudo. Por lo general está compuesto de gasóleo ligero y pesado, aceite de ciclo ligero y pesado, así como gasóleo de vacío. Los componentes químicos son alquenos, ciclo alcanos y diferentes hidruros de carbono. Su rango de ebullición está entre los 200°C y los 500°C”. (p.13)

Los “nombres comerciales del diésel marino son DMA (Marine Gas Oil / MGO) y DMB (Marine Diésel Oil / MDO). Las diferencias principales entre estos dos combustibles son sus densidades, viscosidades, así como su contenido de azufre. La ventaja más importante en los diéseles marinos es la ausencia de cenizas o residuos de combustión, que dañarían los órganos internos de los motores, lo que limita en la mezcla de productos excesivamente pesados. Otra ventaja es su bajo contenido en azufre en comparación con el Fuel Oil”. (Llop, 2017, p. 17)

A pesar de esto, se puede decir que solo 2 de esta clase de combustible son usados frecuentemente en el transporte marino.

El DMX puede ser considerado como un hidrocarburo de azufre que es caracterizado por no tener muy altos destilados medios, y siendo de esta forma no sale nada barato comparado con otra clase de combustible destilado. “Este tipo de destilado se utiliza principalmente a bordo de buques para ser usado en motores de emergencia por ejemplo botes de rescate. Los siguientes dos tipos de combustible destilado, DMA y DMB, también se llaman gasóleo para uso marítimo MGO y diésel

oíl marino MDO, respectivamente. Estos dos combustibles destilados constituyen la mayoría de los combustibles destilados marítimos vendidos. El DMC no es muy usado porque tiene mayor densidad y más impurezas". (Llop, 2017)

2.2.1.6. Generalidades del Código Técnico sobre las emisiones de NOx en los motores marinos

Para poder cumplirse la normativa sobre incinerar, como se da en el caso del trabajo investigativo, debe considerarse cuál es el nivel de capacitación permanente.

Silíceo (2008) afirma que "la capacitación es la función educativa de una empresa u organización por la cual se satisfacen necesidades presentes y se prevén necesidades futuras respecto de la preparación y habilidad de los colaboradores" (p.17)

El capacitar es un rol muy importante por parte de quienes administran las organizaciones y su área de recursos humanos, por lo que debe operarse de manera fina con las demás áreas dentro de la estructura.

La estructura de la capacitación según Reza (2007) es la siguiente:

> **"Capacitación inicial:** Es recibida por todos los trabajadores de nuevo ingreso quienes al concluir la misma deberán examinar como vía de comprobación de que posee los conocimientos necesarios para comenzar su trabajo (p.40).
>
> **"Capacitación periódica**: En la práctica se comprueba si la aplicación de los conocimientos que adquirió durante la capacitación inicial es o no satisfactorios. De serlo así, no es necesario volver a capacitar al trabajador "(p.40).

> **“Capacitación extraordinaria**: Es recibida por todos los trabajadores en los casos en que ocurran situaciones no previstas que indiquen la necesidad de ejecutarla; es decir, cambio de proceso, equipamiento, materiales, inclusión de nuevas normas, regulaciones, recomendaciones tanto de carácter nacional como internacional. “(p.40)

En cuanto a los “sistemas de medida de gases de escape en motores diésel, tienen como principal función la de suministrar una muestra de los gases de escape de un motor al analizador del mismo. Representaría ser una muestra que corresponda con las emisiones reales del motor según su prueba de ciclo. Cuando los caudales de ensayo no son muy grandes, estas muestras se recolectan en recipientes o bolsas de plástico para su posterior muestreo”. (Uriondo, Gómez y Gutiérrez 2012)

Sobre las estructuras tradicionales de muestreo en los motores principales, “se analizaban gravimétricamente, después de haber pasado la muestra por un filtro de muestreo. La muestra ha de acondicionarse según los requisitos del analizador, es por ello que es de esencial importancia filtrarlo. Existen nuevos analizadores de medida de emisiones sin filtro” (Uriondo, Gómez y Gutiérrez 2012).

Otra forma de “analizadores” son los llamados Secos, mismos que se caracterizan por la capacidad de enfriar y secar a la muestra de manera previa al analizarla. En esta clase de analizadores se tiene en consideración al arrastre de las partículas por consecuencia del condensador de vapor. Esta clase de arrastramiento hace que la muestra se acerque al analizador y que no refleje cuales son realmente las emisiones. De esta forma, se debe de aminorar la forma en la que se da el arrastre.

Hay “detectores de ionización de llama” y “analizadores de quimioluminiscencia” los cuales hacen que se minimice la perdida que puede darse

utilizándose un gas caliente. El gas de escape en el muestreo de la mayor parte de gases que son “diluidos”. A través de una combinación fuerte de aire y gas en un tubo de dilución.

“El gas de escape del motor entra en el túnel dilución donde tiene lugar la mezcla turbulenta. El tamaño de estos túneles de dilución de flujo completo ha sido objeto de estudio debido a su excesivo tamaño y precio. Las investigaciones están dirigidas a túneles de dilución parcial en lugar de diluciones totales, en cargas transitorias”. (Uriondo et al., 2012)

Según Méndez (2017), “los métodos de análisis vienen normalmente regulados por las regulaciones ya existentes”. (p.16)

“A la hora de medir contaminantes desde un punto de vista legal se deberán seguir los métodos de referencia establecidos” (Uriondo et al., 2012). Para que un método pueda ser considerado como un “referente” (Uriondo et al., 2012) deberá tener estos tres criterios:

- **“Precisión**: Una Desviación estándar pequeña.
- **Exactitud**: Valor promedio determinado tras varias repeticiones de la medida muy cercano al valor real.
- **Robustez**: El resultado no se verá afectado por cualquier otro tipo de interacción con otros compuestos o especies, ni con la preparación de la muestra”.

El autor precisa que “existen diferentes organismos que adoptan diferentes tipos de métodos de referencia. Los más representativos son la UE (Unión Europea) y la EPA (Enviromental Protection Agency de Estados Unidos). No existe gran diferencia en cuanto a los métodos de análisis de los principales grupos de gases contaminantes” (Mendez, 2017).

En el sentido de querer analizar el emitir de gases el método usado por ambas entidades son:

- **“O2**: Análisis de Infrarrojo No Dispersivo (IND), Analizador Paramagnético, Célula Electroquímica.
- **HC**: Detector de Ionizador de Llama (DIL).
- **NOx**: Análisis Quimio luminiscente (CLD, Chemioluminiscence Detector y HCLD Heated Chemiluminiscence Detector) **CO,**

CO2: Análisis de Infrarrojos No Dispersivos (IND)

- **O3**: Espectrometría UV” (Mendez, 2017).

Se puede considerar al ozono como el método “en los que los dos grandes organismos se diferencian, la Unión Europea establece como método de referencia la espectrometría UV y la EPA la reacción con el etileno y la quimioluminiscencia. El material más común a emplear en células electroquímicas es el dióxido de zirconio (ZnO2), para medidas de emisiones de CO, NOx y O2. Otras emisiones no reguladas se miden mediante métodos no estandarizados”. (Uriondo et al., 2012)

De acuerdo a Douglas (2010), “la quimioluminiscencia es la producción de luz a partir de una reacción química. Dos compuestos químicos reacción para formar un intermedio en estado excitado, y por consiguiente libera un fotón para des excitarse. Este fotón será el que emita la luz. Una vez des excitado vuelve a su estado normal. El átomo de hidrogeno es su estado fundamental, y se encuentra en la primera orbita es excitado y salta una segunda orbita liberando energía al ser excitado”.

La cuestión de no estar en su forma inicial o básica crea que se regrese a su punto de inicio. En este proceso se libera un fotón que emana iluminación. Al contrario de otro tipo de reacción, lo que libera en el proceso es solo iluminación y no calor.

“El principio de funcionamiento para la lectura de las concentraciones de NO (Óxido de nitrógeno) es el siguiente. Una primera muestra sin reducir, es decir, con partículas de NO2 se hace pasar a la cámara donde reaccionara con el ozono y de donde obtendremos un resultado de la cantidad de NO2 presente en la muestra. El siguiente paso es el de reducir la muestra en un catalizador donde conseguiremos que el dióxido de nitrógeno se reduzca a NO. De aquí obtendremos un resultado que comparándolo con el anterior conoceremos la cantidad de NO2 presente en los gases de escape”. (Méndez, 2017)

Escobar (2011) señala:

> “Que la Espectroscopia de los NOX es un método de análisis de los NOx que está dando buenos resultados para su medida. El principio es parecido al de los analizadores de muestra en caliente por quimioluminiscencia, donde los óxidos de nitrógeno totales son calculados por la suma del dióxido de carbono y el monóxido de carbono. Ofrecen menos interferencia con el agua que los analizadores por quimioluminiscencia”. (p.21)

Ayala y Pihuaycho (2017) en trabajo investigativo señalan que “la emisión de óxidos de nitrógeno resulta muy peligrosa para la salud, ya que afecta a los aparatos respiratorios de personas y animales, pudiendo llegar a producir enfermedades respiratorias y cardiovasculares por su carácter ácido. La reducción catalítica selectiva (SCR, que quiere decir Selective Catalytic Reduction) es el único método secundario que puede reducir los niveles de NOx y lo hace entre un 85 y un 95%. Este contaminante se reduce a productos menos ofensivos como lo son el nitrógeno y el vapor de agua, además de que algo de hollín e hidrocarburos también son reducidos por oxidación en el reactor”.

De Mazarredo (1992) afirma lo siguiente:

> “El catalizador tiene una duración que va entre 3 y 5 años para combustibles líquidos y más si trabaja con gas. El tipo de agente utilizado y su consumo, que depende de la carga del motor, determinarán el costo del catalizador, que dependerá de los límites de NOx establecidos”. (p.27)

Según Méndez (2017), el “Comité para la Protección de Medio Marino en el año 2008 se reunió para adoptar la resolución N° 176, corrigiendo el Convenio Internacional para la Prevención de la Polución de los Buques, y más concretamente el anexo VI y el código Técnico de los NOx. Estas regulaciones entraron en vigor el 1 de enero de 2010 con actual vigencia. En cuanto a los límites de emisiones de NOx existen tres límites de emisiones dependiendo de la fecha de instalación del motor o de la fecha de la última conversión mayor del motor”. Méndez señala que habrá una conversión mayor considerando:

- “El motor se sustituya por un motor diésel nuevo o se monte un motor diésel adicional.
- Se realice una modificación sustancial de acuerdo con el Código Técnico de los NOx 2008.
- Se incremente la potencia máxima continua del motor más de un 10% en comparación a la condición original”

De acuerdo a Méndez (2017), “dependiendo de la fecha de modificación o instalación del motor, se deberán cumplir límites de emisiones distintos. A partir del 1 de enero del 2016 si se da una modificación deberá cumplir como mínimo con el nivel de emisiones Tier II”. Véase la siguiente figura:

Tier	Date	NOx Limit, g/kWh		
		n < 130	130 ≤ n < 2000	n ≥ 2000
Tier I	2000	17.0	$45 \cdot n^{-0.2}$	9.8
Tier II	2011	14.4	$44 \cdot n^{-0.23}$	7.7
Tier III	2016†	3.4	$9 \cdot n^{-0.2}$	1.96

† In NOx Emission Control Areas (Tier II standards apply outside ECAs).

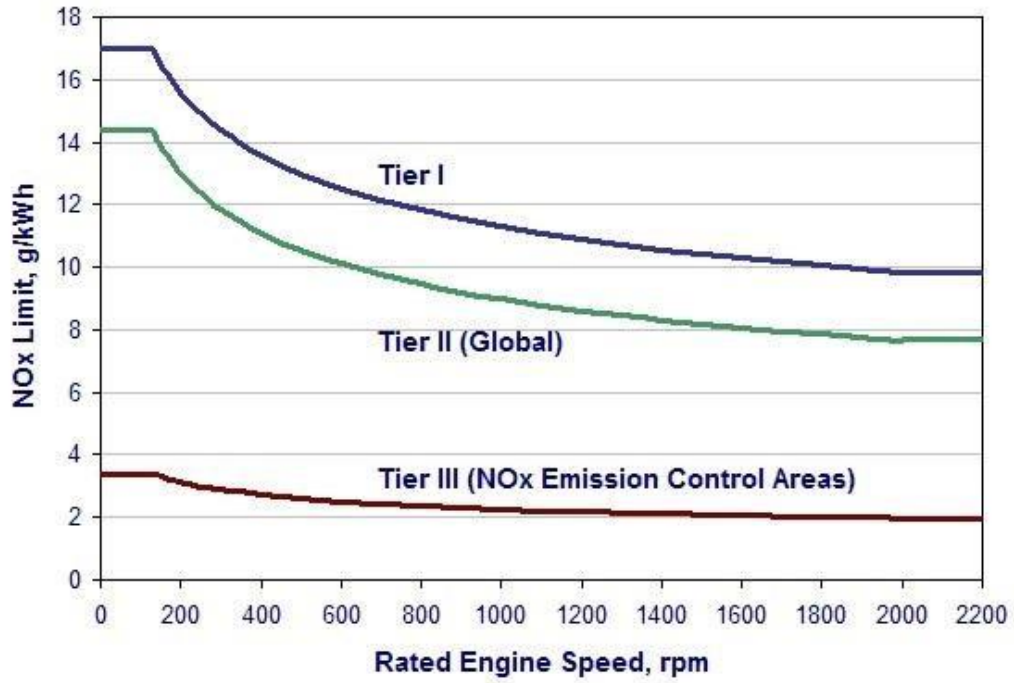


Figura 1. Límites de emisiones de NOx (MARPOL).

Fuente: Mendez (2017)

Los niveles de emisiones son los siguientes:

- **"TIER I**. Se prohíbe el funcionamiento de todo motor diésel marino instalado en un buque construido (salvo en las excepciones antes mencionadas) entre el 1 de enero de 2000 y el 1 de enero 2011, a menos que la cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos por el motor se encuentren dentro de los límites. *Nota [n] es el régimen nominal del motor (revoluciones por minuto del cigüeñal)

17 g/kWh si *n* es inferior a 130 rpm.

45 *n*^ (-0.2) si *n* es igual o superior a 130 rpm, pero inferior a 2000 rpm.

9,8 g/kWh si *n* es igual o superior a 2000 rpm" (Mendez, 2017).

- **"TIER II**. Se prohíbe el funcionamiento de todo motor diésel marino instalado en un buque construido (salvo en las excepciones antes mencionadas) el 1 de enero 2011 o posteriormente, a menos que la cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos por el motor se encuentren dentro de los límites. *Nota [n] es el régimen nominal del motor (revoluciones por minuto del cigüeñal)

  14,4 g/kWh si *n* es inferior a 130 rpm.

  44 *n*^ (-0.2) si *n* es igual o superior a 130 rpm, pero inferior a 2000 rpm.

  7,7 g/kWh si *n* es igual o superior a 2000 rpm" (Mendez, 2017).

- **"TIER III**. Si el buque está operando en un Área de Control de Emisiones, se prohíbe el funcionamiento de todo motor diésel marino instalado en un buque construido (salvo en las excepciones antes mencionadas) el 1 de enero 2016 o posteriormente, a menos que la cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos por el motor se encuentren dentro de los límites.

  3,4 g/kWh si <*n*> es inferior a 130 rpm.

  9 *n*^ (-0.2) si *n* es igual o superior a 130 rpm, pero inferior a 2000 rpm.

  2,0 g/kWh si *n* es igual o superior a 2000 rpm" (Méndez, 2017).

Además de esto, Mendez señala que si el navío "opera fuera del área de control de emisiones deberá cumplir con lo establecido en el Tier II. El MEPC 66 (abril de 2014), adoptó una serie de enmiendas a la regla 13 del Anexo VI del Convenio MARPOL con respecto a la fecha consignada en las normas relativas a los límites de emisión de NOx correspondientes al nivel III. En las enmiendas se prevé que las normas relativas a los límites de emisión de NOx correspondientes al nivel III se aplicarán a un motor diésel marino instalado en un buque construido el 1 de enero de 2016, o posteriormente, que navegue en las zonas de control de las

emisiones de Norteamérica o del mar Caribe de los Estados Unidos que están designadas para el control de las emisiones de NOx". (2017)

Según Bernaola (2013), "las partículas que emiten los escapes de motores diésel son de naturaleza y toxicidad muy diferente y están presentes compuestos reconocidos como cancerígenos".

"Las partículas de carbón que contienen son de diámetro inferior a 0,1 µm y adsorben en su superficie otros hidrocarburos que forman parte de los líquidos condensados e incluso sulfatos por el contenido de azufre del combustible. Con todo y después de la aglomeración no se llegan a alcanzar diámetros superiores a los 0,8 µm, es decir, ultras finas y respirables". (Bernaola, 2013, p. 37),

El International Agency for Research on Cancer (IARC), parte de la OMS en el 2012, señaló que "el escape de los motores de diésel como cancerígeno para humanos (categoría 1), basado en una evidencia suficiente de que la exposición está asociada a un aumento de riesgo de cáncer de pulmón. En 1988 ya se clasificó como probable cancerígeno en humanos (grupo 2A)".

De manera que, según la IARC, "Los contaminantes del aire se pueden clasificar según criterios distintos: estado, toxicidad, reactividad, etc... Por la composición química, los más importantes son:

- Partículas, que según tamaño son: sedimentables (> 30 µm), en suspensión (< 30 µm), respirables (< 10 µm) o humos (< 1 µm).
- Compuestos de azufre: SO2, H2 S, H2 SO4, mercaptanos o sulfuros.
- Compuestos de nitrógeno: NO, NO2, NOx o NH3.
- Compuestos de carbono: CO, CO2, CH4 o hidrocarburos (HC).
- Halógenos y compuestos halogenados: Cl2 , HCl, HF o clorofluorocarbonos (CFC).
- Oxidantes fotoquímicos: O3, peróxidos o aldehídos".

“La forma más habitual de clasificación se hace considerando su procedencia:

- Primarios: proceden directamente de las fuentes de emisión.
- Secundarios: se originan en la atmósfera como consecuencia de reacciones químicas que sufren los contaminantes primarios”.

“Los principales contaminantes primarios gaseosos son:

- Dióxido de Azufre (SO2)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Óxidos de Nitrógeno (NOx)
- Hidrocarburos (HC)
- Dióxido de Carbono (CO2) ” (IARC)

De acuerdo al portal del medio ambiente Ambientum (2019), los “óxidos de nitrógeno son un grupo de gases compuestos por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO2). El término se refiere a la combinación de los dos gases debido a las facilidades de interconversión mutua que presentan cuando hay oxígeno. El principal contaminante de los NOx es el dióxido de nitrógeno y se forma como subproducto en todas las combustiones llevadas a cabo a altas temperaturas”.

Los motores de diésel se “emplean por su autonomía y gran capacidad de trabajo en maquinaria para mantenimiento o transporte, excavadoras y para extracción de material, hormigoneras, perforadoras, de fuerte tracción, en la transformación de energía y para uso industrial y obras públicas”. (Bernaola, 2013)

“El problema se agrava si las actividades se realizan en espacios cerrados y pobremente ventilados (locales, almacenes, depósitos, excavaciones, zanjas, pozos, galerías, cabinas de peaje, parques de estacionamiento y subterráneos). En general, las emisiones de los motores de diésel son mucho más visibles que las de los motores de gasolina, ya que contienen más hollín o materia particulada, con menos CO pero más NOx, SO2 o aldehídos” (Bernaola, 2013). Efectos para la salud Los efectos adversos para la salud más conocidos son:

- “Irritación ocular y respiratoria, en especial si el nivel de emisión es elevado.
- La exposición prolongada a los humos puede causar tos, flemas y dificultad respiratoria.
- Hay evidencia epidemiológica de que existe un ligero aumento del riesgo de cáncer de pulmón, por contener alguna sustancia carcinógena (PAH) y que son fácilmente inhalables” (Bernaola, 2013)

La siguiente tabla da un acercamiento al riesgo en consideración de algunos criterios.

Tabla 3. Estimación del nivel de riesgo por emisiones de motores de diésel.

Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Elevado
Humo no visible	A veces blanco, azul o negro	Siempre humo blanco, azul o negro
Sin depósito de hollín	Depósito visible en ciertas zonas	Fuerte depósito, sobre todo en zonas próximas a puntos de emisión
Sin referencias de irritación	Algún caso de irritación	Referencia de irritación generalizada
CO2<< 1000 ppm	CO2 del orden de 1000 ppm	CO2 >1000 ppm
Control correcto	No parecen eficaces los controles	Control inadecuado. Decidir la estrategia de control

Fuente: Bernaola (2013).

Es prioridad tener en cuenta como es actualmente los criterios para trabajar en las actividades en los navíos y especialmente en los que son usados con petróleo, considerando también el estatus de la “maquinaria diésel”, la efectividad y el grado de ventilación aplicado.

2.2.2. Prevención de la contaminación ambiental

2.2.2.1. Definición de contaminación ambiental

El termino contaminación se define como la presencia o introducción en el medio ambiente de una sustancia que tiene un efecto nocivo o venenoso. Existen muchos tipos de contaminantes, incluido la del aire, suelo, agua, radiactivo y térmico. (Diccionario de Oxford, 2019).

Por su lado, Goldberg (1995) la define como “la introducción de compuestos o energía que conduce a una concentración o nivel más alto que los naturales”.

En este sentido, Tan (2002) señala que “la contaminación puede originarse en la tierra o en el mar. Si proviene de la contaminación del suelo puede clasificarse como fuente puntual o contaminación no puntual”.

A lo que diremos que la contaminación de fuente puntual se refiere a la contaminación de una fuente única, identificable y localizada, como la descarga directa de aguas residuales y desechos industriales al océano.

La contaminación de fuentes no puntuales, por otro lado, se refiere a la contaminación de fuentes mal definidas y difusas, por ejemplo, la escorrentía agrícola y los escombros arrastrados por el viento. Gran parte de la contaminación terrestre termina en el océano a través de ríos que contaminan el medio marino.

El ambiente marino está sujeto a la contaminación que se presenta en muchas formas diferentes, como productos químicos tóxicos (p. Ej., Compuestos orgánicos, metales, productos farmacéuticos, gas), desechos sólidos (p. Ej., Plásticos), aumento de nutrientes (p. Ej., nitratos y fosfatos) e insumos de sedimentos, debido a actividades humanas (p. Ej., industria, agricultura, deforestación, descarga de aguas residuales, acuicultura), radiactividad, derrames de petróleo y redes de pesca descartadas. La contaminación marina cambia los

criterios físicos, químicos y biológicos de los océanos y las zonas costeras, y potencialmente amenaza a los organismos marinos, los ecosistemas y la biodiversidad y afecta así la calidad y la productividad de los ecosistemas marinos. (Goldberg, 1995).

En cuanto a la contaminación atmosférica, Moriana (2018) señala que se entiende por la polución de la atmósfera; equivale a decir:

> “La contaminación atmosférica puede tener mayor o menor extensión. Puede darse a nivel local en las proximidades del foco donde se ha producido, o puede darse a nivel global cuando afecta al equilibrio de todo el planeta a causa de las características del contaminante, es decir, que se extiende mucho más allá del foco donde se ha originado”.(p.18)

Por otro lado, el portal web Cumbre Pueblos (2017) sostiene que la contaminación atmosférica “se trata de una contaminación especial, basada en la alteración de los gases suspendidos en la atmósfera. Cada uno de los problemas que involucran a la atmósfera; van dejando secuelas no solo en el ambiente sino también en todos sus habitantes, seres humanos; flora y fauna igualmente”.

Cumbre Pueblos (2017), agrega que “las sustancias que inundan la capa de la atmósfera van incrementándose a partir de las fuentes contaminantes. En el aire respirable; la contaminación tiene intervención a partir de diferentes sustancias que modifican la capa natural y todos los componentes que están en ella”.

Ciertamente, se puede decir que “son muchas las causas que generan estos resultados en la capa atmosférica; dando lugar a que el aire no esté totalmente puro, como se requiere para la vida de todos los seres vivos. Al ser un problema de máxima gravedad; el aire contaminado va afectando la calidad de vida de todos los seres humanos y con ello; el equilibrio climático del planeta, creando distintos

eventos meteorológicos negativos que causan daños terrestres permanentes". (Bernaola, 2013)

2.2.2.2. Consecuencias de la contaminación ambiental

Este apartado trata del contaminar del medioambiente, en especial en los mares y en lo que respecta a la atmósfera en especial por el emitir de contaminantes por los navíos, son muchas las consecuencias que se derivan de los agentes contaminantes.

En este sentido, el ambiente marino está sujeto a la contaminación que se presenta en muchas formas diferentes, como productos químicos tóxicos (p. Ej., Compuestos orgánicos, metales, productos farmacéuticos, gas), desechos sólidos (p. Ej., Plásticos), aumento de nutrientes (p. Ej., Nitratos y fosfatos) e insumos de sedimentos, debido a actividades humanas (p. Ej., industria, agricultura, deforestación, descarga de aguas residuales, acuicultura), radiactividad, derrames de petróleo y redes de pesca descartadas. (Goldberg, 1995).

La contaminación marina cambia los criterios físicos, químicos y biológicos de los océanos y las zonas costeras, y potencialmente amenaza a los organismos marinos, los ecosistemas y la biodiversidad y afecta así la calidad y la productividad de los ecosistemas marinos. (Goldberg, 1995).

El efecto final de la contaminación en los recursos marinos depende de la forma, la intensidad y la ubicación de la contaminación, con algunos ambientes marinos, ecosistemas y especies que son más sensibles que otros a la contaminación. En este contexto, los recursos que causan daño o impacto negativo en el ecosistema marino se llaman contaminación.

Moriana (2018) señala que "las consecuencias de la contaminación atmosférica son variadas, siendo muchas de ellas conocidas. De nuevo, las consecuencias pueden

producirse a nivel local o global. La primera de ellas son las consecuencias relacionadas con los daños en la salud humana". A la definición de Moriana se agrega además una distinción de patologías identificables por esta clase de contaminar:

- "Enfermedades respiratorias como el asma, la bronquitis o el cáncer de pulmón. La contaminación atmosférica eleva el riesgo de una persona de padecer estas enfermedades, así como afecciones cardiovasculares.
- Enfermedades dermatológicas, tal vez menos conocidas, la contaminación atmosférica también afecta negativamente a la piel, favoreciendo su envejecimiento prematuro, deshidratación o formación de acné" (2018).

El contaminar de la atmosfera crea daños en la construcción y en sus materiales. Desde otro lado, en un nivel ambiental tiene otros muchos perjuicios:

- "Smog o boinas de contaminación en grandes ciudades. Esto se produce sobre todo en aquellas ciudades que no están expuestas a vientos frecuentes que puedan despejar su atmósfera de contaminación.
- Cambio climático a causa de los gases de efecto invernadero que se acumulan en la atmósfera.
- Disminución de la capa de ozono, que actúa como una capa protectora ante la radiación ultravioleta.
- Lluvia ácida, responsable de la destrucción a gran escala de bosques y suelos. Además, es responsable de la acidificación de algunos lagos y de la erosión de edificios, al atacar a algunos metales presentes en los materiales de los que están hechos" (Moriana, 2018).

El portal web Cumbre Pueblos señala que "una de las máximas fuentes contaminantes del aire, son los combustibles fósiles; tales como la energía que emanan los automóviles y los buques por su tipo combustible; el cual va emitiendo dióxido de carbono que va ascendiendo hasta la capa atmosférica. Cualquier tipo de autos, vehículos pesados y otros medios de transporte van presentando estos

detalles de contaminación siendo más o menos graves; de acuerdo con el tipo de combustible que usen”.

Continúa señalando el autor antes citado; que además de generar los efectos de invernadero, teniéndose que este efecto tiene como característica la inclusión de variadas formas de gas dentro de la capa atmosférica; pues se encuentra en colaboración en el retener del calor que emana en todo la Tierra.

Por consiguiente; “la temperatura de la tierra va manteniéndose mucho más cálida de lo que sería sin este efecto, rebotando sobre la superficie terrestre y quedando atrapado por largo tiempo. A la vez, este es el fenómeno que nos protege de las muy bajas temperaturas que existirían en otras situaciones; siendo mucho más difícil para vivir con confort térmico. Los principales gases que constan al efecto invernadero son el dióxido de carbono y el metano”. (Moriana, 2018)

De esta forma, diversos estudiosos de la ciencia y el tema designan que el “efecto invernadero” es el que causa totalmente el “calentamiento global” por el que el mundo padece en nuestros días.

De acuerdo al portal del Eldiario.es (2019) en su publicación titulada “El transporte marítimo contamina miles de veces más que el terrestre”, se tiene que “15 de los barcos más grandes del mundo emitían tanta contaminación atmosférica como 760 millones de automóviles. Es decir, tan sólo uno de esos grandes cargueros que navegan por nuestros mares puede emitir casi la misma cantidad de contaminantes tóxicos que 50 millones de coches”.

“Ello es debido a que los grandes barcos oceánicos utilizan para su propulsión combustibles fósiles muy sucios, mayoritariamente fuelóleo pesado. Éste es un producto que contiene altas cantidades de azufre, cenizas, metales pesados y otros residuos tóxicos. En su combustión, además de CO2, emiten elevados niveles de óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado

(PM), contaminantes altamente peligrosos para la salud humana. Cuando las personas respiran este aire contaminado, su salud se resiente, lo cual se traduce en la pérdida de productividad por aumento de las enfermedades (respiratorias, cardiovasculares, incluso cáncer) y hospitalizaciones además de muertes prematuras". (Moriana, 2018)

En este supuesto, si es que no se tienen prevenciones, el evolucionar que aumenta en estos días de los navíos marítimos de productos y tripulantes llevará irremediablemente a aumentar el emitir de contaminantes de este rubro, cuestión que socava el avance conseguido por el reducir del contaminar atmosférico en las fuentes terrestre.

2.2.2.3. Tipos de contaminación ambiental

El portal web Decología.info (2019) sostiene que "los tipos o clases de contaminación ambiental, en el cual la contaminación ambiental representa definitivamente una amenaza seria para todo el mundo en esta era de desarrollo e industrialización. Los niveles de contaminación en las ciudades desarrolladas están aumentando a un ritmo alarmante".

A esto, Decologia. Info (2019), también agrega que "la protección del medio ambiente es la necesidad del ahora, y los países de todo el mundo están trabajando en el desarrollo de tecnologías e imponiendo ciertas restricciones para reducir o controlar este grave problema. Ha habido muchas cumbres a nivel internacional entre ejecutivos y ministros de diferentes naciones, para discutir y planificar estrategias para la reducción de todo tipo de contaminación". Entre los principales tipos están los siguientes:

- "Contaminación del agua (ríos, lagos y mares).
- Contaminación del aire.
- Contaminación del suelo.
- Contaminación Sónica.
- Contaminación Atmosférica.

- Contaminación visual.
- Contaminación lumínica.
- Contaminación química.
- Contaminación Hídrica.
- Contaminación industrial.
- Contaminación antropogénica.
- Contaminación de la tierra.
- Contaminación radioactiva.
- Contaminación marina.
- Contaminación térmica”.

2.2.2.4. Dimensión fuentes de contaminación

En general, existen tres tipos principales de aportes de contaminación en el mar: descarga directa de aguas residuales en los océanos, escorrentía en las aguas debido a la lluvia y contaminantes que se liberan de la atmósfera.

La escorrentía de la agricultura, las viviendas urbanas, la construcción, etc., transporta el suelo y las partículas cargadas de carbono, nitrógeno, fósforo y otros minerales a los ríos y posteriormente al océano. Esta agua rica en nutrientes causa floraciones de algas en áreas costeras que tienen el potencial de crear condiciones hipóxicas al usar todo el oxígeno disponible. El polvo y los escombros arrastrados por el viento, incluidas las bolsas de plástico, son arrastrados hacia el mar desde los vertederos y otras áreas que contaminan los océanos. (Hulsey y Ludivina, 2012).

Según la (GESAMP, 2007), hay muchas formas de contaminar las vías fluviales y los océanos por los barcos, como basura, aguas residuales, especies invasoras, ruido y derrames de petróleo. En muchos casos, los buques descargan intencionalmente desechos ilegales, por ejemplo, basura y aguas residuales, que tienen un impacto negativo en el medio marino, en particular los materiales plásticos que permanecen muchos años en el océano sin la desintegración y afectarán a las cadenas alimentarias de los organismos marinos.

El agua de los tanques de lastre puede propagar algas peligrosas y otras especies invasoras que pueden tomar el control una vez ocupadas las áreas, facilitar la propagación de nuevas enfermedades, introducir nuevo material genético, alterar los paisajes marinos submarinos y poner en peligro la capacidad de las especies nativas para obtener alimentos.

Los barcos también crean contaminación acústica que perturba la vida silvestre natural, sus hábitats y patrones de comportamiento. Además, los derrames de petróleo de los barcos pueden tener efectos devastadores. Si bien son tóxicos para la vida marina, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), los componentes del petróleo crudo, son muy difíciles de limpiar en diferentes condiciones geográficas, y los efectos duran años en el sedimento y el medio marino (Hulsey y Ludivina, 2012).

Un derrame de petróleo es una liberación de un hidrocarburo de petróleo líquido del ambiente debido a los daños que causa el hombre; el término a menudo se refiere a los derrames de petróleo marino (ITOPF, 2011). Los derrames de petróleo incluyen emisiones de petróleo crudo de buques cisterna, directamente de accidentes e indirectos de operaciones de buques, plataformas en alta mar, plataformas de perforación y pozos, así como derrames de productos de petróleo refinado, como gasolina, diésel y sus derivados y combustibles más pesados, como combustible de búnker utilizado por grandes barcos, o el derrame de cualquier sustancia blanca aceitosa o aceite residual (Hulsey y Ludivina, 2012).

En un caso particular, “las ciudades costeras del mar Mediterráneo, donde viven alrededor de 325 millones de personas, el tráfico marítimo representa hasta un 40% de la contaminación atmosférica. Se calcula que un 30% de todo el tráfico marítimo internacional se dirige a puertos del Mediterráneo o pasa por sus aguas con destino a otros lugares. Dado que este mar representa sólo el 0,8% de la superficie oceánica mundial, es obvio que la densidad de este tráfico en el

Mediterráneo es extremadamente alta (especialmente en su parte más occidental). Actualmente, se estima que en cualquier momento hay aproximadamente 2.000 barcos mercantes de más de 100 toneladas en el Mediterráneo. Un total de 200.000 barcos lo cruzan anualmente. Por si fuera poco, se prevé un aumento de cerca del 250% del tránsito de barcos en este mar desde ahora hasta el año 2050". (Eldiario.es, 2019)

La OMI (2019) señala en un "informe sobre la factibilidad y potenciales beneficios socio-económicos del establecimiento de una ECA en el Mediterráneo" que, "en comparación con la situación actual, la implantación de una regulación más estricta sobre las emisiones de contaminantes atmosféricos que se establecería en la ECA del Mediterráneo permitiría reducir los niveles de dióxido de azufre (SO2) en un 77%, los de dióxido de nitrógeno (NO2) hasta un 76% y los de materia particulada hasta un 20%, logrando así que cada año se evitaran cerca de 6.000 muertes prematuras".

2.2.2.5. Dimensión reducción de emisiones contaminantes

Según el portal web Eldiario.es (2019), hoy en día afortunadamente, existen "muchas opciones disponibles de índole tecnológica y operativa (cambios de combustible, mejoras tecnológicas en los motores, reducción de velocidad, etc.) que se pueden aplicar para reducir sustancialmente la liberación de contaminantes atmosféricos por los navíos, pero la experiencia nos demuestra que la única manera eficaz de que estas medidas se implementen realmente es mediante la aprobación y estricta aplicación de normas legales al respecto".

Como se demuestra en numerosas publicaciones, "hay suficientes soluciones tecnológicamente maduras que permitirían que éstos navegasen sin contaminar. La conexión de éstos a la red eléctrica en los puertos en los que atraquen puede ayudar a reducir las emisiones in situ; las baterías son una solución para navegar distancias cortas mientras que la tecnología del hidrógeno puede dar

energía para mover incluso los cruceros más grandes. Sin embargo, al parecer, el sector de los buques no está dispuesto a hacer el cambio voluntariamente, por lo que es necesario que los gobiernos intervengan e impongan normas de cero emisiones de obligado cumplimiento".

En este caso, de acuerdo a Moriana (2018), "la introducción de la legislación para la filtración de partículas y el establecimiento de límites de materia partículada carcinógena (MP) en el transporte marítimo representa el próximo objetivo lógico para la mejora de la calidad del aire en todo el mundo, especialmente en las regiones costeras y las ciudades portuarias".

La metodología con más eficiencia para limpiar el gas que se emite desde los transportes marítimos es mezclar los filtros de "MP" con químicos de combustión bajo en azufre, una medida que ha estado durante mucho tiempo en vigor en las carreteras. "Otras opciones incluyen la conversión de los motores de los buques para funcionar con gas o la adaptación de sistemas de depuración de gases de escape conocidas como lavadores. En muchas de las aguas costeras de Europa tienen límites en las áreas de control de emisiones". (Moriana, 2018)

A pesar de esto, estas limitaciones no son aplicables en estas limitaciones en estricto, y las formas que hay para la reducción de las emisiones de partículas que contaminan y continúan siendo muy caras para la mayor parte de las operaciones de navíos.

Las nuevas regulaciones sobre emisiones de gases de los navíos tienen vigencia desde el primer día del 2020 con la cual obligarán a la industria marítima a invertir en depuradores, y lo mismo para la industria portuaria, que deberán verificar el emitir que procede de las diferentes fuentes existentes, incluyéndose el manipular del cargado, vehículos y los navíos de cabotaje.

La Organización Marítima Internacional (OMI, 2019) publicó unas guías gratuitas para explicar las nuevas regulaciones Esta organización ideó unos instrumentos y medidas agrupados en un instructivo que “ayudarán a los países que buscan elaborar y fortalecer políticas nacionales y marcos regulatorios relacionados con la prevención de la contaminación atmosférica y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los buques, que contienen orientación práctica sobre la evaluación de emisiones de manera que pueda elaborarse una estrategia nacional para reducirlas dentro del sector marítimo; así también proporcionan información sobre técnicas de evaluación y sobre cómo desarrollar una estrategia nacional, y como enlazar con otro tipo de informaciones prácticas”.

Los puertos marinos y los vehículos de este rubro evidentemente mantienen una fuerte relación, son inevitablemente unidos, por lo que el esfuerzo para aminorar el emitir de contaminación marítima debe ir más lejos que la concepción de navíos que se encuentren en el mar.

Eldiario.es (2019) señala que “uno de sus objetivos principales es limitar los principales contaminantes atmosféricos contenidos en los gases de escape de los buques, incluidos los SOx y los NOx. En octubre de 2008, se introdujeron en el Anexo VI importantes cambios: por un lado, la obligatoriedad de una reducción progresiva a nivel mundial de emisiones de SOx, NOx y partículas y, por otro, la posibilidad de crear Áreas de Control de Emisiones (ECA, en sus siglas en inglés) para reducir aún más las emisiones de esos contaminantes en áreas marinas especialmente designadas. El 1 de enero de 2015 entró en vigor el requisito del Anexo VI que limita al 0,1% (1.000 ppm) el contenido máximo de azufre de los combustibles marinos en las Áreas de Control de Emisiones de azufre (SECA). Los niveles de NOx se reducen muy poco en la regulación genérica de la OMI, de modo que solo hay una reducción apreciable dentro de las Áreas de Control de Emisiones de nitrógeno (NECA)”.

El crear de zonas que controlen el emitir de contaminación es realmente una de las formas con mayor efectividad para aminorar estas, siendo que proceden del rubro marítimo y limita realmente los caracteres no positivos a la salubridad del público y el ambiente en general.

Todo esto según lo reportado en el Eldiario.es (2019), donde la “demostración palpable más cercana está en el Norte de Europa donde, tras la creación de una ECA en el Mar Báltico, el Mar del Norte y el Canal de la Mancha (es SECA desde 2015 y desde 2021 será también NECA), la calidad del aire ha mejorado un 80% desde el año 2015 y los beneficios socioeconómicos asociados se valoran en muchos miles de millones de euros”.

Esta idea crea un ambiente de aliento para el adoptar de medidas tecnológicas de pocas emisiones de contaminantes y el transferir de conocimiento precisado en la Unión Europea, en mejora de su tecnología, y en fomento de crear puestos para laburar dentro del tratado sector.

2.2.2.6. Dimensión normativa

La OMI (2016) señala en su publicación “El papel de la Organización Marítima Internacional en la prevención de la contaminación de los océanos del mundo por los buques y el transporte marítimo” p.14)

De otra parte se sostiene que “los océanos son esenciales para el transporte marítimo: facilitan el 80% del comercio mundial, llevan a sus destinos a los pasajeros que viajan en transbordador y transportan a millones de turistas en cruceros. Todos los años, más de 50.000 buques de navegación marítima transportan en total más de 10.000 millones de toneladas de cargamentos vitales y necesarios, como productos básicos, combustible, materias primas y bienes de consumo” (OMI, 2016).

La ONU se muestra como la entidad en cargo de realizar y desarrollar prevenciones y mojaras en tanto a la seguridad del transporte marino internacional y en contra del contaminar de navíos. La OMI tiene un rol importante en la labora de las “metas establecidas en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 de las Naciones Unidas (ODS 14): conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible”.

El aumentar del volumen y cantidad de navíos, y cantidad de carga a transportarse en los pasados cinco años se han desarrollado de manera paralela al rol de la OMI y sus “172”. Son estados “miembros, que establecieron un marco jurídico y técnico que ha permitido que el transporte marítimo haya resultado progresivamente más limpio y seguro. Es evidente, sin embargo, que queda mucho por hacer. La OMI seguirá trabajando, en colaboración con sus Estados miembros y otras organizaciones, para aplicar y ayudar a cumplir sus reglamentos”.

La Organización Marítima Internacional (OMI, 2016), se define a sí misma como;

> “La autoridad mundial encargada de establecer normas para la seguridad, la protección y el comportamiento ambiental que ha de observarse en el transporte marítimo internacional. Su función principal es establecer un marco normativo para el sector del transporte marítimo que sea justo y eficaz y que se adopte y aplique en el plano internacional”. (p.16)

Otra forma de decirlo sería que el propósito que se tiene es hacer un marco para la igualdad de herramientas para que los que armen los navíos puedan tener opciones variadas para resolver problemas de finanzas, que no comprendan solamente el aplicar recortes de presupuesto que impliquen a la seguridad, el proteger y el comportar del ambiente. Desde otro lado, este enfocar hace una promoción del innovar y eficacia.

De este mismo modo, las metas cumplidas más relevantes han sido el crear de un cuerpo solidificado de Convenios entre países, recomendares y distintos tipos de código que al ser desarrolladas en el centro de la comunidad marítima pueden ser simplemente aceptadas por esta. Agregándose que a través de su modelo de "cooperación técnica", el organizar ayuda a los estados para la implementación única y efectiva de tratados suscritos. A pesar de esto, sobre lo recién comentado, se comprende que se precisa una acentuación, y en esa zona la "OMI" va a insistir en su futuro proceder y esfuerzo en la promoción entre estados que formen parte para que se dé una ampliación del aceptar y ratificar de los tratados, con el cuidado de que no se origine nuevas herramientas por los problemas que se den en los estados en su comprender, cuestiones de proceso para su aceptar y aplicar efectivo de estos. La "OMI" es la institución especializada y única de la ONU, que está integrada por 170 estados miembros y 3 asociados.

La "OMI" es una institución internacional de la que se tiene que su trabajo es atendido por "comités especiales" y "subcomités".

- "El Comité de Seguridad Marítima (MSC), es uno de los principales órganos de la OMI, este comité se ocupa de todo tipo de cuestiones relativas a la seguridad de la navegación, tanto de asuntos relacionados con la protección marítima, la piratería y de los robos a mano armada perpetrados contra los buques.
- El Comité de Protección del Medio Marino (MEPC), es el encargado de coordinar las actividades de la organización, encaminadas a la prevención y contención de la contaminación del medio ambiente por buques.
- Existen subcomités cuyos nombres generalmente indican los temas de los que se ocupan, como son: el Subcomité de Navegación, Comunicaciones y Búsqueda y Salvamento (NCSR); el Subcomité del Factor Humano, Formación y Guardia (HTW); el Subcomité de Transporte de Cargas y Contenedores (CCC); el Subcomité de Sistemas y Equipo del Buque (SSE);

el Subcomité de Proyecto y Construcción del Buque (SDC); el Subcomité de Implantación de los Instrumentos de la OMI (III) y, el Subcomité de Prevención y Lucha Contra la Contaminación (PPR)".

Entre los principales organismos están los siguientes:

- **Convenio MARPOL 73/78.** Conforme a la OMI (2016), "la Convención MARPOL" fue adoptada el 2 de noviembre de 1973 como otra Convención altamente relevante de la OMI y cubrió el contaminar por parte de fuentes clave de fuel oil, productos químicos y además compuestos tóxicos en modo de paquete, aguas residuales y basura. El "protocolo de 1978" vinculado al "Convenio internacional para la prevención de la contaminación marina de los buques de 1973" se adoptó en una convención sobre protección de los navíos de tipo "tanque" y prevención del contaminar en 1978. El propósito relevante de este Convenio es que haya una prevención y se minimice el contaminar marino de los navíos, contaminación no pensada y operaciones diarias. Esta convención ambiental marina consta de seis anexos implementados para controlar y eliminar la contaminación marina:

    - **"Anexo I:** Reglamento para la prevención de la contaminación por hidrocarburos a partir de medidas operativas, así como de descargas accidentales". ○ **"Anexo II / IBC:** Regulaciones para el control de la contaminación por

      Sustancias Líquidas Nocivas a granel, en general llamadas "Químicas". ○ **"Anexo III / IMDG:** Reglamento para la prevención de la contaminación por sustancias nocivas transportadas en el mar en forma de paquete, en general llamados "contaminantes marinos", en mayo de 2002, la OMI adoptó el Código IMDG-*The International Maritime Dangerous Goods* en forma obligatoria".

- **“Anexo IV:** Reglamento para la prevención de la contaminación por aguas residuales de buques”.
- **“Anexo V:** Reglamento para la prevención de la contaminación por basura de los buques”.
- **“Anexo VI:** Reglamento para la prevención de la contaminación del aire de los buques. El Anexo VI, en el cual se platea la eficiencia energética (EE), se establecen límites a las emisiones de sustancias nocivas (SOx, NOx), producidas por los escapes de los buques, y se prohíben también las emisiones deliberadas de sustancias que perjudican la capa de ozono. Además, el Anexo VI se incluye medidas obligatorias de eficiencia energética (EE), técnica y operativa destinadas a reducir las emisiones de GHG de los buques. Además, en este apartado está el Código Técnico relativo al NOx”.

El “Plan de Gestión de Eficiencia Energética del Buque (SEEMP)” está representado de acuerdo al “Reglamento 22 del Anexo VI de MARPOL”, misma que entró en vigencia el 1 de enero del 2013, es necesario, que navíos mayores a 400 GT que tengan operaciones a un nivel internacional tengan a disponibilidad un SEEMP a bordo. El SEEMP precisa desarrollarse considerando las guías pertinentes de la OMI. Los navíos que existen recepciona un “certificado IEE”, verificándose el existir de SEEMP dentro.

- **Norma de Formación, Certificación y Vigilancia “(STCW - *Standard of Training, Certification and Watchkeeping*)”.** El “Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Certificación y Guardia para la Gente de Mar, enmendada en Manila 2010 (STCW)” que plantea normativas mínimas sobre el formar, la titulación, y la seguridad para los de trabajo marítimo. La clave para mantener la seguridad de la navegación y la limpieza de nuestros océanos, es que la gente de mar de todo el mundo satisfaga altas normas de competencia y profesionalidad en las funciones que desempeña a bordo. El Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia,

para la Gente de Mar de 1978, enmendado en 1995 y nuevamente en 2010, establece dichas normas, regula la expedición de los títulos y controla las organizaciones de las guardias. Sus disposiciones no solo se aplican a la gente de mar, sino también a los armadores de buques, los centros de formación y las administraciones marítimas nacionales. (OMI, 2016)

- **Convenio SOLAS** Según la OMI (2016), señala que el Convenio SOLAS en sus versiones sucesivas está considerado como el más importante de todos los tratados internacionales relativos a la seguridad de los buques mercantes. La primera versión fue adoptada en 1914, en respuesta a la catástrofe del Titanic. El objetivo principal del Convenio SOLAS es establecer normas mínimas relativas a la construcción, el equipo y la utilización de los buques, compatibles con su seguridad. Los Estados de abanderamiento son responsables de asegurar que los buques que enarbolen su pabellón cumplan disposiciones del Convenio, el cual prescribe la expedición de una serie de certificados como prueba de que se ha hecho así. En otras palabras, es la base de todos los convenios y es conocido y considerado uno de los convenios más importantes para la seguridad del transporte marítimo.

Entre los numerosos códigos y recomendaciones adoptados a lo largo de los años se incluyen:

- El Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG), adoptado en 1965, el cual adquirió carácter obligatorio en virtud de las enmiendas al Convenio SOLAS adoptadas en 2002;
- El Código de Prácticas de Seguridad relativas a las cargas sólidas a granel (Código de Cargas a Granel, 1965); el Código Marítimo Internacional de Cargas Sólidas a Granel (Código IMSBC, 2008), obligatorio en virtud de las enmiendas al Convenio SOLAS adoptadas en 2008;
- El Código Internacional de Señales (Código CIS) asumidas por la Organización en 1965;

- El Código para la Construcción y el Equipo de Buques que Transporten Productos Químicos Peligrosos a Granel (Código CGRQ, 1971);
- El Código de Prácticas de Seguridad para Buques que Transporten Cubertadas de Madera (1973);
- El Código de Seguridad para Pescadores y Buques Pesqueros (1974);
- El Código para la Construcción y el Equipo de Buques que Transporten Gases Licuados a Granel (1975);
- El Código de Seguridad para Naves de Sustentación Dinámica (1977);
- El Código para la Construcción y el Equipo de Unidades Móviles de Perforación Mar Adentro, (Código MODU, 1979);
- El Código sobre Niveles de Ruido a Bordo de los Buques (1981);
- El Código de Seguridad para Buques Mercantes Nucleares (1981);
- El Código de Seguridad Aplicable a los Buques para Fines Especiales (1983);
- El Código Internacional para la Construcción y el Equipo de Buques que Transporten Gases Licuados a Granel (Código CIG, 1983), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS;
- El Código Internacional para la Construcción y el Equipo de Buques que Transporten Productos Químicos Peligrosos a Granel (Código CIQ, 1983), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS y del Convenio MARPOL;
- El Código de Seguridad para Sistemas de Buceo (1983);
- El Código Internacional para el Transporte sin Riesgos de Grano a Granel (Código Internacional para el Transporte de Grano, 1991), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS;
- El Código Internacional de Gestión de la Seguridad (Código IGS, 1993), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS;
- El Código Internacional de Seguridad Para Naves de Gran Velocidad (Código NGV, 1994 y 2000), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS;
- El Código Internacional de Dispositivos de Salvamento (Código IDS, 1996), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS;
- El Código Internacional para la Aplicación de Procedimientos de Ensayo de Exposición al Fuego (Código PEF, 1996), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS; y

- El Código Técnico Relativo al Control de las Emisiones de Óxidos de Nitrógeno de los Motores Diésel Marinos (Código Técnico sobre los NOX, 1997), obligatorio en virtud del Convenio MARPOL.

2.3. Definiciones conceptuales

Certificado EIAPP. El certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica para motores en relación con las emisiones de NOx.

Certificado IAPP: el certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica.

Conocimiento. Es proceso mental, cultural e incluso emocional, a través del cual se refleja y reproduce la realidad en el pensamiento, a partir de diversos tipos de experiencias, razonamientos y aprendizajes.

Contaminación ambiental. Es la introducción de agentes en el entorno natural que causan cambios adversos. La contaminación puede tomar la forma de sustancias químicas o energía, como ruido, calor o luz. Los contaminantes, los componentes de la contaminación, pueden ser sustancias / energías extrañas o contaminantes naturales. A menudo se clasifica como fuente puntual o contaminación de fuentes no puntuales.

Convenio SOLAS. El Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar o SOLAS (acrónimo de la denominación inglesa del convenio: "Safety of Life at Sea") es el más importante de todos los tratados internacionales sobre la seguridad de los buques.

Expediente Técnico. Registro en el que figuran todos los por-menores de los parámetros, incluidos los elementos y reglajes del motor, que pueden incidir en las emisiones de NOx del motor.

ISO. Es la Organización Internacional para la Estandarización, que regula una serie de normas para fabricación, comercio y comunicación, en todas las ramas industriales.

Marine environment protection committee (MEPC). El Comité de protección del medio marino (MEPC) aborda cuestiones ambientales dentro del ámbito de competencias de la OMI, especialmente aquellas recogidas dentro del Convenio MARPOL.

MARPOL 73/78. El Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, es el principal convenio internacional que versa sobre la prevención de la contaminación del medio marino por los buques a causa de factores de funcionamiento o accidentales.

Motor diésel. Todo motor alternativo de combustión interna que funcione con combustible líquido o mixto, incluidos los sistemas de sobrealimentación o mixtos, en caso de que se empleen.

Motor diésel marino. Todo motor alternativo de combustión interna que funcione con combustible líquido o mixto, y al que se aplique la regla 13, incluidos los sistemas de sobrealimentación o mixtos, en caso de que se empleen.

Organización Marítima Internacional (OMI, en inglés IMO). Es un organismo especializado de las Naciones Unidas que promueve la cooperación entre Estados y la industria de transporte para mejorar la seguridad marítima y para prevenir la contaminación marina.

Óxidos de nitrógeno (NOx). Los óxidos de nitrógeno NOx son unos compuestos inorgánicos gaseosos formados por la combinación de oxígeno y nitrógeno. Normalmente su origen lo encontramos en diferentes procesos de combustión, que se dan a elevadas temperaturas. El monóxido de nitrógeno y el dióxido de nitrógeno son los dos óxidos de nitrógeno más peligrosos, ya que pueden resultar muy dañinos toxicológicamente. El dióxido de nitrógeno tiene además un olor desagradable y muy fuerte.

Reglaje. El ajuste de una característica regulable que influye en el nivel de emisiones de NOx de un motor.

Zona de control de emisiones. Es representada por cualquier zona marítima, incluida toda zona portuaria, designada por la Organización de conformidad con los criterios y procedimientos indicados.

CAPÍTULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Formulación de la hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

H_G: Existe relación entre el conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau.

3.1.2. Hipótesis específicas

Hipótesis especifica 1

H_{E1}: Existe relación entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.

Hipótesis especifica 2

H_{E2}: Existe relación entre los conocimientos específicos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.

3.2. Variables y dimensiones

Variable 1: Conocimiento del Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos.

Definición conceptual. En el Anexo VI del Convenio MARPOL, adoptado en 1997, se restringen los principales contaminantes atmosféricos contenidos en los gases de escape de los buques, en particular los óxidos de azufre (SOx) y los óxidos de nitrógeno (NOx), y se prohíben las emisiones deliberadas de sustancias que agotan la capa de ozono. En dicho Anexo también se regula la incineración a bordo, así como las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) procedentes de los buques tanque. (OMI, 2019)

Definición operacional. El Código Técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos (Código Técnico sobre los NOx), se encuentra en el Anexo VI del Convenio MARPOL, el cual se refiere a un conjunto de normas para los motores marinos para limitar, y en dado caso reducir las emisiones contaminantes del medio ambiente.

Dimensiones

Conocimientos generales de la norma de control de emisiones.

Conocimientos motores diésel marinos

Variable 2. Prevención de la contaminación ambiental.

Definición conceptual. Es la introducción de agentes en el entorno natural que causan cambios adversos. La contaminación puede tomar la forma de

sustancias químicas o energía, como ruido, calor o luz. Los contaminantes, los componentes de la contaminación, pueden ser sustancias / energías extrañas o contaminantes naturales. A menudo se clasifica como fuente puntual o contaminación de fuentes no puntuales. (Decología.info, 2019).

Definición operacional. Es reducción de la contaminación ambiental, la cual es definida en sí representa la disminución de la liberación de desechos químicos y emisiones que causan efectos perjudiciales sobre el medio ambiente. Se divide en contaminación del suministro de agua, la atmósfera y el suelo. Existen varios tipos diferentes de contaminantes, incluidos los compuestos tóxicos inorgánicos y orgánicos, altas concentraciones de compuestos normalmente inocuos, y el calor y el ruido. Si bien la industria química produce mucha contaminación, las fuentes domésticas incluyen desechos humanos, gases de escape y/o emisiones de contaminantes por automóviles, buques, industrias, maquinarias pesadas, entre otros.

Dimensiones

Fuentes de contaminación.

Reducción de emisiones contaminantes.

Normativas.

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Diseño de la investigación

Método

Esta investigación es analítica, hipotética y deductiva.

Según Véliz y Jorna, (2014) nos dice que es analítica;

> Porque se ha utilizado el método analítico para descomponer el todo en las partes, conocer las raíces y, partiendo de este análisis, realizar la síntesis para reconstruir y explicar. Aquí la reconstrucción y explicación implican elaboración de conocimientos, lo cual es un llamado a que, aunque lo más común en su empleo es para la búsqueda de información, en ocasiones se le utiliza para la elaboración de conocimientos. (p.16)

Es deductiva, porque va de lo más general a lo particular; es decir, se realizan deducciones lógicas que originan nuevas regularidades, principios y leyes de menor grado de generalidad que las de partida. De esta forma, se reestructura o reajusta el sistema teórico, conceptual o metodológico de la propuesta de solución al problema científico. (Rodríguez, y Pérez, 2017).

Rodríguez, y Pérez, (2017) es hipotético;

> Porque las hipótesis son puntos de partida para nuevas deducciones; es decir, son parte de una hipótesis inferida de principios o leyes o sugerida por los datos empíricos, y aplicando las reglas de la deducción, se arriba a predicciones que se someten a verificación empírica, y si hay correspondencia con los hechos, se comprueba la veracidad o no de la hipótesis de partida. Incluso, cuando de la hipótesis se arriba a predicciones empíricas contradictorias, las conclusiones que se derivan son muy importantes, pues ello demuestra la inconsistencia lógica de la hipótesis de partida y se hace necesario reformularla. (p.23)

Tipo de investigación

El presente trabajo se clasificó como de tipo de investigación aplicada.

El tipo de investigación es aplicada, “tiene por objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014 p.326)

Permite el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico. Conocida también como teórica, pura o fundamental.

Palella y Martins (2010) define la investigación no experimental en:

> El diseño no experimental es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego

analizarlos. Por lo tanto en este diseño no se construye una situación especifica si no que se observa las que existen. (p.87).

Enfoque de la investigación

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo por cuanto vamos a medir los resultados obtenidos al aplicar nuestros instrumentos de investigación.

Hernández et al. (2006) sostiene que: “El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p.15).

Además, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) al realizar un estudio cuantitativo, se entienden por aludido al lugar estadístico, donde se fundamenta dicho enfoque es en analizar una perspectiva objetiva mediante una serie de mediciones numéricas y análisis basados en los análisis estadísticos para comprobar predicciones o patrones de comportamiento del fenómeno o problema planteado.

Diseño de la investigación

El diseño que se empleara es el Correlacional, de corte transversal o transeccional, con el objetivo de determinar el grado de correlación que existe entre dos variables de interés en una misma muestra de sujetos. Será transeccional porque se aplicarán los instrumentos de investigación a la muestra de estudio en un determinado momento. Además, para los tipos de diseños de investigación transeccional o transversal, Hernández et al. (2014) señalan que los datos deben recolectarse en un solo momento específico, en un tiempo único. Se realizará un diagrama del diseño de investigación que explique:

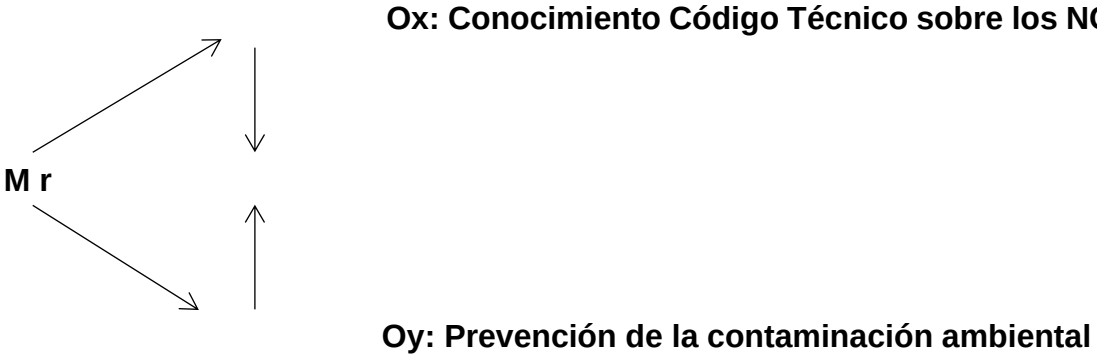


Figura 2. Tipo de investigación correlacional.

Donde:

M: Muestra de la investigación
Y: Observación de la variable: Conocimiento Código Técnico sobre los NOx.
X: Observación de la variable: Prevención de la contaminación ambiental.
r: Grado de correlación estadística entre las variables.

4.2. Población y muestra

Población

Hernández, Fernández y Batista (2010) señalan que la "Población es un conjunto definido, limitado y accesible del universo que forma el referente para la elección de la muestra. Es el grupo al que se intenta generalizar los resultados" (p.326).

La población objeto de presente estudio estuvo constituido por todos los oficiales egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante Miguel Grau en el 2018.

Muestra

Según Carrasco (2009), la muestra se define como; un fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población (p. 237).

Además, en las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador. (Hernández et al., 2014)

Partiendo de la opinión del autor antes mencionado, la muestra es de tipo no probabilística porque la elección de los elementos depende de los propósitos de la investigación.

En lo que respecta al estudio se ha considerado 24 oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina Mercante Miguel Grau en el 2018, que se encuentran en tierra, para poderles aplicar los instrumentos respectivos uno para cada variable.

4.3. Operacionalización de variables

A continuación, se detalla la Operacionalización de las variables con sus factores determinantes.

Tabla 4. Operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
Conocimiento del Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos	En el Anexo VI del Convenio MARPOL, adoptado en 1997, se restringen los principales contaminantes atmosféricos contenidos en los gases de escape de los buques, en particular los óxidos de azufre (SOx) y los óxidos de nitrógeno (NOx), y se prohíben las emisiones deliberadas de sustancias que agotan la capa de ozono. En dicho Anexo también se regula la incineración a bordo, así como las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) procedentes de los buques tanque. (OMI, 2019).	Conocimientos generales de la norma de control de emisiones.	-Conocimientos previos -Monitoreo -Autoevaluación y Mejora. -Conocimientos sobre motores diésel marino
		Conocimientos específicos de los motores diésel marinos.	-Funcionamiento de los motores diésel marinos - Conocimientos Previos -Recopilación de datos -Medición directa de emisiones de NOx
Prevención de la contaminación ambiental	Es la introducción de agentes en el entorno natural que causan cambios adversos. La contaminación puede tomar la forma de sustancias químicas o energía, como ruido, calor o luz. Los contaminantes, los componentes de la contaminación, pueden ser sustancias / energías extrañas o contaminantes naturales. A menudo se clasifica como fuente puntual o contaminación de fuentes no puntuales. (Decología.info, 2019).	Fuentes de contaminación.	- Principales fuentes de emisiones contaminantes.
		Reducción de emisiones contaminantes.	-Medidas para la prevención de la contaminación.
		Normativas	-OMI -MARPOL -ANEXO VI MARPOL -SOLAS

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Técnicas para la recolección de datos

4.4.1. Técnicas

Para la continuación de la presente investigación, la cual corresponde mediante la aplicación de dos instrumentos, uno para cada variable, mediante el cual se pretende describir cada una de las mismas y sus respectivas dimensiones.

En este sentido, la técnica que se usó para el desarrollo de esta investigación ha sido la encuesta, la cual sirvió para recolectar información, en la que se pretende describir cada variable en un momento dado.

De acuerdo a Alvira (2011), una determinada encuesta es el principio para la vinculación de intereses de acuerdo a requerimientos, o en dado caso de necesidades que sirvan para la recolección de data con información obtenida de una manera directa del individuo entrevistado, siguiendo un proceso planificado y de una manera metodológica.

4.4.2. Instrumento

Los instrumentos para evaluar las variables en estudio, nivel de conocimiento del Código Técnico sobre los NOx y la prevención de la contaminación ambiental, fueron elaborados en base a la teoría anteriormente descrita.
El primer instrumento tiene 16 preguntas (8) por cada dimensión, con respuestas múltiples y el segundo Instrumento tiene 15 preguntas (5) por cada dimensión de tipo politómica.

Una vez validados los instrumentos por los expertos, se procedió a realizar una prueba piloto para certificar la confiabilidad de los instrumentos, en el cual cada consta de un conjunto de ítems relacionados a las dimensiones de cada variable.

Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente (Hernández et al., 2014).

4.4.2.1. Validez

La validez del instrumento se determinó recurriendo al juicio de expertos, quienes revisaron y verificaron el instrumento de acuerdo a su coherencia con los objetivos de la investigación, las variables e indicadores definidos, los expertos están en capacidad de certificar si el instrumento es válido debido que son especialistas en ese tema marítimo además sugirieron ajustes que aporten mayor claridad en la formulación de los mismos, con lo cual se elaboraron las versiones definitivas. La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir. (Hernández et al., 2014)

Es importante mencionar, que el juicio de experto establece una técnica para ayudar a validar el instrumento; debido a que se somete a la experticia de expertos en el área objeto a estudio, médicos, psiquiatras, metodólogos en investigación entre otros especialistas que requieran de su opinión. Los cuales describen su opinión en base al instrumento en su contenido y forma, planteando consejos y observaciones en pro de mejorarlos. (Ramírez, 2007)

Es importante resaltar, que antes de ser aplicado el instrumento, debe cumplir con un conjunto de requisitos para su validación.

Tabla 5. Validez según juicio de expertos.

Especialista	Pertinencia	Precisión	Claridad
Castro Rivero W.	100%	100%	100%
Avila Elera W.	100%	100%	100%
Soldevilla Guerra Z.	100%	100%	100%
Medina Tejada R.	100%	100%	100%
Begazo Bedoya J.	100%	100%	100%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.2. Confiabilidad

De acuerdo a Rusque (2003), la fiabilidad la define de la siguiente manera:

> La fiabilidad designa la capacidad de obtener los mismos resultados de diferentes situaciones. La fiabilidad no se refiere directamente a los datos, sino a las técnicas de instrumentos de medida y observación, es decir, al grado en que las respuestas son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación. (p.134)

Se empleó la fórmula del Alfa de Cronbach para establecer la confiabilidad de los instrumentos. Es importante mencionar, que se usó esta prueba por presentar ambos instrumentos una escala de Likert, la cual es politómica, en el cual se determinó el coeficiente mediante el siguiente procedimiento:

- Primero se determinó una muestra piloto de 10 oficiales de la empresa naviera.
- Se aplicó el instrumento para determinar la confiabilidad.

- Se procedió a estimar la confiabilidad por la consistencia interna de Cronbach, mediante el software SPSS versión 24.
- Según la bibliografía, se compara el resultado de la confiabilidad con los siguientes criterios, tal como se expresa en la Tabla 6.

Tabla 6. Valores de los niveles de confiabilidad.

Valores	Nivel de confiabilidad
-1 a 0	No es confiable
0.01 a 0.49	Baja confiabilidad
0.5 a 0.75	Moderada confiabilidad
0.76 a 0.89	Fuerte confiabilidad
0.9 a 1	Alta confiabilidad

Fuente: Hernández et al. (2014, p.438).

La Tabla 7 muestra el resultado del coeficiente de confiabilidad de Alfa de Cronbach calculado mediante la aplicación estadística SPSS versión 24.

Tabla 7. Estadística de fiabilidad por el Alfa de Cronbach.

Variable	Alfa Cronbach	N Elementos	No. Evaluados
Código Técnico sobre los NOx	0.882	16	10
Prevención de la contaminación ambiental	0.878	15	10

Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar, que estos resultados obtenidos luego de aplicar la prueba piloto a los instrumentos utilizados en el presente estudio; los valores arrojados indicaron unos coeficientes de 0.882 para la variable Código Técnico sobre los NOx,

y de 0.878 para la variable prevención de la contaminación ambiental. Por consiguiente, se puede inferir que ambos instrumentos presentaron una “Fuerte Confiabilidad”.

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos

Para el análisis de datos, se ha tomado como referencia el valor obtenido por el método de razón de verosimilitud, el cual consta de las siguientes fases:

a) **Fase o etapa de gabinete**: Se inició con la recopilación de la información diversa, sobre las variables de estudio y otros que serán comprobados en el terreno, de igual forma se confeccionarán la encuesta y se realizarán el análisis e interpretación de datos.

b) **Fase de campo**: Se realizó la recolección de datos.

c) **Fase Práctica**: Es la última etapa en donde se analizaron e interpretaron los datos acumulados tanto bibliográficos como de campo, en esta fase se desarrollará el análisis de datos a partir del SSPS 24, elaborándose luego el informe final.

La información recolectada se procederá a tabularse de forma organizada pregunta por pregunta, declarando cada variable según sus características y de manera sistemática en Base de Datos, seguidamente se realizará el cálculo de indicadores estadísticos, permitiendo interpretar la correlación entre las variables de estudio.

Los datos ya recolectados, organizados e interpretados se presentan en Tablas y Gráficos, permitiendo mostrar la información de manera resumida y científicamente observando los hechos para explicar su fenómeno.

De todo este proceso de análisis de datos se obtuvo como resultados la contrastación de las hipótesis planteadas, pudiendo tomar decisiones viables en base a un marco científico.

4.6. Aspectos éticos

En esta investigación se respeta la propiedad intelectual de los autores, así mismo la honorabilidad para presentar los datos empleados:

a) Haciendo uso adecuado de las citas y referencias bibliográficas, en base a las normativas actuales;
b) Se plantea las bases teóricas según las normas APA;
c) Se estructura y esquematiza el contenido, dispuestos por las normas que dictan la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau;
d) Se respeta el anonimato de los oficiales que participaron.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Análisis estadísticos descriptivos

5.1.1. Variable Conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos

Mediante los respectivos análisis estadísticos descriptivos, se obtuvieron los resultados para la variable conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos. Tales resultados son mostrados en la Tabla 8, en el cual están la frecuencia simple y los respectivos porcentajes.

Tabla 8. Resultados de la variable conocimientos código técnico sobre los NOx.

Nivel	Frecuencia (fx)	Porcentaje (%)
Alto	11	46%
Medio	12	50%
Bajo	1	4%
Total	**24**	**100%**

Interpretación

Los resultados presentados en la Tabla 8, indican que del total de egresados evaluados, 12 sujetos que corresponden al 50%, se encontraron en el “nivel medio” en la variable conocimiento del código relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos, mientras que 11 individuos (46%) se encontraron en el “nivel alto”, y apenas el 1 persona en el “nivel bajo”. Todo esto indica que la tendencia del nivel de conocimiento para esta variable corresponde a

una categorización de moderada a alta; es decir, con buenos conocimientos en el Código relativo sobre el NOx para los egresados de la ENAMM.

5.1.1.1. Dimensión conocimiento generales de la norma de control de emisiones

En la Tabla 9 se muestran los resultados de frecuencia y sus respectivos porcentajes de la dimensión conocimiento generales de la norma de control de emisiones.

Tabla 9. Resultados dimensión conocimiento generales de la norma de control de emisiones.

Nivel	Frecuencia (fx)	Porcentaje (%)
Alto	10	42%
Medio	13	54%
Bajo	1	4%
Total	**24**	**100%**

Interpretación

Los resultados mostrados (Tabla 9) indican que el 54% de los evaluados (13 egresados) estuvieron en el “nivel medio” en la dimensión conocimientos generales de la norma de control de emisiones, seguido por el “nivel alto” con el 42% (10 sujetos), y 4% (1 persona) en el “nivel bajo”. La tendencia es moderada a alta para esta dimensión, indicando que los egresados tienen un buen conocimiento demostrado mediante los análisis descriptivos estadísticos.

5.1.1.2. Dimensión conocimientos específicos de motores diésel marinos

En la Tabla 10 se presentan los resultados de frecuencia simple y sus respectivos porcentajes de la dimensión conocimientos motores diésel marinos.

Tabla 10. Resultados de la dimensión conocimientos específicos de motores diésel marinos.

Nivel	Frecuencia (fx)	Porcentaje (%)
Alto	10	42%
Medio	13	54%
Bajo	1	4%
Total	**24**	**100%**

Interpretación

Los resultados mostrados en la Tabla 10 indican que, del total de egresados evaluados, 13 individuos (54%) estuvieron en el “nivel medio” en la dimensión conocimientos motores diésel marinos, mientras que 10 personas (42%) se encontraron en el “nivel alto”, y apenas 1 persona estuvo en el renglón “nivel bajo”. En resumen, se puede mencionar que la tendencia de categorización para esta dimensión fue de moderada a alta, donde los evaluados demostraron tener buenos conocimientos en general.

5.1.2. Variable prevención de la contaminación ambiental

En la Tabla 11 se presentan los resultados de frecuencia y sus respectivos porcentajes para la variable prevención de la contaminación ambiental.

Tabla 11. Resultados de la variable prevención de la contaminación ambiental.

Nivel	Frecuencia (Fx)	Porcentaje (%)
Alto	7	29%
Medio	16	67%
Bajo	1	4%
Total	**24**	**100%**

Interpretación

Los resultados obtenidos mediante los análisis descriptivos (Tabla 11), indican que del total de egresados evaluados, 16 individuos (67%) se encontraron en el “nivel medio” de conocimientos en la variable prevención de la contaminación ambiental, mientras que 7 personas (29%) en el nivel alto, y uno (4%) de los evaluados estuvieron en el “nivel bajo”. Estas cifras demostraron que la mayoría de los evaluados estuvieron en la categoría del nivel medio con leve tendencia hacia el renglón alto.

5.1.2.1. Dimensión fuentes de contaminación

En la Tabla 12 se presentan los resultados de frecuencia y sus respectivos porcentajes de la dimensión fuentes de contaminación.

Tabla 12.

Nivel	Frecuencia (Fx)	Porcentaje (%)
Alto	3	13%
Medio	20	83%
Bajo	1	4%
Total	**24**	**100%**

Interpretación

Los resultados mostrados en la Tabla 12 para la dimensión fuentes de contaminación, demostraron que, del total de egresados evaluados, el 83% (20 personas) se encontraron en el “medio”, el 13% (3 individuos) en el “nivel alto”, y apenas el 4% estuvo en el “nivel bajo”. Por lo tanto, la tendencia general estuvo predominante en la categorización del nivel intermedio para la dimensión antes mencionada.

5.1.2.2. Dimensión reducción de emisiones contaminantes

En la Tabla 13 se presentan los resultados de frecuencia y sus respectivos porcentajes de la dimensión reducción de emisiones contaminantes.

Tabla 13. Resultados de la dimensión reducción de emisiones contaminantes.

Nivel	Frecuencia (Fx)	Porcentaje (%)
Alto	4	17%
Medio	19	79%
Bajo	1	4%
Total	**24**	**100%**

Interpretación.

Los resultados obtenidos Tabla 13 mediante los análisis descriptivos estadísticos, permitieron demostrar para la dimensión reducción de emisiones contaminantes que el 79% (19 personas) de los evaluados estuvieron en el “nivel medio”, el 17% (4 sujetos) en el “nivel alto”, mientras que el 4% (1 persona) estuvo en el “nivel bajo”. Por ello, se demuestra que la mayoría estuvo en la parte intermedia de conocimientos con una leve tendencia hacia el renglón alto.

5.1.2.3. Dimensión Normativas

La Tabla 14 muestran los resultados de frecuencia simple y sus respectivos porcentajes de la dimensión normativas.

Tabla 14. Resultados de la dimensión normativas.

Nivel	Frecuencia (Fx)	Porcentaje (%)
Alto	10	42%
Medio	13	54%
Bajo	1	4%
Total	**24**	**100%**

Interpretación

Los resultados mostrados para la dimensión normativas Tabla 14 indicaron que el 54% (13 individuos) presentaron un “nivel medio”, el 42% (10 personas) se encontraron en el “nivel alto, y apenas un individuo que correspondió al 4% del total de evaluados. Es importante resaltar que, la mayoría estuvo en la categorización de la parte media de los niveles de conocimientos para la dimensión antes mencionada con elevada tendencia hacia el renglón alto; es decir, que predomina un buen nivel de conocimiento para esta dimensión.

5.2. Análisis estadístico inferencial

5.2.1. Prueba estadística para la determinación de la normalidad

Para establecer si la distribución de datos presenta o no normalidad, se recurrió al uso de la Prueba de Shapiro-Wilk, siendo esta la prueba que recomiendan los estadígrafos cuando la muestra es menor a 50; mientras que cuando es mayor a 50, se recomienda la prueba Kolmogorov Smirnov. De todas, maneras, se incluyó esta última prueba de manera para poder comparar ambas.

La muestra del actual trabajo investigativo estuvo integrada por 24 egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau del año 2018, los cuales fueron evaluados mediante la aplicación de dos instrumentos tipo cuestionario, conllevando a utilizar la prueba de Shapiro-Wilk para establecer si presentan o no una distribución normal de los datos. Es este caso, la prueba permitió medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica.

A continuación, los pasos que se usaron para la aplicación de la prueba de normalidad, siendo aplicada a los valores de las dimensiones y variables que se iban contrastar en las hipótesis:

Paso 1. Plantear la hipótesis nula ($\mathbf{H_0}$) y la hipótesis alterna ($\mathbf{H_A}$):

H_0: No existen diferencias significativas entre la distribución ideal y la distribución normal de los datos.

H_A: Existen diferencias significativas entre la distribución ideal y la distribución normal de los datos.

Paso 2. Seleccionar el nivel de significancia. Para efectos de la presente investigación se ha determinado que: $\propto$= 0,05 (5%)

Paso 3. Escoger el valor estadístico de prueba. El valor estadístico de prueba que se ha considerado para la presente hipótesis es Shapiro-Wilk.

Tabla 15. Prueba de normalidad para la muestra.

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
Variable / Dimensiones	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dim1. Conocimiento normas Nox	,122	24	,200*	,933	24	**,013**
Dim2. Conocimientos motores diésel marinos	,119	24	,200*	,939	24	**,016**
Var1. Conocimiento Código NOx motores diésel marinos	,168	24	,078	,892	24	**,015**
Dim1. Fuentes de contaminación	,269	24	,000	,885	24	**,011**
Dim2. Reducción de emisiones contaminantes	,229	24	,002	,932	24	,107
Dim3. Normativas	,181	24	,041	,894	24	**,016**
Var2. Prevención de la contaminación ambiental	,155	24	,138	,951	24	,290

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a.

Corrección de significación de Lilliefors

Paso 4. Formulamos la regla de decisión. Regla de decisión:

Si alfa (Sig) > 0,05, se acepta la hipótesis nula

Si alfa (Sig) < 0,05, se rechaza la hipótesis nula

Paso 5. Interpretación: Al analizar los datos de la Tabla 15 de los coeficientes de correlación (estadístico) de ambas pruebas, se observa que los valores Kolmogorov-Smirnova son muy bajos y cercanos al cero (0); mientras que los de Shapiro-Wilk se acercan al uno (1), representando estos valores más confiables que los anteriores. Por tal razón, se utilizamos los p valor (Sig.) de Shapiro-Wilk para la toma de decisión, donde se comprueba que la variable conocimiento del código relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos no sigue una tendencia normal de los datos, debido que **p-valor=0.015** es menor que el nivel de significancia previamente establecido (<0.05), al igual que sus dimensiones; mientras que la variable prevención de la contaminación ambiental (**p-valor=0.29**) y una de sus dimensiones; específicamente, la dimensión reducción de emisiones contaminantes (**p-valor=0.107**) presentaron una distribución normal al presentar p-valores mayores al error establecido.

Una de las condiciones para el uso de la prueba de no paramétricas, es que al menos una de las variables tenga una distribución no normal. Por lo tanto, al existir esta condición, se requirió la utilización de pruebas no paramétricas para contrastación de las hipótesis. En este caso, se usó la **prueba no paramétrica de Rho de Spearman** para evaluar la relación entre dos variables que tienen categorías ordinales.

5.2.2. Prueba de hipótesis

5.2.2.1. Contrastación de la hipótesis general

Esta prueba se realizó mediante las hipótesis estadísticas $\mathbf{H_i}$ que representa la propuesta realizada por el investigador y $\mathbf{H_0}$ es la hipótesis nula. A continuación, las hipótesis:

$\mathbf{H_i}$: Existe relación entre el conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la

prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.

H_0: No existe relación entre el conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.

Tabla 16. Prueba de Rho de Spearman entre el conocimiento Código Técnico sobre los NOx y prevención de la contaminación ambiental.

		Var1. Conocimiento del Código NOx motores diésel marinos	Var2. Prevención de la contaminación ambiental
Var1. Conocimiento del Código sobre los NOx en motores diésel marinos	Coeficiente de correlación	1,000	,597**
	Sig. (bilateral)	.	**,002**
	N	24	24
Var2. Prevención de la contaminación ambiental	Coeficiente de correlación	,597**	1,000
	Sig. (bilateral)	**,002**	.
	N	24	24

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Interpretación

Como el **p-valor=0.002** obtenido es menor que el nivel de significancia establecido ($p<0.05$), entonces se rechaza la hipótesis nula (**H_0**) y se acepta la hipótesis del investigador (**H_i**); por lo tanto, se concluye que: *Existe relación entre el conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.*

5.2.2.2. Contrastación de las hipótesis especificas

Contrastación de la Hipótesis Específica 1

Esta prueba se realizó mediante las hipótesis estadísticas, donde **H_1** es la propuesta por el investigador y **H_0** es la hipótesis nula. A continuación, las hipótesis:

H_1: Existe relación entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.

H_0: No existe relación entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.

Tabla 17. Prueba de Rho de Spearman entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental.

		Dim1. Conocimientos generales de la norma de control de emisiones	Var2. Prevención de la contaminación ambiental
Dim1. Conocimientos generales de la norma de control de emisiones	Coeficiente de correlación	1,000	,551*
	Sig. (bilateral)	.	**,005**
	N	24	24
Var2. Prevención de la contaminación ambiental	Coeficiente de correlación	,551**	1,000
	Sig. (bilateral)	**,005**	.
	N	24	24

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Interpretación

Como el **p valor=0.005** obtenido es menor que el nivel de significancia establecido ($p < 0.05$), entonces se rechaza la hipótesis nula ($\mathbf{H_0}$) y se acepta la hipótesis del investigador ($\mathbf{H_1}$); por lo tanto, se concluye que: *Existe relación entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018*.

Contrastación de la Hipótesis Específica 2

Esta prueba se realizó mediante las hipótesis estadísticas, donde $\mathbf{H_2}$ es la propuesta por el investigador y $\mathbf{H_0}$ es la hipótesis nula. A continuación, las hipótesis:

$\mathbf{H_2}$: Existe relación entre los conocimientos específicos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.

$\mathbf{H_0}$: No existe relación entre los conocimientos específicos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.

Tabla 18. Prueba de Rho de Spearman entre los conocimientos específicos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental.

		Dim2. Conocimientos específicos de los motores diésel marinos	Var2. Prevención de la contaminación ambiental
Dim2. Conocimientos específicos de los motores diésel marinos	Coeficiente de correlación	1,000	,558**
	Sig. (bilateral)	.	**,003**
	N	24	24
Var2. Prevención de la contaminación ambiental	Coeficiente de correlación	,558**	1,000
	Sig. (bilateral)	**,003**	.
	N	24	24

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Interpretación

Como el **p valor=0.003** obtenido es menor que el nivel de significancia establecido ($p<0.05$), entonces se rechaza la hipótesis nula (**H_0**) y se acepta la hipótesis del investigador (**H_2**); por lo tanto, se concluye que: *Existe relación entre los conocimientos específicos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.*

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Discusión

En base a los hallazgos obtenidos en la investigación, se demuestra que existe relación entre las variables de estudio, de una parte y de otra queda establecido el conocimiento medio con tendencia a alto, y la prevención se ubica en un nivel medio mayoritariamente.

En su investigación Santillán e Igreda (2018) sobre el conocimiento del Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP), muestran un alto conocimiento, a comparación de los resultados obtenidos que se sitúan en un nivel medio el 50% y el 46% en un nivel alto, lo que se infiere que guarda similitud con respecto al conocimiento, sin embargo, en las variables del citado autor no existe relación significativa entre sus variables.

De otra parte tenemos Ayala y Pihuaycho (2017) cuyos resultados obtenidos guardan similitud con los alcanzados, en lo que respecta al conocimiento llega al 89.7%, pese a ser alto, no alcanza el nivel obtenido que llega al 96%. Este trabajo coincide con una de la hipótesis específica formulada en el presente trabajo, en que se demuestra que existe relación directa y significativa entre el conocimiento de motores y la emisión de sustancias contaminantes al medio ambiente. En sentido, en ambos estudios los evaluados estuvieron con niveles predominantes con una tendencia de moderada hacia la parte alta en conocimientos de los temas tratados. De allí radica, la importancia del nivel de conocimiento del Código Técnico sobre los NOx y su aplicación en los buques para prevenir la contaminación ambiental.

En este orden de ideas citamos a Cobeñas y Valverde (2016) que desarrollaron su trabajo investigativo referido al plan de gestión de eficiencia energética del buque y el control de la contaminación atmosférica en la naviera Transgas Shipping Lines, destacando que la mayoría de los encuestados estuvieron

dentro del renglón “bueno” en ambas variables existiendo una relación positiva y significativa entre ambas. De esta manera, estos resultados se asemejan al presente estudio, en la existencia de la relación entre código técnico sobre las emisiones de sustancias contaminantes y la percepción del medio ambiente.

A lo que diremos, que se han elaborado códigos especiales para gestionar la reducción de los contaminantes del medio ambiente por la emisión de sustancias, tal es el caso de la entrada del Código Técnico sobre las NOx, ya que su conocimiento es fundamental para cada egresado de la ENAMM para un mejor cumplimiento del mismo. En este caso, los resultados encontrados en esta investigación, se confirman las hipótesis que establece que existe una relación directa y significativa entre las variables y dimensiones del estudio.

Por su parte Pérez (2014) denota la importancia del control de la contaminación atmosférica por parte de las emisiones de gases nocivos provenientes de las embarcaciones de mayor eslora, por lo que es necesario observar lo emanado por el MARPOL.

La percepción de la prevención es fundamental para que los tripulantes también tomen conciencia y asuman con responsabilidad las actividades propias de su quehacer laboral, teniendo en cuenta que los contaminantes se desplazan varios miles de kilométricos, afectando los cultivos, las personas que habitan cerca del litoral.

En relación a la toma de conocimiento y conciencia de todos los actores involucrados en la traslación de mercancías por vía marítima, tenemos a Reluz y Montes (2015) teniendo como objetivo determinar los niveles de emisiones de gases tóxicos por buques de la naviera transoceánica, donde se estableció que se debe gestionar la manera de controlar estas emisiones por los motores diésel marinos de los barcos. Es allí, donde radica la importancia del presente estudio en que se debe tener altos niveles de conocimientos en la prevención de la contaminación

atmosférica, involucrando las normativas relacionadas con el control de las emisiones para promover estrategias en la mitigación del problema antes mencionado.

Por esta razón, para el 2021 se tiene previsto la creación de Zona NECA donde existan las zonas SECA; extendiéndose por las principales zonas que se demuestren altas emisiones de contaminantes de NOx. Es importante resaltar, que existen estudios que demuestran la alta peligrosidad de las emisiones toxicas para la sociedad, así como las diferentes consecuencias sobre el medio ambiente.

Por su parte tenemos a Prevención Integral (2015), donde señala que las emisiones de sustancias contaminantes por los buques generan 60 mil muertes por año mediante enfermedades respiratorias principalmente en las zonas costeras. Continua afirmando el portal anterior que señala el combustible marino es 2.700 veces más contaminante que el diésel usados por los camiones, teniendo en cuenta que el transporte marino es responsable de más de una quinta parte del consumo mundial de combustible.

Consideramos que la contaminación ambiental por gases tóxicos que devienen de buques es una problemática que está latente, pese a los esfuerzos de la OMI y los organismos internacionales que tienen la labor de prevención.

García (2018) en su trabajo investigativo referido al análisis sobre la reducción de emisiones de NOx y SOx, cuyo resultado indicaron que se reducir las emisiones de los gases contaminantes producidos por los buques, en particular las emisiones NOx y SOx, para ello se requiere que las empresas navieras puedan promover la mitigación de tal problemática, siendo uno ellos la utilización de combustibles alternativos, como es el gas natural licuado (GNL), siendo un combustible ecológico y menos contaminante que el fuel oil. Este trabajo investigativo presenta similitud con el actual, en el que se debe tomar conciencia en la reducción de las emisiones de sustancias toxicas contaminantes producidos por los motores de los buques.

A lo que diremos que, en los diferentes informes destinados a la conservación del medio ambiente marino por parte de la OMI, presenta expectativas sobre el mejoramiento del rendimiento energético, producto de avances técnicos, donde el diseño por transporte efectuado puede reducir en cifras significativas las emisiones del NO2, entre otras sustancias contaminantes como lo son CO2, SOx, entre otras.

Es por ello, que Méndez (2017) elaboró un trabajo de investigación relacionado con el estudio de sistemas de reducción de NOx, coincidiendo que se puede utilizar todas las nuevas tecnologías para reducir estas emisiones de gases; afortunadamente, existen varias alternativas en el mercado actual para lograr tal propósito, siendo uno de ellos mediante el uso de los sistemas de tratamiento que se basan en la reducción catalítica selectiva.

Queijo (2016) en su trabajo investigativo sobre la comparación entre motores diésel y de gas natural para propulsión marina, cuyos resultados demostraron que los motores diésel son más contaminantes que los que usan GLP.

Este hallazgo refuerza la idea principal de la actual investigación, en que se debe de buscar estrategias para la reducción de las emisiones contaminantes por los motores diésel marinos, siendo la utilización de motores a gas uno de ellos, o en dado el uso de motores duales, GLP y combustibles diésel menos más eficientes y menos contaminantes.

Una de las maneras más efectivas de reducir drásticamente las emisiones contaminantes procedentes del sector marítimo son la creación de áreas de control de emisiones y limitar sus negativos efectos a la salud pública y al medio ambiente. La demostración palpable más cercana está en el Norte de Europa donde, tras la creación de una ECA en el Mar Báltico, el Mar del Norte y el Canal de la Mancha (es SECA desde 2015 y desde 2021 será también NECA). Estas zonas deberían

extenderse por las principales zonas que se demuestren altas emisiones de contaminantes de NOx.

6.2. Conclusiones

En base a lo desarrollado en la tesis consideramos las siguientes conclusiones:

Primera conclusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, se determinó una moderada correlación positiva entre las variables en estudio, cuyo "p-valor" estuvo muy debajo del valor de significancia estadística (p<0,05), el cual conllevó al rechazo de la hipótesis nula, y por consiguiente la aceptación de la hipótesis propuesta por el investigador, concluyendo que: *Existe relación entre el conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.*

Segunda conclusión

Con respecto a la primera hipótesis especifica formulada, los resultados reflejaron una moderada correlación positiva entre la dimensión conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la variable prevención de la contaminación ambiental, cuyo p-valor fue mucho menor en comparación con el nivel de significancia estadístico (p<0,05); por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, permitiendo concluir que: *Existe relación entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018*.

Tercera conclusión

Tenemos que la segunda hipótesis específica planteada, reporta una correlación positiva moderada entre la dimensión conocimientos de los motores diésel marinos y la variable prevención de la contaminación ambiental, y p-valor menor al nivel de

significancia (p< 0,05); por lo cual, conlleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis propuesta por el investigador. Por lo tanto, se concluye que: *Existe relación entre los conocimientos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Almirante Miguel Grau, 2018.*

6.3. Recomendaciones

Primera recomendación

Los resultados obtenidos en el presente estudio, permiten sugerir a la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau (ENAMM) la inclusión, en su plan de estudios, de un curso relacionado específicamente sobre el código técnico relativo al control de las emisiones de NOX de los motores diésel marinos, para que los estudiantes de nuestra casa de estudios puedan potenciar sus conocimientos del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental. Todo esto les servirá para adquirir fuertes conocimientos para un mejor desempeño en el ámbito laboral; además, le ayudará a la preservación el ecosistema del medio ambiente, siendo imprescindible el conocimiento para mejorar el cumplimiento en las operaciones, funciones, y regulaciones estipuladas en el Código Técnico sobre los NOX, y apoyando en la importancia que esta refleja sobre las acciones que permiten prevenir la contaminación ambiental.

Segunda recomendación

En base a los hallazgos prescritos en la investigación, se recomienda a la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, realizar talleres de capacitación sobre los niveles de conocimientos generales de la norma de control de emisiones, de esta manera estaría aumentando el nivel de conocimientos de sus egresados en cuanto prevención de la contaminación del medio ambiente al demostrarse que existe una relación positiva entre ambos. Además, mediante esta acción, se promovería su percepción ante la conservación del ambiente, en especial

el atmosférico, siendo este el que más sufre por las altas emisiones de contaminantes, cuyo abordaje también permitiría aportar e implementar nuevas tecnologías en beneficio de la sociedad. Siendo que de esta manera el posicionamiento de la ENAMM se reafirma aún más ya que sus profesionales contarían con conocimientos actualizados y con capacidad de manejo sobre los temas de contaminación ambiental y en específico marina.

Tercera recomendación

Conforme a los resultados expuestos en la investigación, se recomienda a los oficiales egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante Miguel Grau (ENAMM) durante el año 2018, plantear a la ENAMM la realización de constantes cursos de actualización, de modo tal que los conocimientos sean dominados por los profesionales de dicha institución, esto en medida que se ha demostrado que a mayor conocimiento aumentará la prevención de la contaminación atmosférica. Además, el nivel de capacitación, profesionalismo y compromiso de los oficiales mercantes, repercute en los equipos y sistemas instalados en los buques navieros, de tal manera que el desconocimiento de sus funciones y operaciones conllevaría a consecuencias desfavorables tanto para la operatividad del buque, el ecosistema y su formación personal; mientras que si esta capacitación, profesionalismo y compromiso, se repotencia, se tendrán resultados altamente positivos que repercutirán afianzando el posicionamiento académico y de prestigio formativo con el que cuenta la Escuela Nacional de Marina Mercante Miguel Grau.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Busquets, D. (2015). *Prevención y Control de la Contaminación. Aplicación Práctica a Bordo de los Buques de los Anexos I, IV Y V del Convenio Marpol 73/78.* (Tesis) Universidad de Cantabria. Cantabria, España.

Carranza, A. y Galiano, C. (2014). *Percepción, Conocimiento y Accionar de los oficiales de marina mercante que laboran en empresas navieras peruanas respecto a la gestión ambiental marítima*. Chucuito, Callao, Lima, Perú.

Carrasco, S. (2009). *Metodología de la investigación científica*. Lima: Editorial. San Marcos.

Casanovas E. (2010). *Máquinas para la propulsión de buques*. Manual Nº 16. La Coruña. ISBN: 84-95322-96-X.

Código técnico sobre los NOx (2016). *Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos*.

Davini E. (2005) La crisis del Canal de Suez en 1956: El fin de una época en medio Oriente y el inicio de otro. ISSN 1696-2060

De Mazarredo L. (1992). *Evolución de la Propulsión Mecánica.* Madrid, España: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales.

GESAMP (2007). *Estimaciones del petróleo que ingresa al medio marino a partir de actividades marítimas*. Árbitro. Semental. GESAMP No. 75. (GESAMP: Grupo Mixto de Expertos OMI / FAO / UNESCO / COI-ONUDI / OMS / OIEA / ONU / PNUMA sobre los aspectos científicos de la protección del medio marino). Londres, Inglaterra: OMI.

Goldberg, E. (1995). *Problemas emergentes en la zona costera para el siglo XXI*, Mar. Pollut. Bull.

Hernández R., Fernández C., y Baptista P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill Interamericana editores.

Hernández R., Fernández C., y Baptista P. (2014). *Metodología de la Investigación científica*. México D.F. Edit Mc Graw Hill.

Hulsey y Ludivina. (2012) *Contaminación marítima.* Nueva Delhi, India: Tecnologías mundiales.

Irasuegui, M. (2016). *Estudio y aplicaciones de motores de dos tiempos con inyección de gas natural a alta presión*. Tesis de grado presentada en la Universidad del País Vasco. España.

Lakshminarayanan, P., y Aghav, V. (2009). Modelling Diesel Combustion. Mechanical Engineering Series. 2010th Edition. Dordrecht, Netherlands: Springer.

Llop, J. (2017). *Adaptación de un buque para consumir fuel-oil de bajo contenido en azufre*. (Tesis) Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona. España.

Llop, J. (2017). *Adaptación de un buque para consumir fuel-oil de bajo contenido en azufre*. (Tesis) Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona. España.

Méndez, S. (2017). *Estudio de los sistemas de reducción de NOx y análisis del comportamiento del sistema de reducción catalítica selectiva en el simulador MC90-V*. (Tesis de grado) Universidad del País Vasco, España.

Organización Marítima Internacional (2016). *Código internacional para la protección de los buques y de las instalaciones portuarias y enmiendas de 2002 al Convenio SOLAS adoptado el 12 de diciembre de 2002*. Reino Unido: Halstan & Co. Ltd.

Palella, S. y Martins, F. (2010). *Metodología de la investigación cuantitativa*. (3era edición). Caracas, Venezuela: Fedupel.

Peña, H. (2016). *Ingeniería Marina: medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos*. Tesis de grado presentada en la Universidad de La Coruña, La Coruña – España.

Ramírez, M. (2007). Del trabajo en redes a la reflexión e investigación de objetos de aprendizaje. Tema uno del Simposio Objetos de aprendizaje como recursos

digitales de enseñanza: redes, desarrollos e investigación. *Conferencia Internacional en Tecnología e Innovación Educativa, REDIIEN'07*. Monterrey, México.

Real Academia Española. (20014*). Diccionario de la lengua española*. 23° ed. Madrid – España.

Reza J. (2007). *Evaluación de la capacitación en las organizaciones*. México DF, México: Edit Panorama.

Rodríguez, J., y Pérez, J. (2017). Alipio Omar Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento *Revista Escuela de Administración de Negocios*, núm. 82, 2017, p. 1-26. Universidad EAN Bogotá, Colombia

Rusque, M. (2003). *De la diversidad a la unidad en la investigación cualitativa*. Caracas, Venezuela: Vadell Hermanos Editores.

Silíceo, A. (2008). *Capacitación y desarrollo de personal*. 4ª edición. México: Limusa.

Souza, G. (2009). *Simulação termodinâmica de motores diesel utilizando óleo diesel e biodiesel para verificação dos parâmetros de desempenho e emissões* Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Tan, A. (2006) *Contaminación marina originada en buques: la ley y la política de la regulación internacional*. Cambridge: Cambridge University Press.

Uriondo, Z., Gómez, L., y Gutiérrez, J. (2012). *Desarrollo de un sistema predictivo de monitorización de emisiones para motores diésel marinos de cuatro tiempos de media velocidad*. S.l.: Univerisity of basque Country.

REFERENCIAS CIBERGRÁFICAS

Adhi I. Muhammad A. (2021) Analysis of Exhaust Gas Emissions on Dual Fuel Diesel Engine Single Cylinder Four-stroke with LPG-Diesel Oil recuperado de: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/972/1/012034/pdf

Alvira, F. (2011). *La encuesta: una perspectiva general metodológica*. España, Cuadernos metodológicos, 2da edición. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=GbZ5JO-IoDEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Ambientum (2019). *¿Qué son las emisiones NOx?* Recuperado de: https://www.ambientum.com/ambientum/contaminacion/que-sonemisiones-nox.asp

Asociación de Navieros Españoles (ANAVE, 2015). *Noticias*. Recuperado de: http://anave.es/informes-y-publicaciones/global

Ayala, L., y Pihuaycho, R. (2017). *Planta propulsora y la emisión de gases contaminantes en buques petroleros de cabotaje desde la percepción de los egresados 2014 de la Escuela Nacional de Marina Mercante "Almirante Miguel Grau"*. Tesis de grado presentada en la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, Lima – Perú. Recuperado de: http://repositorio.enamm.edu.pe/handle/ENAMM/28

Bernaola, M. (2013). La emisión de aerosoles de partículas y gases en motores de diésel. *Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. No. 73.

https://www.insst.es/documents/94886/175731/Número+73+(versión+pdf)

Czechlowski M. Gracz W. Marcinkowki D. Golimwoski W. y Mazurkiewicz J. (2020) Effect of Diesel Fuel Temperature on the Nitrogen Oxides Emission from a Compression-Ignition Engine recuperado de: http://www.jeeng.net/pdf-118283- 48109?filename=Effect%20of%20Diesel%20Fuel.pdf

Cobeñas, D., y Valverde, R. (2016). *Plan de gestión de eficiencia energética del buque y el control de la contaminación atmosférica en la naviera Transgas Shipping Lines 2014 – 2015*. (Tesis de grado) Escuela Nacional de Marina Mercante "Almirante Miguel Grau", Lima, Perú. Recuperado de: http://repositorio.enamm.edu.pe/handle/ENAMM/60

Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos (s.f.). Código técnico sobre los NOx. Recuperado de: http://www.armada.mil.uy/ContenidosPDFs/Prena/Delea/codigo_tecnico% 20NOx.pdf

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2016). *Informe sobre el transporte marítimo*. Recuperado de: https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/rmt2016_es.pdf

Cumbre Pueblos (2017). *Contaminación del aire: Que es, causas, consecuencias y soluciones*. Recuperado de https://cumbrepuebloscop20.org/medioambiente/contaminacion/aire/

Decología.info (2019). *Contaminación ambiental, concepto, tipos, causas, consecuencias, prevención y más*. Recuperado de: https://decologia.info/medio-ambiente/contaminacion-ambiental/

Diccionario Oxford (2019). *Léxico*.

https://www.lexico.com/en/definition/pollution

Douglas P. (2010). *Chemistry and light.* Recuperado de: www.chm.bris.ac.uk/webprojects2002/fleming/experimental.htm.

El Peruano (2016). Resolución MEPC.272 (69): Enmiendas al Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores

diésel marinos (Prueba de los motores de gas y los motores de combustible mixto). *Diario Oficial El Peruano*. Recuperado de: https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/enmiendas-al-codigotecnico-relativo-al-control-de-las-emisi-convenio-internacional-1527849-1/

Eldiario.es (2019). *El transporte marítimo contamina miles de veces más que el terrestre*.

https://www.eldiario.es/tribunaabierta/transportemaritimo-contamina-miles-terrestre_6_906469371.html

Escobar, C. (2011)*. Caracterización mediante técnicas espectroscópicas in situ de catalizadores de Cu y Co sobre zeolitas utilizados en la eliminación de NOx por reducción catalítica selectiva (SCR)*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

http://hdl.handle.net/10251/15683

García, A. (2018). *Estudio sobre la reducción de emisiones NOx y SOx*. (Tesis de grado) Escuela Técnica Superior de Náutica Universidad de Cantabria, Cantabria, España. Recuperado de: https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/15456/Garc%C3%ADa%20Coterillo%2C%20A%C3%ADda.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gómez, (2015). *Evaluación de los datos del consumo de combustible calculado por módulos de control electrónico en motores de combustión interna*. Tesis de grado presentada en La Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú.

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6505

Gómez, F. (2013). *Operaciones y pautas de manejo requeridas en buques tanque quimiqueros*. Recuperado de: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcig633o/doc/bmfcig633o.pdf

Hernández R., Fernández C., y Baptista P. (2006). *Metodología de la Investigación científica*. (4ª Edición). México D.F. Edit Mc Graw Hill. Recuperado de: https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf

ICARITOS (2018). *Educación Tecnológica, Tecnologías de la información y comunicación*. Recuperado de: http://www.icarito.cl/2009/12/363-694-9barcos-a-motor-2.shtml/

Ingeniero Marino (s.f.). *El Convenio MARPOL 73/78*. Recuperado de: https://ingenieromarino.com/el-convenio-marpol-7378/

International Chamber of Shipping (ICS, 2015). *Delivering CO2 Emission Reduction*. Recuperado de: http://www.ics-shipping.org/docs/defaultsource/resources/environmental-protection/shipsandco2cop21.pdf?sfvrsn=16

ITOPF (2011). *Efectos de la contaminación por hidrocarburos en el medio marino*. Recuperado de: www.itopf.com/.../TIP13EffectsofOilPollutionontheMarineEnvironment

Iwafuchi, F. (2012). *Historical Development of Gas Engine for Industry and Marine Use*. Recuperado de: http://sts.kahaku.go.jp/diversity/document/system/pdf/072.pdf

Mecánicos (2017). *Historia del motor de combustión interna. Blog de la reparación del automóvil*. Recuperado de: http://www.blogmecanicos.com/2017/04/historia-del-motor-de-combustioninterna_4.html

Méndez, S. (2017). *Estudio de los sistemas de reducción de NOx y análisis del comportamiento del sistema de reducción catalítica selectiva en el simulador MC90-V*. (Tesis de grado) Universidad del País Vasco, Lejona, España. https://core.ac.uk/download/pdf/132350896.pdf

Mesa, J. y Correa, H. (2016). *Sistemas de control de emisiones en el buque tanque*

“Hespérides”. Tesis de grado presentada en la Universidad de Laguna, Tenerife - España. Recuperado de: https://docplayer.es/52789050Trabajo-fin-de-grado-sistemas-de-control-

Moriana, L. (2018). *Contaminación atmosférica: causas, consecuencias y soluciones*. https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-atmosferica-causasconsecuencias-y-soluciones-1247.html

Muhammad A y Des Putra A. (2020) Experiment Study of Performance, Combustion Process, and NO_X Emission of Diesel Engine with Air-Cooled Angle Globe Valve EGR recuperado de: https://www.scientific.net/AEF.35.69

Organización Marítima Internacional (OMI, 2016). *El papel de la Organización Marítima Internacional en la prevención de la contaminación de los océanos del mundo por los buques y el transporte marítimo*. Recuperado de: https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-la-organizacionmaritima-internacional-en-la-prevencion-de-la-contaminacion-de-los Organización Marítima Internacional (OMI, 2018). *Prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por los buques*. Recuperado de: http://www.imo.org/es/ourwork/environment/pollutionprevention/airpollution/paginas/air-pollution.aspx

Organización Marítima Internacional (OMI, 2019). *Zonas especiales en virtud del Convenio MARPOL*. Recuperado de: http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/SpecialAreasUnderMARPOL/Paginas/Default.aspx

Peña, H. (2016). *Ingeniería Marina: medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos*. Tesis de grado presentada en la Universidad de La Coruña, La Coruña – España. Recuperado de: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/17745/PenaAleman_Humberto_TFG_2016.pdf.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Prevención Integral (2015). *La contaminación atmosférica producida por los buques produce 60.000 muertes al año*. Recuperado de: https://www.prevencionintegral.com/actualidad/noticias/2017/07/25/contaminacion-atmosferica-producida-por-buques-produce-60000-muertes-ano

Queijo, A. (2016). *Ingeniería Marina: comparativa entre motores diésel y de gas natural para propulsión marina*. Tesis de grado presentada en la Universidad de La Coruña, La Coruña – España. Recuperado de: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/17265/QueijoFraga_Adrian_TFG_2016.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Reluz, C., y Montes De Oca, J. (2015). *Emisión de gases tóxicos por buques de la naviera transoceánica que cargan en la refinería la pampilla año 2014*. Tesis de grado presentada en la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, Lima – Perú. Recuperado de: http://repositorio.enamm.edu.pe/handle/ENAMM/41

Resolución MEPC 177 (2008) Enmiendas al Código Técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos. https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20190212/asocfile/20190921 2110752/mepc_177_58_.pdf

Rovira J. (2015) Transporte de mercancías perecederas en contenedor frigorífico. Universidad Politécnica de Catalunya.

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/26089/TRANSPORTE+MERCANCIAS+PERECEDERAS+EN+CONTENEDOR+FRIGOR%CDFI

Santillán, I., y Igreda, S. (2018). *Uso de energía en buques petroleros de bandera peruana y el conocimiento del SEEMP en la tripulación*. Tesis de grado presentada en la Escuela Nacional de Marina Mercante "Almirante Miguel Grau". Recuperado de http://repositorio.enamm.edu.pe/handle/ENAMM/74

Wunderlich, M. (2005). *Análisis de la Contaminación Atmosférica Provocada por Buques en base a las Exigencias del Anexo VI del MARPOL 73/78*. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Chile. Recuperado de http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfciw965a/doc/bmfciw965a.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Conocimiento teórico del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante Miguel Grau, 2018.

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable / Dimensiones	Tipo
¿Existe relación entre el conocimiento de las normas del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Miguel Grau, 2018?	Determinar si existe relación entre el conocimiento de las normas de código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Miguel Grau, 2018.	Existe relación entre el conocimiento del código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Miguel Grau, 2018.	**Variable 1.** Conocimiento del Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos. **Dimensiones** • Conocimientos generales de la norma de control de emisiones. • Conocimientos específicos de motores diésel marinos.	**Método:** Analítico, deductivo e hipotético. **Diseño**: No experimental **Nivel**: Descriptivo correlacional **Corte**: Transversal **Enfoque**: Cuantitativo **Población**: Constituido por todos los oficiales egresados de la Escuela Nacional de Marina
Problemas específicos	**Objetivos específicos**	**Hipótesis específicas**		

1. ¿Existe relación entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Miguel Grau, 2018?	1. Determinar si existe relación entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Miguel Grau, 2018.	1. Existe relación entre los conocimientos generales de la norma de control de emisiones y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Miguel Grau, 2018.	**Variable 2.** Prevención de la contaminación ambiental. **Dimensiones** • Fuentes de contaminación. • Reducción de emisiones contaminantes. • Normativas.	Mercante Miguel Grau, 2018. **Muestra**: 24 oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina Mercante Miguel Grau, 2018.
2. ¿Existe relación entre los conocimientos específicos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Miguel Grau, 2018?	2. Determinar si existe relación entre los conocimientos específicos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Miguel Grau, 2018.	2. Existe relación entre los conocimientos específicos de los motores diésel marinos y la prevención de la contaminación ambiental en oficiales egresados de la Escuela nacional de Marina mercante Miguel Grau, 2018.		

Anexo 2. Matriz de Operacionalización

Variables	Dimensiones	Indicadores	Items / Instrumento
Conocimiento teórico del Código relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos	Conocimientos generales de la norma de control de emisiones	Conocimientos previos Monitoreo Autoevaluación y mejora.	Instrumento Variable 1 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Conocimientos específicos motores diésel marinos	Funcionamiento de los motores diésel marinos. Conocimientos Previos Recopilación de datos Medición directa de emisiones de NOx	Instrumento Variable 1 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
Prevención de la contaminación ambiental	Fuentes de contaminación.	Principales fuentes de emisiones contaminantes.	Instrumento Variable 2 1, 2, 3, 4, 5
	Reducción de emisiones contaminantes.	Medidas para la prevención de la contaminación	Instrumento Variable 2 6, 7, 8, 9, 10
	Normativas	OMI MARPOL Anexo VI MARPOL SOLAS	Instrumento Variable 2 11, 12, 13, 14, 15

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE

ALMIRANTE MIGUEL GRAU

PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE

Anexo 3. Instrumento

Estimado Colaborador: Después de haber sido informado adecuadamente sobre el propósito científico de nuestro cuestionario, agradeceremos su colaboración respondiendo cada una de las preguntas del presente cuestionario. Para ello, lea detenidamente cada ítem y sírvase marcar con un aspa "X" un solo recuadro de datos y dar respuesta a las preguntas formuladas:

Nota: Siempre: 5, Casi Siempre: 4, A veces: 3, Casi Nunca: 2, Nunca: 1.

Variable Conocimiento del Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
Dimensión 1: Conocimiento generales de las normas de control de emisiones					
1.- ¿Considera que el Anexo VI "*Reglas para Prevenir la Contaminación Atmosférica Ocasionada por los Buques*" es un reglamento acorde para prevenir la alta emisión de gases a la atmósfera?					
2.- ¿Considera que es importante el fiel cumplimiento del Anexo 6 para prevenir la contaminación ambiental global?					
3.- ¿El conocimiento acerca del Código técnico relativo al control de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) de los motores diésel marinos apoya en la disminución de emisiones que contaminan el ambiente?					
4.- ¿La regla 13 del Anexo VI del convenio MARPOL titulado "Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques" está relacionado exclusivamente para motores diésel marinos que deben ajustarse a los límites en emisiones fijados por dicho código?					

5.- ¿Considera usted que nuestras embarcaciones navieras se encuentran debidamente con certificación previa que garantiza que el motor, conforme a su proyecto y equipo, se ajustan al límite aplicable de emisión de óxidos de nitrógeno (NOx)?					

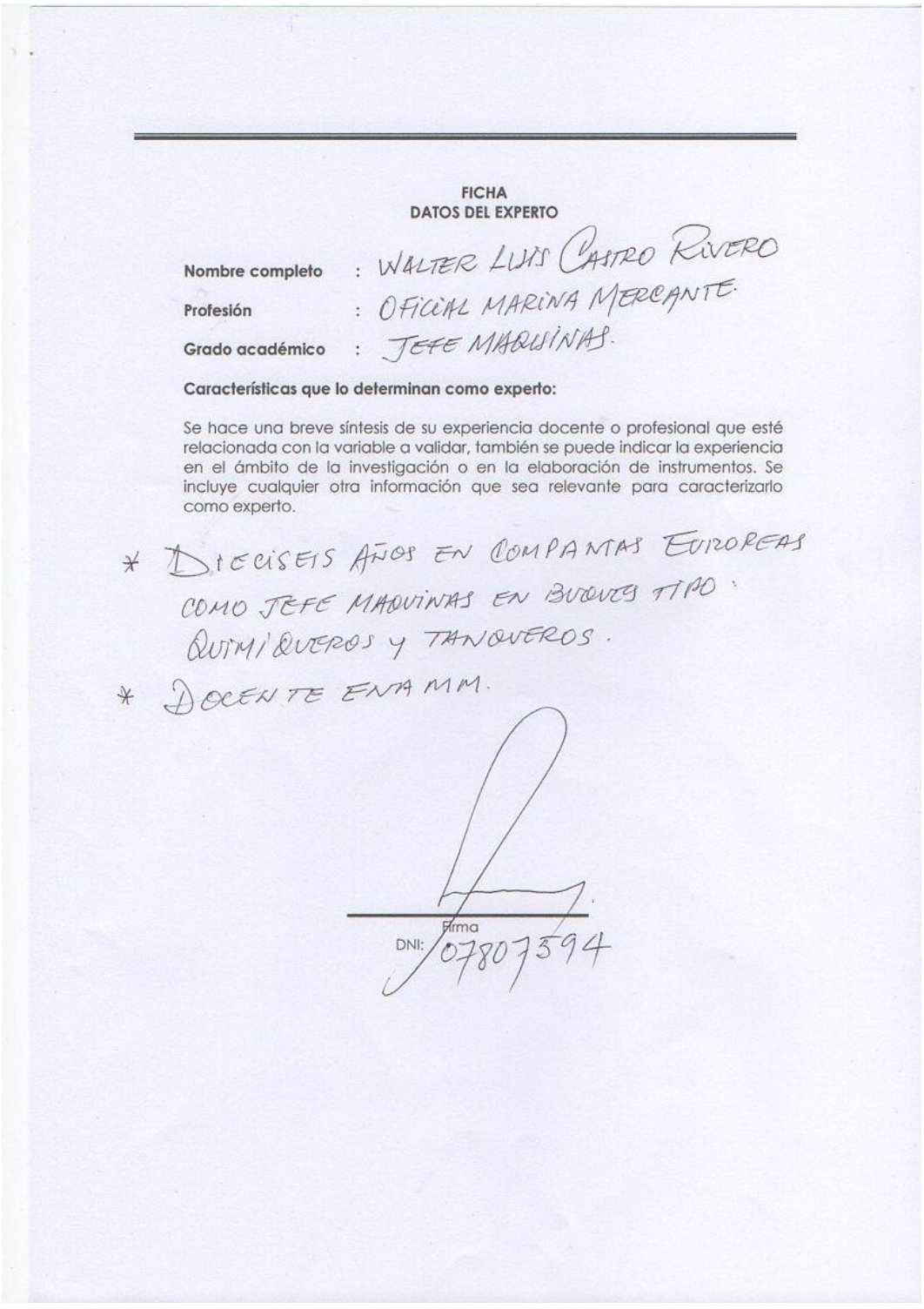
6.- ¿El reconocimiento de un Certificado EIAPP (Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica para motores) confirma y/o garantiza que los motores diésel marinos se ajusten a los límites establecidos para la emisión de NOx?					
7.- ¿Las empresas navieras en nuestro país cumplen cabalmente la Regla 13 del Anexo VI del Convenio MARPOL 73/78 para la mitigación de las emisiones de NOx?					
8.- ¿Considera usted que los controles de nivel III sólo se aplican a buques específicos, solo mientras navegan en las zonas de control de las emisiones (Emission Control Área ECA) establecidas para limitar las emisiones de NOx?					
Dimensión 2: Conocimientos específicos de motores diésel marinos					
9.- ¿La formación de óxidos de nitrógeno durante el proceso de combustión de motores de diésel marino, donde el nitrógeno no experimenta en general ninguna reacción, aunque una pequeña proporción del mismo se oxida formando distintos óxidos de nitrógeno (NOx) contamina sustancialmente el ambiente?					
10.- ¿Los motores diésel marinos producen más emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) que cualquier otras clases de motores de combustión interna no marinos que también utilizan diésel?					
11.- ¿El combustible diésel para motores marinos es idóneo para todos los casos en que se necesite disponer de producción de energía fiable, flexible y con una reducida emisión de óxidos de nitrógeno (NOx)?					

12.- ¿Los motores diésel marinos proporcionan un rendimiento global mayor frente a otros sistemas de propulsión dentro de la industria marítima?					
13.- ¿Las características del combustible diésel para motores marinos son un problema específico para el medio ambiente por la emisión de contaminantes a la atmósfera?					
14.- ¿El combustible diésel guarda relación directa con una elevada emisión de óxidos de nitrógeno (NOx) en los motores diésel de alto régimen?					
15.- ¿Considera usted que la alta emisión de óxidos de nitrógeno (NOx) por los motores marinos que usan el combustible diésel tienen un efecto negativo sobre el medio ambiente y dan lugar a procesos de acidificación, formación de ozono y enriquecimiento con nutrientes, y tienen también efectos negativos para la salud en todo el mundo?					
16.- ¿Generalmente, las embarcaciones navieras utilizan el combustible diésel dentro y fuera de las Zonas ECA (Emission Control Areas), que cumplen altos estándares de calidad ambiental?					
Variable: Prevención de la Contaminación Ambiental	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
Dimensión 1: Fuentes de contaminación					
1.- ¿Considera que los motores diésel marino son una de las principales fuentes de emisiones de gases tóxicos?					
2.- ¿Los motores diésel marinos generan las emisiones de gases que producen incidencia de enfermedades respiratorias, daños al medio ambiente y producen una cada vez más degrada la calidad de vida de los seres humanos?					
3.- ¿Las embarcaciones navieras provocan la mayor cantidad de emisiones de gases contaminantes de NOx sobre la atmosfera?					

4.- ¿Los certificados expedidos de conformidad con el Código Técnico sobre los NOx seguirían siendo válidos durante la vida útil de este tipo de motores diésel marinos?					
5.- ¿Los organismos competentes revisan rutinariamente a las embarcaciones para que el funcionamiento de todo motor diésel marino instalado esté por debajo del límite de cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos?					
Dimensión 2: Reducción de emisiones contaminantes					
6.- ¿Los reglamentos o normas vigentes competentes en cuanto a reducción de gases contaminantes están dadas sólo por la Organización Marítima Internacional?					
7.- ¿El Convenio MARPOL 73/78 especifica todo lo concerniente en prevenir la contaminación para reducir la emisión gases contaminantes de los buques?					
8.- ¿Considera que se realizan inspecciones rutinarias por organizaciones reconocidas para determinar que los barcos cumplan las condiciones para la reducción de emisión de óxidos de nitrógenos (NOx) que representan una amenaza razonable de daño al medio ambiente?					
9.- ¿Los organismos internacionales monitorean y se aseguran que se tomen medidas correctivas para que las embarcaciones cumplan con el Certificado EIAPP (Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica)?					
10.- ¿Las embarcaciones emplean el equipo instrumental portátiles de lectura directa para las mediciones de emisiones de gases contaminantes, que permita conocer “in situ” las características de las emisiones?					

Dimensión 3: Normativa					
11.- ¿Considera usted que las normas del Convenio MARPOL están basadas exclusivamente para la prevención de la contaminación ambiental?					
12.- ¿La empresas navieras cumplen los convenios internacionales para prevenir la contaminación ambiental?					
13.- ¿Los motores diésel marino pueden ser certificados teniendo en cuenta su funcionamiento de acuerdo al Anexo VI? ¿Es decir, se someten a ensayos de emisiones, combinación del régimen (potencia y velocidad) y los elementos, ajustes y valores críticos de funcionamiento del motor en relación con los NOx?					
14.- ¿Los buques cumplen con todas las certificaciones emanadas por las normativas internacionales en sus operaciones de seguridad para la mitigación de accidentes ambientales?					
15.- ¿Un motor diésel marino que tiene un Certificado EIAPP (Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica para motores) se aprueba, por parte del Estado de abanderamiento del buque en el que se va a instalar con arreglo a un nivel establecido para uno o más ciclos de ensayo de funcionamiento con ajustes y valores críticos del motor y definidos en relación con los NOx?					

Anexo 5. Evidencias de la validación del instrumento



FICHA
DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : WALTER LUIS CASTRO RIVERO
Profesión : OFICIAL MARINA MERCANTE.
Grado académico : JEFE MAQUINAS.

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.

* DIECISEIS AÑOS EN COMPAMIAS EUROPEAS COMO JEFE MAQUINAS EN BUQUES TIPO: QUIMIQUEROS Y TANQUEROS.
* DOCENTE ENA MM.

Firma
DNI: 07807394

FICHA
DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : José Antonio Begazo Begoya

Profesión : Jefe de Maquinas y Doctor en Ciencias Marítimas

Grado académico : Doctor

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.

* Jefe de Maquinas en Naviera Interamericana Venezolana y Naviera Santa.
* Primer Ingeniero Naviera Santa.
* Tercer, Segundo y Primer Ingeniero en Interconintec Marítima. y CPV.
* Gerente de Mantenimiento de Pesquera Sarimon S.A.
* Gerente de Mantenimiento y Asesor Logistico Legal Integral Callao SA.
* Presidente de Directorio de Logistica Integral Marítima Andina.
* Gerente General de Sensotronics Perú SAC.
* Docente de Posgrado y Pregrado de la Escuela Nacional de Marina Mercante "Almirante Miguel Grau".

Firma

DNI: 25570231

FICHA
DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : William Giordano Avila Elera

Profesión : Oficial de Marina Mercante (Primer Oficial de Maquinas)

Grado académico : Titulado

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.

Oficial de Marina Mercante en la especialidad de maquinas, experiencia de 11 años laborando en distintos tipos buques, como por ejemplo, buques tanque petroleros y quimiquero, buques gaseros, buques de carga general y graneleros, barcos de pesca, remolcadores. Actualmente laborando como coordinador del programa academico de maquinas en la escuela nacional de marina mercante

Firma
DNI: 44326481

FICHA
DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : ZENAIDO Soldevilla Guerra

Profesión : MARINO MERCANTE

Grado académico : MAGISTER, ING. MECANICO

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.

- JEFE DE MAQUINAS EN DIFERENTES NAVIERAS 2001 - 2012
- DOCENTE UNIVERSITARIO EN UTP PROGRAMA INGENIERIA MARITIMA Y INGENIERIA MECANICA
- DOCENTE ENAMM EN PROGRAMA DE MAQUINAS.
- ING. DE SEGURIDAD EN PLANTA DE GAS NATURAL MALUINAS - Plus Petrol - Burco Veritas.

Firma

DNI: 08723814

FICHA
DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : ROLANDO MIGUEL MEDINA TEJADA

Profesión : OFICIAL MARINA MERCANTE - PUENTE

Grado académico : TITULO PROFESIONAL

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.

- OFICIAL DE MARINA MERCANTE A/B DE NAVES CIA PERUANA DE VAPORES
- DIRECTOR DE CC.NN de la ENAMM
- DOCENTE EN LA ENAMM, UTP y UMP.
- DIRECTOR DEL INEA DE LA UMP
- INSTRUCTOR DE LA DIRCAP - ENAMM
- DIRECTOR DEL CIA PACIFICO

Firma
DNI: 09082039

Anexo 6. Prueba Piloto Confiabilidad

Variable: Conocimiento del Código relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos

	Items																
No.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	**Total**
1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	3	2	2	1	2	**28**
2	2	3	4	5	3	2	3	4	5	3	4	4	4	5	2	3	**56**
3	2	1	3	4	5	2	1	3	4	5	3	4	3	4	2	1	**47**
4	4	4	3	2	4	4	4	3	2	4	3	4	3	2	4	4	**54**
5	2	3	4	6	3	2	3	4	3	2	4	4	4	3	2	3	**52**
6	2	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	2	3	4	**57**
7	3	2	1	4	3	2	4	4	4	3	1	2	4	4	2	4	**47**
8	4	5	5	1	2	2	4	4	4	3	5	3	4	4	2	4	**56**
9	4	4	4	5	5	3	4	4	5	3	4	4	4	5	3	4	**65**
10	5	5	3	4	5	4	4	4	5	3	3	4	4	5	4	4	**66**
Vi	1.49	1.61	1.21	2.21	1.65	0.85	1.01	0.45	1.16	1.09	1.21	0.44	0.44	1.44	0.85	1.01	
K	16																
$\sum Vi$	18.12																
Vt	104.56																
α	**0.882**																

$$\alpha = \frac{K}{\quad} \left[1 - \frac{Vi}{Vt} \right]$$

α = Alfa de Cronbach

K = Número de Ítems

Vi = Varianza de cada ítems

Vt = Varianza total

Variable: Prevención de la contaminación ambiental

	Items															
No.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	**Total**
1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	**33**
2	2	3	2	5	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	**48**
3	3	4	3	2	4	2	3	2	2	3	2	4	4	4	2	**44**
4	4	4	3	3	4	5	3	3	4	3	2	3	4	5	4	**54**
5	3	3	2	5	4	4	4	3	4	3	2	3	4	4	4	**52**
6	4	4	3	3	4	5	3	3	4	3	2	3	4	5	4	**54**
7	3	2	4	4	3	2	4	4	3	3	3	3	3	4	5	**50**
8	2	5	5	4	2	5	3	3	4	3	2	3	4	5	4	**54**
9	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	5	5	4	3	**57**
10	5	5	4	4	3	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	**64**
Vi	0.76	1.04	0.96	1.05	0.61	1.45	0.64	0.49	0.64	0.36	0.64	0.64	0.56	0.41	0.85	

K	15	*α* = Alfa de Cronbach
$\sum Vi$	11.10	*K* = Número de Ítems
Vt	61.60	*Vi* = Varianza de cada ítems
α	**0.878**	*Vt* = Varianza total

Vi

V

Anexo 7. Base de Datos

No.	VARIABLE: Conocimiento del Código relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos																					
	Dim1: Conocimiento generales de las normas de control de emisiones										Dim2: Conocimientos especificos de motores diésel marinos										Total Var. 1	Rango
	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5	Preg. 6	Preg. 7	Preg. 8	Total Dim. 1	Rango	Preg. 9	Preg. 10	Preg. 11	Preg. 12	Preg. 13	Preg. 14	Preg. 15	Preg. 16	Total Dim. 2	Rango		
1	3	3	3	4	2	3	3	3	24	Medio	4	2	3	4	3	4	3	3	26	Medio	50	Medio
2	1	3	4	5	2	1	3	4	23	Medio	5	2	4	3	4	5	1	3	27	Medio	50	Medio
3	4	5	4	3	4	4	5	4	33	Alto	3	4	4	3	4	3	4	5	30	Alto	63	Alto
4	4	3	3	2	4	4	5	3	28	Medio	2	4	3	1	3	2	4	5	24	Medio	52	Medio
5	1	2	2	2	1	1	2	2	13	Bajo	2	1	2	3	2	2	1	2	15	Bajo	28	Bajo
6	2	3	4	5	3	2	3	4	26	Medio	5	3	4	4	4	5	2	3	30	Alto	56	Medio
7	2	1	3	4	5	2	1	3	21	Medio	4	5	3	4	3	4	2	1	26	Medio	47	Medio
8	4	4	3	2	4	4	4	3	28	Medio	2	4	3	4	3	2	4	4	26	Medio	54	Medio
9	2	3	4	5	3	2	3	4	27	Medio	3	2	4	4	4	3	2	3	25	Medio	52	Medio
10	2	4	4	4	4	3	4	3	28	Medio	4	4	4	4	4	2	3	4	29	Medio	57	Medio
11	3	2	1	4	3	2	4	4	23	Medio	4	3	1	2	4	4	2	4	24	Medio	47	Medio
12	4	5	5	1	2	2	4	4	27	Medio	4	3	5	3	4	4	2	4	29	Medio	56	Medio
13	4	4	4	5	5	3	4	4	33	Alto	5	3	4	4	4	5	3	4	32	Alto	65	Alto
14	5	5	3	4	5	4	4	4	34	Alto	5	3	3	4	4	5	4	4	32	Alto	66	Alto
15	3	3	4	3	2	4	5	4	28	Medio	5	3	4	5	4	5	4	5	35	Alto	63	Alto
16	3	4	5	5	1	4	5	4	31	Alto	5	3	5	3	4	5	4	5	34	Alto	65	Alto
17	4	4	4	5	5	4	5	4	35	Alto	5	3	4	3	4	5	4	5	33	Alto	68	Alto
18	2	3	2	3	4	4	1	4	23	Medio	5	2	2	4	4	3	3	4	27	Medio	50	Medio
19	5	4	3	4	5	4	3	3	31	Alto	4	5	3	4	3	4	3	4	30	Alto	61	Alto
20	3	2	2	3	3	5	4	4	26	Medio	1	3	2	3	4	2	2	4	21	Medio	47	Medio
21	5	3	4	4	5	5	5	5	36	Alto	5	5	2	4	3	3	4	5	31	Alto	67	Alto
22	5	4	4	4	5	5	4	4	35	Alto	3	4	5	4	5	4	3	5	33	Alto	68	Alto
23	2	5	5	4	5	5	3	5	34	Alto	4	5	3	4	3	4	3	3	29	Medio	63	Alto
24	4	5	4	5	4	4	5	5	36	Alto	3	4	3	3	3	2	4	5	27	Medio	63	Alto
VARIABLE: Prevención de la contaminación ambiental																						

Dim1: Fuentes de contaminación							Dim2: Reducción de emisiones contaminantes							Dim3: Normativas							Total Var. 2	Rango
Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5	Total Dim1	Rango	Preg. 6	Preg. 7	Preg. 8	Preg. 9	Preg. 10	Total Dim2	Rango	Preg. 11	Preg. 12	Preg. 13	Preg. 14	Preg. 15	Total Dim3	Rango		
3	3	3	3	4	16	Medio	4	3	2	4	3	16	Medio	4	3	4	3	3	17	Medio	49	Medio
3	3	4	3	3	16	Medio	2	4	4	3	3	16	Medio	4	2	4	4	3	17	Medio	49	Medio
2	5	5	4	2	18	Medio	2	3	4	4	4	17	Medio	4	4	4	4	3	19	Alto	54	Medio
2	5	3	2	5	17	Medio	2	5	2	4	5	18	Medio	3	3	4	4	3	17	Medio	52	Medio
3	2	2	2	2	11	Bajo	2	2	2	2	3	11	Bajo	2	2	2	3	2	11	Bajo	33	Bajo
2	3	2	5	3	15	Medio	3	3	3	3	3	15	Medio	3	4	4	4	3	18	Medio	48	Medio
3	4	3	2	4	16	Medio	2	3	2	2	3	12	Medio	2	4	4	4	2	16	Medio	44	Medio
4	4	3	3	4	18	Medio	5	3	3	4	3	18	Medio	2	3	4	5	4	18	Medio	54	Medio
3	3	2	5	4	17	Medio	4	4	3	4	3	18	Medio	2	3	4	4	4	17	Medio	52	Medio
4	4	3	3	4	18	Medio	5	3	3	4	3	18	Medio	2	3	4	5	4	18	Medio	54	Medio
3	2	4	4	3	16	Medio	2	4	4	3	3	16	Medio	3	3	3	4	5	18	Medio	50	Medio
2	5	5	4	2	18	Medio	5	3	3	4	3	18	Medio	2	3	4	5	4	18	Medio	54	Medio
3	4	4	3	4	18	Medio	3	4	4	4	3	18	Medio	4	5	5	4	3	21	Alto	57	Alto
5	5	4	4	3	21	Alto	4	5	4	4	5	22	Alto	4	4	4	5	4	21	Alto	64	Alto
3	3	5	3	4	18	Medio	4	3	4	3	4	18	Medio	5	4	4	4	5	22	Alto	58	Alto
3	4	4	4	3	18	Medio	3	5	4	5	4	21	Alto	4	5	4	3	4	20	Alto	59	Alto
4	4	5	5	5	23	Alto	4	5	4	5	3	21	Alto	4	4	4	5	4	21	Alto	65	Alto
2	4	3	4	4	17	Medio	5	4	4	1	3	17	Medio	4	4	4	3	3	18	Medio	52	Medio
5	4	5	5	5	24	Alto	5	4	5	5	4	23	Alto	4	5	4	5	5	23	Alto	70	Alto
3	4	3	3	3	16	Medio	5	4	4	1	3	17	Medio	3	4	4	4	3	18	Medio	51	Medio
2	4	3	4	4	17	Medio	5	4	4	1	3	17	Medio	3	5	4	4	3	19	Alto	53	Medio
2	3	2	3	2	12	Medio	2	3	3	3	2	13	Medio	3	4	3	5	3	18	Medio	43	Medio
5	3	2	4	4	18	Medio	5	3	3	4	3	18	Medio	4	3	4	5	4	20	Alto	56	Alto
3	3	3	3	4	16	Medio	4	3	2	4	3	16	Medio	3	4	4	4	4	19	Alto	51	Medio