



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**

**CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de:

**LICENCIADO EN CIENCIAS NAVALES**

**AUTORES**

**MICHAEL ARTURO LINTHON ÁLVAREZ**

**RONNY FERNANDO MARTÍNEZ RODRIGUEZ**

**TEMA**

**LA CONTAMINACIÓN EN LAS AGUAS DE LOS MUELLES DE LA BASE SUR Y LAS DESCARGAS LÍQUIDAS DE SENTINAS POR LAS UNIDADES DE LA ESCUADRA NAVAL; PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA ATENUAR LA CONTAMINACIÓN.**

**DIRECTOR**

**TNNV-SU ERIK GERMÁN MUÑOZ LÓPEZ**

**SALINAS, DICIEMBRE 2013**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo realizado por el señor LINTHON ALVAREZ MICHAEL ARTURO y el señor MARTÍNEZ RODRIGUEZ RONNY FERNANDO, cumple con las normas metodológicas establecidas por la UFA y, se ha desarrollado bajo mi supervisión, observando el rigor académico y científico que la Institución demanda para trabajos de este bagaje intelectual, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente.

Salinas, 11 de Diciembre del 2013.

Atentamente,

.....

TNNV-SU MUÑOZ, Erik

C.I. 0915243158

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECLUTAMIENTO

## DECLARACIÓN EXPRESA

El suscrito, por el señor LINTHON ALVAREZ MICHAEL ARTURO Y el señor MARTÍNEZ RODRIGUEZ RONNY FERNANDO, se declara por sus propios y personales derechos, con relación a la responsabilidad de los contenidos teóricos y resultados procesados, que han sido presentados en formato impreso y digital en la presente investigación, cuyo título es: “LA CONTAMINACIÓN EN LAS AGUAS DE LOS MUELLES DE LA BASE SUR Y LAS DESCARGAS LÍQUIDAS DE SENTINAS POR LAS UNIDADES DE LA ESCUADRA NAVAL; PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA ATENUAR LA CONTAMINACIÓN”, son de nuestra autoría exclusiva, que la propiedad intelectual de los autores consultados, ha sido respetada en su totalidad y, que el patrimonio intelectual de este trabajo le corresponde a la Universidad de Fuerzas Armadas “UFA”.

---

LINTHON ALVAREZ, Michael Arturo  
C.I. 0930939665

---

MARTÍNEZ RODRIGUEZ, Ronny Fernando  
C.I. 0922963806

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, "LINTHON ALVAREZ MICHAEL ARTURO Y MARTÍNEZ RODRIGUEZ RONNY FERNANDO".

Autorizo a la Universidad de Fuerzas Armadas, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis titulada: "LA CONTAMINACIÓN EN LAS AGUAS DE LOS MUELLES DE LA BASE SUR Y LAS DESCARGAS LÍQUIDAS DE SENTINAS POR LAS UNIDADES DE LA ESCUADRA NAVAL; PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA ATENUAR LA CONTAMINACIÓN", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Salinas, a los 11 días del mes de diciembre del año 2013

### **AUTORES:**

---

LINTHON ALVAREZ, Michael Arturo  
C.I. 0930939665

---

MARTÍNEZ RODRIGUEZ, Ronny Fernando  
C.I. 0922963806

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, porque creyeron en nosotros, porque día a día nos dieron ejemplo de superación y entrega, estamos agradecidos por su constante dedicación hacia nosotros, ya que con su apoyo incondicional podemos ver alcanzada nuestra meta. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de nosotros.

A nuestros hermanos, tíos, primos, abuelos y amigos. Les agradecemos por estar presentes siempre y brindarnos su comprensión, su apoyo incondicional y sus consejos en los momentos difíciles en el cumplimiento de  
nuestra meta.

## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente nos gustaría agradecerle a Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, porque hizo realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD NAVAL y a la ESCUELA SUPERIOR NAVAL por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

De igual manera agradecemos a nuestros profesores de Investigación y de Tesis de Grado, Sr. CPNV-EM Fabián Espinosa Riofrío y al Sr. TNNV-SU Erik Muñoz López por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

Y por último a nuestros padres, los cuales nos han motivado durante nuestra formación profesional y militar.

“Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por formar parte de nosotros, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones”.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

## TABLA DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	i
DECLARACIÓN EXPRESA	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ABREVIATURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3. OBJETIVOS	3
3.1. OBJETIVO GENERAL	3
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3

4.	MARCO TEÓRICO	3
5.	HIPÓTESIS	4
5.1.	HIPÓTESIS GENERAL	4
5.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	5
6.	METODOLOGÍA	5
	<b>CAPÍTULO I</b>	<b>7</b>
	<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	<b>7</b>
1.1	ANTECEDENTES DE LA CONTAMINACIÓN.	7
1.2	MARCO LEGAL	12
	<b>CAPÍTULO II</b>	<b>15</b>
	<b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA</b>	<b>15</b>
2.1	MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.2	INVESTIGACIÓN DE CAMPO	18
2.2.1	ANÁLISIS QUÍMICO:	18
2.2.2	ANÁLISIS BIOLÓGICO:	21
2.3	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.4	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	24
2.5	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.6	POBLACIÓN Y MUESTRA	25
2.6.1	POBLACIÓN	25
2.6.2	MUESTRA	25
2.7	RECOLECCIÓN DE DATOS	26

2.7.1	PROCESAMIENTO Y ANALÍSIS DE LA INFORMACIÓN	26
<b>CAPÍTULO III</b>		<b>37</b>
<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>		<b>37</b>
3.1	<b>OBJETIVO DE LAS PROPUESTAS</b>	<b>37</b>
3.2	<b>ALCANCE DE LAS PROPUESTAS</b>	<b>37</b>
3.3	<b>PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS</b>	<b>38</b>
3.4	<b>PROPUESTA 1</b>	<b>38</b>
3.4.1	OPERACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	38
3.4.2	ESTUDIO TÉCNICO	39
3.4.3	PROCESO PARA TRATAMIENTO PROPUESTO	40
3.5	<b>PROPUESTA 2</b>	<b>42</b>
3.5.1	DESCRIPCIÓN	42
3.5.2	ESTUDIO TÉCNICO	44
6.1.1.	PRESUPUESTO GLOBAL	47
3.6	<b>BENEFICIOS</b>	<b>47</b>
3.7	<b>CRONOGRAMA</b>	<b>49</b>
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>50</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>52</b>
<b>ANEXOS</b>		jError! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Separador de agua y aceite	16
Figura 2 Instalaciones de CODESC	17
Figura 3 Instalaciones de CODESC	17
Figura 4 Sala de máquinas	18
Figura 5 Cuadro comparativo de algunos países de América	20
Figura 6 Concentración de hidrocarburos disueltos y dispersos de petróleo en el estuario de cada unidad.	20
Figura 7 Tasa de mortalidad observada (96hrs) de la especie fitoplancton con agua de sentina del “BAE Morán Valverde”	23
Figura 8 Tasa de mortalidad observada (96hrs) de la especie fitoplanctón con agua de sentina del “LAE Quito”	23
Figura 9 Impacto ambiental por hidrocarburo de sentina	27
Figura 10 Implementación de alternativas	28
Figura 11 Reglamentación nacional e internacional	29
Figura 12 Evacuación de desechos oleosos.	30
Figura 13 Alternativas aplicadas en las unidades	31
Figura 14 Eliminación de sentina al estero	32
Figura 15 Análisis del agua de sentina	33
Figura 16 Frecuencia de eliminación de desechos	34
Figura 17 Tratamiento de aguas de sentina	35
Figúra 18 Implementación de procedimientos al departamento de ingeniería.	36
Figura 19 Separador de aceite	42
Figura 20 Tanque de almacenamiento 35000 lts.	43
Figura 21 Cuadro de elementos de la Fragata	44
Figura 22 Cuadro de elementos de las Corbetas	45
Figura 23 Cuadro de elementos de las Lanchas	45

Figura 24 Cuadro de elementos de las Lanchas	46
Figura 25 Propuesta de diseño	46
Figura 26 Proceso después del almacenamiento	48

## ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1 Resultados de Hidrocarburos Disueltos y Dispersos del Petróleo	19
Tabla 2 Resultados biológicos obtenidos del análisis del agua de sentina	22
Tabla 3 Detalle de encuestas realizadas al personal de CODESC	26
Tabla 4 Impacto ambiental por hidrocarburo de sentina	27
Tabla 5 Implementación de alternativas	28
Tabla 6 Reglamentación nacional e internacional	29
Tabla 7 Evacuación de desechos oleosos.	30
Tabla 8 Alternativas aplicadas en las unidades	31
Tabla 9 Eliminación de sentina al estero	32
Tabla 10 Análisis del agua de sentina	33
Tabla 11 Frecuencia de eliminación de desechos	34
Tabla 12 Tratamiento de aguas de sentina	35
Tabla 13 Implementación de procedimientos al departamento de ingeniería.	36
Tabla 14 Datos técnicos de la planta de tratamiento	39
Tabla 15 Tabla de cotización de separadores de aceite	41
Tabla 16 Tabla de cotización	47

## ABREVIATURAS

- OMI: Organización Marítima Internacional
- UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura
- CPPS: Comisión Permanente del Pacífico Sur
- DIGEIM: Dirección General de Intereses Marítimos
- INOCAR: Instituto Oceanográfico de la Armada
- DIRNEA: Dirección Nacional de Espacios Acuáticos
- DIGMAT: Dirección General del Material
- OMI: Organización Marítima Internacional
- CODESC: Comandancia de Escuadra
- CARIPOL: Petroleum Pollution Monitoring Project
- PNUMA: Plan de Acción para el Pacífico Sudeste
- LAE: Lancha de la Armada del Ecuador
- BAE: Buque de la Armada del Ecuador
- $\mu\text{g/l}$ : Micro gramo por litro
- HDD: Hidrocarburos Disueltos y Dispersos
- CL50: Concentración Media Letal
- EPA: Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos
- IAEA: Agencia Internacional de Energía Atómica
- UNEP: Programa Ambiental de las Naciones Unidas
- PPB: Partes por Billón
- PPM: Partes por Millón
- FR: Frecuencia

- GL: Galones
- mm: Milímetros
- kg: Kilogramos
- m<sup>3</sup> /h: Metros cúbicos por hora

## RESUMEN

Esta tesis consta de tres capítulos, el primero menciona la fundamentación teórica de estudios realizados en el sector donde se encuentran todas nuestras unidades navales y normativas nacionales e internacionales que en lo posible por medio del ministerio de ambiente con el nuevo proyecto de Guayaquil ecológico, se está controlando a todas las entidades públicas y privadas de cumplir con las normas sobre el manejo de desechos peligrosos y evitar el impacto ambiental en el medio marino. El segundo capítulo diagnostica el problema actual que tienen las unidades navales. Por medio del Instituto Oceanográfico de la Armada; en el mes de julio del 2013 se realizó un análisis de campo donde se tomaron muestras de agua de sentina y de los estuarios del muelle para comprobar el grado de contaminación por hidrocarburos en el estero y que es una gran amenaza a futuro para la cadena marina del sector. El tercer capítulo trata sobre las propuestas que se planean implementar para evitar en lo posible la contaminación en el sector. Como primera alternativa se pretende colocar una planta separadora de desechos oleosos en cada unidad naval cumpliendo todos los procedimientos necesarios y por último una alternativa que sea a largo plazo para la institución, la cual es la implementación de un tanque de almacenamiento de desechos oleosos en el muelle con un circuito de tuberías con el equipamiento de bombas de drenaje para facilitar la descarga de efluentes de cada unidad naval.

## **ABSTRACT**

This thesis consist in three chapters, the first one is about the teoric fundamentation of different studies that had been done in the place where our vessels are and about the national and international regulations that where possible by the ministry of environment with it`s new proyect of “Guayaquil Ecológico” are controlling all the publics and privates entities to keep all the laws of the correct operation of hazardous waste and to avoid the environmental impact in the marine environment.

The second chapter diagnose the actual problem that our vessels actually have. The Navy Oceanographic Institute (INOCAR) during the last july did a detailed analysis where many samples of bilge water were taken and of the estuary next to the docks in order to check the level of contamination by hydrocarbons in the estuary the one that will be a great threat for the marine enviroment.

The third chapter is about the tentative proposals in order to avoid the marine contamination in the estuary. The first proposal is to put a processing plant of bilge water in each vessel to comply all the required procedures and finally a long period alternative for the institution that consist in a storage tank of oily waste in the dock with a piping circuit and the equipement of drain pumps to facilitate the effluent discharge in each unit.

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación busca proponer posibles soluciones para aportar con la preservación del medio ambiente marino mediante el cual primero se han realizado diversos análisis de varios estudios anteriores para sustentar la fundamentación teórica.

Se realizaron análisis químicos y biológicos tanto de las aguas del estero como de las aguas de sentina de las unidades navales con el propósito de determinar en qué nivel contaminan los hidrocarburos, aquel que provoca un mayor impacto negativo al ser vertidos directamente al estero.

La Escuadra Naval posee quince unidades que actualmente se encuentran operativas, estas unidades necesariamente generan gran cantidad de desechos oleosos y son descargados al estero sin previo tratamiento contaminando el medio marino. Las propuestas que se plantean son: la implementación de una planta de tratamiento en cada unidad para separar el agua del aceite o implementar un tanque con un circuito de tuberías con equipos de drenaje para facilitar la descargas de los desechos oleosos de las unidades y posteriormente contratar un servicio de recolección y transporte de agua de sentina evitando verter desechos en el estero y contribuir con la mitigación de la contaminación en el sector cumpliendo con el cuarto objetivo del actual Plan del Buen Vivir.

## **1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente se vive en una sociedad que carece de conciencia marítima aplicable al entorno en el que se desarrolla, siendo una de las actuales misiones de la Armada proteger y controlar el medio ambiente marítimo, este proyecto de investigación busca proponer posibles soluciones para la disminución de la contaminación provocada por el desalojo de desechos oleosos de sentina de las diferentes unidades de la Escuadra Naval, aportando de esta manera en el cumplimiento del cuarto objetivo del actual Plan Nacional del Buen Vivir que textualmente dice: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”.

## **2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

De acuerdo a los estudios realizados en el sector del estero del Muerto de la Base Naval Sur, se ha determinado que una de las principales causas de la contaminación son los desechos oleosos de sentina descargados por las unidades acoderadas a los muelles de la Base Naval Sur y cada año se presenta un incremento considerable en los niveles de contaminación por la descarga de hidrocarburos lo cual ocasiona un impacto ambiental negativo en el sector.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar cómo y en qué nivel contaminan los elementos químicos generados por los desechos oleosos de sentina en el sector del estero del Muerto en la Base Naval Sur.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar antecedentes sobre la documentación referida a la contaminación marina.
- Realizar un diagnóstico de cómo influyen estos desechos oleosos de sentina en el estero del Muerto de la Base Naval Sur.
- Establecer modelos alternativos que contribuyan a la disminución del índice de contaminación en las unidades al descargar los desechos oleosos al sector del estero del Muerto.

### **4. MARCO TEÓRICO**

Mediante la página web: (Blogspot, 2013, pp. 2-5) consultado el 12 de septiembre del 2013, se consideró la necesidad de definir ciertos términos que servirán de soporte en el desarrollo de esta tesis.

La contaminación ambiental constituye uno de los problemas más críticos en el mundo, esta puede ocasionarse por diversas causas o factores dependiendo del medio y surge cuando se produce un desequilibrio.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal.

Esta investigación está dirigida a la preservación del recurso agua y a los factores que contribuyen a su contaminación y se enfoca en la descarga de hidrocarburos, los mismos que se encuentran presentes en las aguas de sentina, la cual es la parte más baja de los buques separada por secciones donde se almacenan todos los residuos oleosos tales como: detergentes, aceites, combustibles y agua, que son producidos constantemente por las embarcaciones, los mismos que son descargados directamente al estero.

## **5. HIPÓTESIS**

### **5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Evitando la descarga de sentinas de los buques de la Escuadra Naval al estero del Muerto se reducirá la contaminación sectorial.

## **5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Los agentes químicos de la sentina afectan más al sector que los agentes externos.
- La descarga de desechos oleosos de las unidades navales descargadas al estero del Muerto aporta en un 70% a su contaminación total.

## **6. METODOLOGÍA**

La presente investigación está basada en una investigación de tipo inductiva y analítica; determinada mediante el (Saltos, 2011) libro de proyectos de la UNINAV. La inducción va de lo particular a lo general. Empleamos el método inductivo cuando de la observación de los hechos particulares obtenemos proposiciones generales, por el mismo que establece un principio general una vez realizado el estudio y análisis de hechos y fenómenos en particular. La inducción es un proceso mental que consiste en inferir de algunos casos particulares observados, la ley general que los rige y que vale para todos los de la misma especie. En el caso de esta investigación primero se tomaron muestras de las aguas del estero y de las aguas de sentina de las unidades navales, luego se realizó diversos análisis químicos y biológicos por lo que se determinó que en efecto la descarga directa de agua sentina que está ocasionando un impacto negativo a la biodiversidad marina del sector. De lo particular tomamos el efecto en medida de descarga de cada unidad de la Escuadra, para posteriormente

inferir la contaminación global que generan las unidades de superficie en su muelle base y en el estero sobre el cual se encuentran asentadas.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 ANTECEDENTES DE LA CONTAMINACIÓN.

La contaminación del mar es un tema mundial de gran interés dentro de la preservación del medio ambiente, que abarca muchos factores que afectan a todos los seres vivos. En la actualidad uno de las principales objetivos de organizaciones a nivel mundial como: La Organización Marítima Internacional (OMI), La Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura (UNESCO) y la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), es la protección de este medio por lo que constantemente se realizan proyectos e investigaciones a fin de contribuir con la disminución de la contaminación y sobre todo para la preservación del medio ambiente para las futuras generaciones.

En nuestro país el tema de la contaminación ha sido analizada por varios años, en especial la preservación del medio ambiente que es una obligación de todos, como se establece (Asamblea Constituyente, 2008) mediante el Título II: Derechos, señalado en el Capítulo Séptimo: Derechos de la Naturaleza y en el Título VII: Régimen del Buen Vivir especificado en el Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales, donde se indican todos los deberes y obligaciones de las personas para con la naturaleza, la "*Pacha Mama*", de la cual somos todos parte, para tal efecto se ha

considerado necesario realizar estudios por instituciones nacionales en nuestras aguas, a fin de detectar las principales causas de esta problemática y proponer las respectivas soluciones que contribuyan con el mejoramiento de la calidad de vida de nuestra sociedad.

La Armada del Ecuador, ha liderado el tema de la contaminación a través de instituciones como la Dirección General de Intereses Marítimos (DIGEIM) y el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) buscando alternativas para prevenir o disminuir la contaminación producida por los desechos oleosos de las embarcaciones a flote, poblaciones costeras y ribereñas; sin embargo no ha existido una actitud decisiva para la solución del problema.

Es necesario que para el desarrollo de esta investigación se recopile información y datos obtenidos en estudios anteriores para dar mayor credibilidad a nuestra realidad, ya que en los últimos años se han propuesto varios métodos pero que por diversos factores como la falta de iniciativa o económicos han quedado sin resolver.

De acuerdo al estudio realizado por la Ingeniera Carmen Palacios en octubre del 2008 cuyo tema es: "ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE EVALUACIONES AMBIENTALES SOBRE EL IMPACTO OCASIONADO POR ACODERAMIENTO DE EMBARCACIONES EN MUELLE Y ACTIVIDADES DE DRAGADO", se determinó que eventualmente existe contaminación provocada por las diversas actividades que realizan los buques que se alojan en el estero del Muerto.

Los resultados afirman que la calidad del agua se ve afectada por descargas domésticas y de tipo industrial pero mayormente por los hidrocarburos que se vierten directamente sin tratamiento previo atacando directamente a la biodiversidad marina impidiendo el desarrollo saludable de las especies acuáticas del sector.

Como objetivo de la investigación, se plantearon diversas medidas de mitigación que estarían diseñadas especialmente para prevenir y disminuir en lo posible este problema y que aporten con la recuperación del estero. Es importante recordar que la Armada dentro de sus políticas tiene como objetivo la preservación y conservación del ambiente marino.

A corto plazo se propuso que se recogiera las aguas residuales producidas por los buques en vehículos tanqueros por tierra o por embarcaciones que serían conectadas mediante mangueras para la recolección por mar, teniendo en cuenta que esta medida sería temporal hasta que se elabore la implementación de una planta de tratamiento en tierra. Por otra parte se consideró la total prohibición de la descarga de todo tipo de sustancia nociva desde la borda de los buques así como también la descarga de aguas de sentina en el estero.

A largo plazo se estableció la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales tanto en los buques de la Armada como en los muelles de la base naval, que actualmente están siendo descargadas sin ningún tratamiento previo, de esta manera estaríamos cumpliendo como Institución que tiene como tarea preservar el mar y sus intereses.

Por otro lado, referente al trabajo realizado por el Sr. TNNV- UN Vicente Imaicela y el Sr. TNNV- UN Gonzalo Rueda, cuyo tema es: “CONTAMINACIÓN MARINA PRODUCIDA POR LOS BUQUES DE LA ARMADA. FACTORES QUE ORIGINAN LA CONTAMINACIÓN MARINA POR PARTE DE LOS BUQUES DE LA ARMADA”, está enfocado directamente en la problemática de la contaminación provocada por los buques de la Armada, en el cual primero se determinan los principales factores que influyen en este problema que son: la falta de concientización en todos los aspectos, la deficiencia de equipos en los buques y la falta de plantas receptoras en puerto para aguas oleosas.

Como primer punto se analiza la falta de concientización, y según los resultados esto se da ya que la dotación de estos buques no tiene conocimiento del nivel de contaminación y como afectan estos residuos al ser expulsados directamente al estero, si éste no fuese el caso la misma tripulación insistiera en establecer medidas correctivas para prevenir estos resultados que hoy en día podemos observar. Varios repartos de la Institución como la Dirección Nacional de Espacios Acuáticos (DIRNEA), encargadas del control de la contaminación afirman que no han encontrado ninguna clase de normativa interna que esté directamente enfocada en controlar esta actividad, más aún alguna que esté dirigida a la determinante prohibición de actividades que afecten al deterioro del ecosistema marino.

Se debe tomar en cuenta que esta concientización debe estar presente en todos nosotros ya que como Institución, también somos encargados de precautelar la seguridad del medio ambiente marino así como de sancionar

las actividades que no estén acordes a lo permisible, mas que nada se refiere a la calidad moral con la que se procede a tomar acciones correctivas, ya que no sería adecuado sancionar a otros si somos nosotros quienes estamos incumpliendo con estas normativas.

Por otra parte también se debe considerar que nuestras unidades a flote no poseen ningún tipo de mecanismo interno para el tratamiento de estas aguas oleosas, actualmente solo las Fragatas tipo *Leander* constan con filtros ubicados en la sala de máquinas, sala de calderas y sala de generadores, pero estas a su vez se encuentran fuera de servicio desde que arribaron a Ecuador desde Chile, por razones económicas no se han podido poner nuevamente en servicio, aunque últimamente se han estado realizando proformas de cotización para la adquisición de los componentes que al ser reemplazados, pondrían en funcionamiento el sistema, aunque esto solo solucionaría el problema en las Fragatas, lo ideal sería que se implemente este tipo de sistemas o tanques de almacenamiento en todas las unidades, así como establecer modelos para el correcto manejo de estos desechos siguiendo el proceso de: descarga, almacenamiento, recolección y eliminación en los otros buques para poder reducir en mayor parte esta contaminación.

Esta breve introducción nos indica que como resultado de varios estudios se ha comprobado que eventualmente existe contaminación provocada por toda clase de buques y por diversos factores externos sean estos domésticos o industriales. Es responsabilidad de todos preservar

nuestro medio ambiente y sus recursos para poder dejar a futuras generaciones un mejor lugar para vivir.

## **1.2 MARCO LEGAL**

Parte fundamental de este trabajo, es analizar las leyes que sustentan de alguna manera esta investigación, sobre todo dar a conocer todas las normas y reglamentos de las cuales la Armada está sujeta a cumplir y hacer cumplir, relacionados a la protección del medio en el que se vive. Se tomará como referencia el trabajo realizado por la Dirección General del Material(DIGMAT, 2009, p. ANEXO A), el cual incluye todo el marco legal y entidades reguladoras de estas normas, las mismas que sirven como fundamentación legal de las cuales se rige este trabajo.

En lo que respecta esta segunda parte primero se detallan los diferentes organismos que están directamente encargados de controlar todo lo referente a las actividades que aporten con la contaminación del medio ambiente, tanto en el sector público como privado, por lo que se puede confirmar que todas las acciones de los buques de la Armada que estén relacionadas con estas actividades serán sometidas a criterios de evaluación e inspección donde se puede ser sancionado por parte de estos organismos.

Todos estos organismos se rigen en las políticas básicas ambientales del Ecuador donde claramente en sus artículos está escrito que se dará especial prioridad a las actividades de prevención y control que eviten la degradación del medio ambiente, así como de establecer programas encaminados a

eliminar la pérdida de la biodiversidad y detener el crecimiento de la contaminación del aire, agua y suelo.

También se incluyó la definición de que es la “protección del medio ambiente”, ya que primero habla sobre las normas, leyes, reglamentos y programas que en conjunto están direccionados al mismo fin, luego describe que esa tarea es conjunta, es decir, que su conservación es responsabilidad del Estado, la comunidad, del sector público y privado.

La Armada del Ecuador también está en el compromiso de primero cumplir y luego hacer cumplir con estas normativas, para ser una institución transparente consciente del daño que diversas actividades a largo plazo podrían ocasionar en nuestro medio. Debemos tomar en cuenta que hace ya muchos años se han propuesto varios proyectos encaminados a solucionar este problema pero que por varias razones tales como falta de presupuesto o negligencia estos han quedado aplazados y con el transcurso de los años estas propuestas han sido archivadas por lo que la realidad está en la falta de preocupación o más bien el esperar que se presenten problemas legales con organismos externos para recién tomar acción de este problema actual que nos está afectando a todos.

Instituciones como la Dirección Nacional de Espacios Acuáticos (DIRNEA), mediante sus frecuentes operativos realizados dentro de nuestro mar territorial, se encarga de controlar todas las actividades que no estén acordes o que no estén dentro de los parámetros establecidos, así como

aquellas que atenten contra la seguridad del medio ambiente marino, a su vez el de sancionar el incumplimiento de estos procedimientos.

Es lamentable el solo pensar que esta manera de proceder se da ya que generalmente la Armada es la autoridad reguladora, pero a pesar de esto se debe tomar muy en cuenta que en cualquier momento todo el peso de la ley pueda recaer en la institución de ser evaluados o inspeccionados por otra entidad y posiblemente sea muy tarde para recién proponer soluciones a un problema que seguramente se podría solucionar hoy.

En fin, esta investigación está basada en todos estos marcos legales y mediante la problemática actual, está enfocada en dar alternativas para atenuar y dar soluciones favorables para nuestra institución y contribuir en el desarrollo del país, a continuación se nombrarán todas las leyes antes explicadas:

Mediante el convenio de la Organización Marítima Internacional(OMI, 2002, p. ANEXO B) para prevenir la contaminación producida por los buques se establecen diversos estatutos internacionales de las cuales todos los países están sujetos a cumplir, las cuales se encuentran definidas en el ANEXO-1-CAPÍTULO II – NORMAS PARA CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN EN CONDICIONES DE SERVICIO especificadas en la REGLA 9 (Control de las descargas de hidrocarburos) y REGLA 12 (Instalaciones y servicios de recepción); y ANEXO 2 REGLA 2 (Ámbito de aplicación).

## CAPÍTULO II

### DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 2.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

##### DESCRIPTIVO- EXPLICATIVO

La presente investigación describe las condiciones actuales de los estuarios de los muelles de la Base Naval Sur donde se encuentran todas las unidades navales, mediante análisis químicos donde se determinaron grandes concentraciones de hidrocarburos que generan un gran impacto ambiental en la zona y análisis biológicos de toxicidad de los microorganismos como los fitoplancton "*Tetrasalmis sp*" los cuales pertenecen a la primera cadena alimenticia de los seres vivos, en especial a los peces del estero, los cuales sirven para la pesca artesanal de la población y son un medio de vida.

##### TIPO DE INVESTIGACIÓN

**Investigación de Campo:** Para efecto de sustentar este proyecto se examinará la situación actual del estero del muerto, visitando el lugar físicamente, para verificar los problemas que acontecen en este sector. Se realizó investigación bibliográfica en lo que respecta a reportes, análisis y estudios de acontecimientos en el sector del estero del muerto, y verificación de teorías y definiciones relacionadas con el tema del proyecto.

## SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente la Escuadra Naval no tiene ninguna alternativa para atenuar la contaminación de los desechos oleosos de sentina que generan todas las unidades navales que están conformadas por 02 Fragatas, 06 Corbetas, 03 Lanchas, 02 Submarinos y 04 unidades auxiliares de las cuales, solo las Fragatas tipo *Leander* poseen separadores de agua y aceite que se encuentran obsoletos y el mecanismo no es acorde con las normas que exige la Organización Marítima Internacional (OMI).



Figura 1 **Separador de agua y aceite**

Fuente: Fragata Morán Valverde

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

Se puede notar las instalaciones y lugares amplios para implementar alternativas donde se recolectarían todos los desechos oleosos de sentina.



Figura2 **Instalaciones de CODESC**

Fuente: Comandancia de Escuadra

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

Las instalaciones de la Comandancia de Escuadra (CODESC), son muy amplias por lo que el espacio físico no sería un impedimento para implementar cualquier tipo de alternativas tales como: tanques de almacenamiento, planta de tratamientos, circuitos internos, entre otros; que estarían contribuyendo con la descontaminación del estero del Muerto.



Figura3 **Instalaciones de CODESC**

Fuente: Comandancia de Escuadra

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

Actualmente el departamento de ingeniería de las unidades navales, realiza una inspección visual y manual en las salas de máquinas para que estos desechos oleosos de sentina no lleguen a un nivel muy alto de contaminación.



Figura4Sala de máquinas

Fuente: Fragata Morán Valverde

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

En el mes de julio del 2013 se realizó un trabajo de campo donde se hicieron varios análisis en los muelles de la Base Naval Sur, los cuales se detallan a continuación:

## 2.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

### 2.2.1 ANÁLISIS QUÍMICO:

Agua del Estero Salado:

Mediante el informe (INOCAR, Julio, 2013, pp. 21-23) se determinaron hidrocarburos disueltos y dispersos en las muestras de agua recolectadas en el estuario, para lo cual se aplicó el método espectrofluorométrico, utilizando n-hexano como extractor y criseno como patrón de comparación, (Método sugerido en el Manual de CARIPOL y aplicado en el “Plan de Acción para el Pacífico Sudeste (PNUMA - CPPS). Rango: 0.1 – 10.0 ppb.

Tabla 1

**Resultados de Hidrocarburos Disueltos y Dispersos del Petróleo en aguas de sentina y del Estero Salado. Base Naval Sur.**

<b>CÓDIGO MUESTRA</b>	<b>SITIO DE TOMA DE MUESTRA</b>	<b>CONCENTRACIÓN HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS DEL PETRÓLEO (µg/l)</b>
A-0396-13	Agua estuarina muelle “LAE QUITO”	8,32
A-0395-13	Agua estuarina muelle “BAE MORÁN VALVERDE”.	38,63
A-0397-13	Agua de sentina submarino “SHYRI”	446,07
A-0393-13	Agua de sentina “BAE MORÁN VALVERDE”	Color amarillo rojizo con olor a diesel (muestra 100% residuo de combustible).
A-0394-13	Agua de sentina “LAE QUITO”	Color negro con olor y presencia de residuos 100% combustible.

Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada  
 Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

Según los resultados obtenidos los niveles de contaminación se encuentran por encima del límite permisible estimado por la UNESCO (Gonzalez, Julio 2013, págs. 22-24) que es de 10 µg/l para aguas superficiales, por lo que estas concentraciones podrían estar afectando a los organismos del sector las cuales son atribuidas a la actividad de navegación de las numerosas embarcaciones y al posible achique de los residuos de sentina. Además los valores obtenidos están muy por encima de los reportados en otros países como en la costa pacífica panameña donde se ha detectado valores de 11.9 µg/l, en el Litoral Chileno, 21.27 µg/l, en aguas del Golfo de México, 20.0 µg/l, Costa Norte de Cuba, 20 µg/l, y Costa de Jamaica, 15 µg/l.

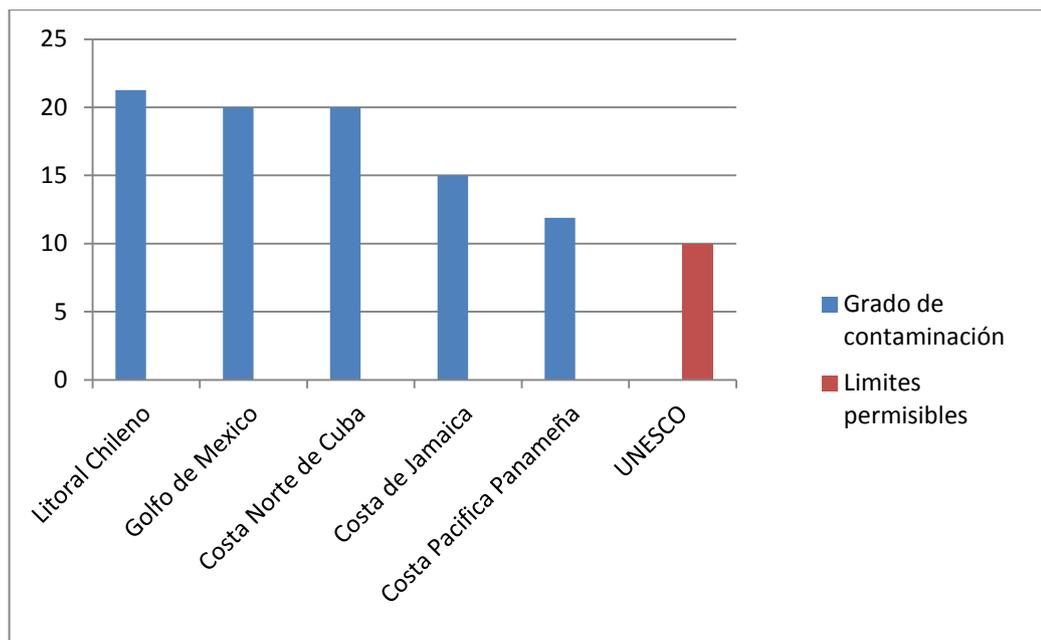


Figura5 Cuadro comparativo de algunos países de América

Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

En el agua del Estero Salado se determinaron hidrocarburos disueltos y dispersos en las muestras de agua recolectadas en el estuario, para lo cual explicamos en la siguiente tabla:

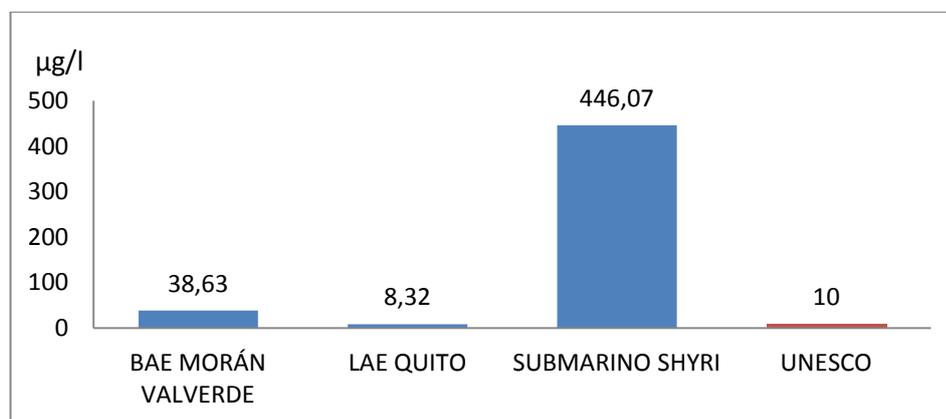


Figura6 Concentración de hidrocarburos disueltos y dispersos de petróleo en el estuario de cada unidad.

Fuente: Base Naval Sur

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## **AGUA DE SENTINA:**

En relación a las muestras de sentina recolectadas en el interior de las embarcaciones del BAE MORÁN VALVERDE y LAE QUITO, presentaron residuos de combustible (HDD) en elevadas concentraciones (100%).

### **2.2.2 ANÁLISIS BIOLÓGICO:**

#### **AGUA DE SENTINA:**

Se realizó (INOCAR, Julio, 2013, pp. 23-25) un análisis para medir el grado de toxicidad, para lo cual se adjuntan los valores de la Concentración Media Letal (CL<sub>50</sub>) en las muestras de agua de sentina de los buques “Morán Valverde” y Lancha Misilera “Quito”, se aplicó el método estadístico de Bliss en Stora, G. (1974), utilizando diferentes concentraciones de las muestras para observar sobrevivencia y mortalidad de las células fitoplanctónicas “*Tetraselmis sp.*”, cada 24 horas durante 96 horas de exposición. Método recomendado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), por la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP).

Tabla 2

**Resultados biológicos obtenidos del análisis del agua de sentina**

ORIGEN DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	VALOR DEL CL <sub>50</sub> ppm	VALOR DE LA CURVA DE MORTALIDAD PARA LAS CÉLULAS ENSAYADAS
BAE "MORÁN VALVERDE"	Agua de Sentina	Color amarillo rojizo con olor a residuos de combustible	20.40	$Y = 4.9568 + 1.425019(X - 1.2552)$
LANCHA MISILERA "QUITO"	Agua de Sentina	Color negro con olor a residuos de combustible	8.65	$Y = 5.2778 + 0.7598210(X - 1.3026)$

Fuente: Base Naval Sur

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

El valor obtenido de toxicidad fue de CL<sub>50</sub> = 20.40 ppm del agua de sentina del BAE MORÁN VALVERDE, que corresponde a concentraciones no aceptables dentro de la escala de toxicidad para aguas que podrían ser agregadas al Estero Salado, de la misma forma el grado de toxicidad del agua de sentina de la Lancha Misilera "QUITO" con CL<sub>50</sub> = 8.86 PPM, que representa alto grado de toxicidad, lo que significa que estas grandes concentraciones afectan la sobrevivencia de los organismos que habitan en las aguas marinas y estuarinas, que son atribuidas a las actividades de las embarcaciones acoderadas en la Base Naval Sur.

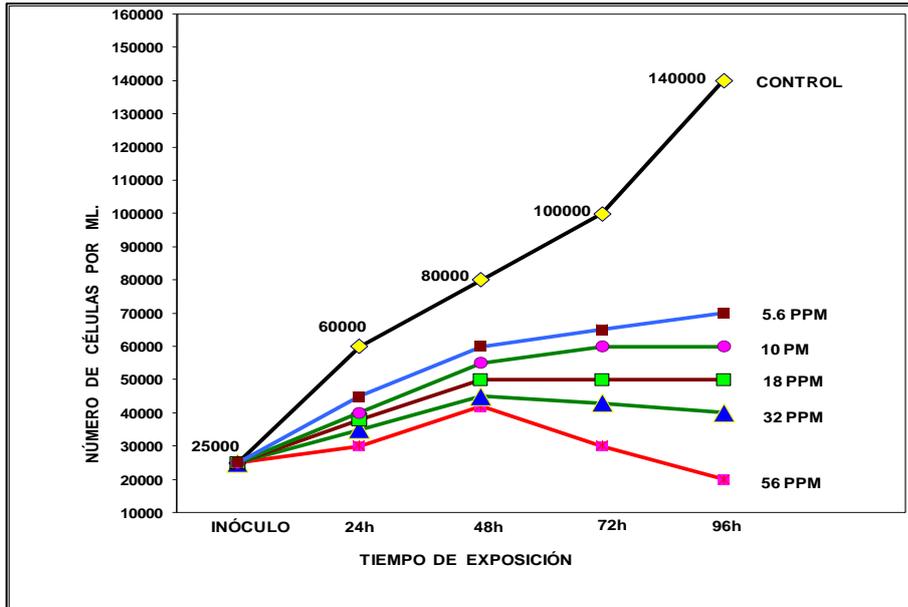


Figura7 Tasa de mortalidad observada (96hrs) de la especie fitoplancton con agua de sentina del "BAE Morán Valverde"

Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

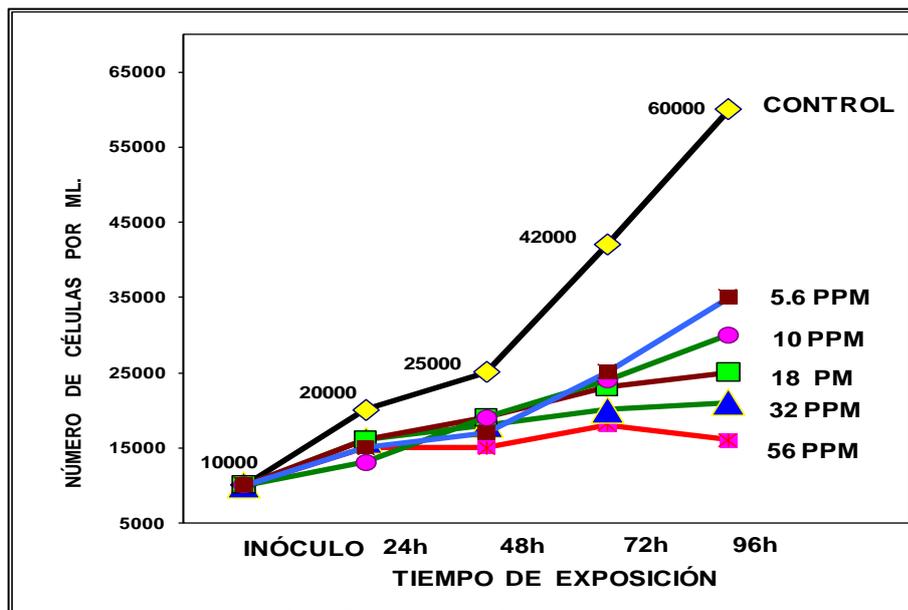


Figura8 Tasa de mortalidad observada (96hrs) de la especie fitoplactón con agua de sentina del "LAE Quito"

Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## **2.3 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

### **CUANTITATIVO**

En el desarrollo de la investigación se comprueba datos estadísticos mediante comprobación numérica.

## **2.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Los métodos de investigación desarrollados por éste paradigma son:

- Método Ex post facto (Pre experimental)
- Método Experimental

## **2.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **EXPERIMENTAL, TRANSECCIONAL DESCRIPTIVO**

El análisis de la investigación está limitada en la variable independiente que es la contaminación, y se recolectarán datos a fin de describir variables derivadas de esta problemática y realizar comparaciones de los parámetros posteriormente definidos en el estudio de las aguas de sentina en los estuarios de los muelles de CODESC.

## 2.6 POBLACIÓN Y MUESTRA

### 2.6.1 POBLACIÓN

La población se limita a los departamentos de ingeniería de todas las unidades navales de CODESC tomando en consideración el personal de tripulación y señores oficiales, determinando 1000 personas de población. Las encuestas serán distribuidas en todas las unidades de la escuadra, con los siguientes parámetros:

- **Elemento de estudio:** Personal de tripulación del departamento de ingeniería de los buques de la Escuadra Naval.
- **Unidad de muestra:** Personal de guardia.
- **Alcance:** Comandancia de la Escuadra.
- **Tiempo:** 18, septiembre, 2013

### 2.6.2 MUESTRA

Por medio(Solís, 2008, p. 27) de la siguiente fórmula se determina el número de personas a encuestar cuyas variables están relacionadas con el grado de confiabilidad del 90% y la constante de corrección cuyo valor es de 1.64.

Se aplica la fórmula:

n: Tamaño de muestra  
N: Población  
E: Margen de error  
K: Constante de corrección del error =2  
PQ: Varianza =0.25

$$n = \frac{PQN}{\frac{(N-1)E^2 + PQ}{K^2}}$$

$$n = \frac{0.5 * 0.5 * 1000}{\frac{(999)0.10^2 + 0.5 * 0.5}{1.64^2}}$$

$$n = 63$$

Tabla 3

**Detalle de encuestas realizadas al personal de CODESC**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL	MUESTRA
FRAGATAS MISILERAS (02)	430	16
CORBETAS MISILERAS (05)	450	15
LANCHA MISILERAS (03)	50	14
AUXILIARES (04)	40	13
SUBMARINO (01)	30	5
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>	<b>63</b>

Fuente: Comandancia de Escuadra

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## 2.7 RECOLECCIÓN DE DATOS

### 2.7.1 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

Se levantó información mediante una encuesta que consta de 10 preguntas (Véase en el anexo C) obteniéndose los siguientes resultados:

## PREGUNTA #01

- ¿Conoce usted sobre el impacto ambiental que generan los hidrocarburos de sentina?

Tabla 4

### Impacto ambiental por hidrocarburo de sentina

	FR.	%
<b>SI</b>	52	82,54%
<b>NO</b>	11	17,46%
<b>Total</b>	63	100%

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

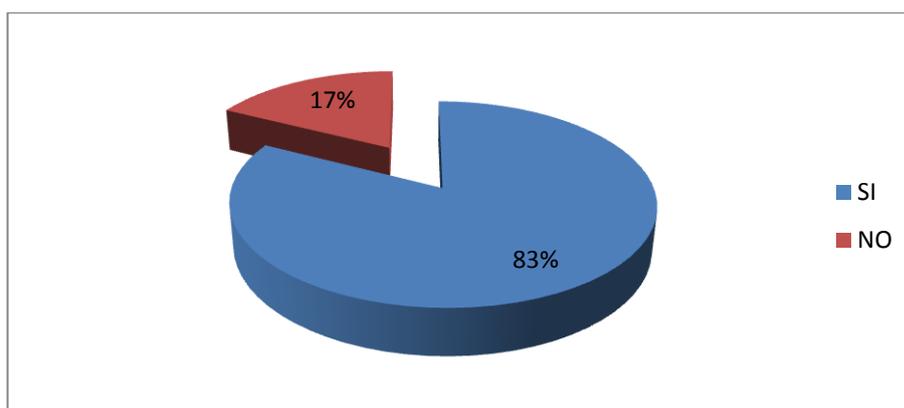


Figura 9 **Impacto ambiental por hidrocarburo de sentina**

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## ANÁLISIS

Se determinó que gran parte del personal de la Escuadra está consciente del daño y efecto negativo que producen los desechos de sentina. Se puede concluir que la problemática a la cual está enfocada, no se deriva de la falta de concientización o capacitación.

## PREGUNTA #02

¿Cree que es necesario implementar alternativas para atenuar el impacto ambiental que genera la sentina?

Tabla 5  
**Implementación de alternativas**

	FR.	%
<b>SI</b>	63	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>Total</b>	63	100%

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

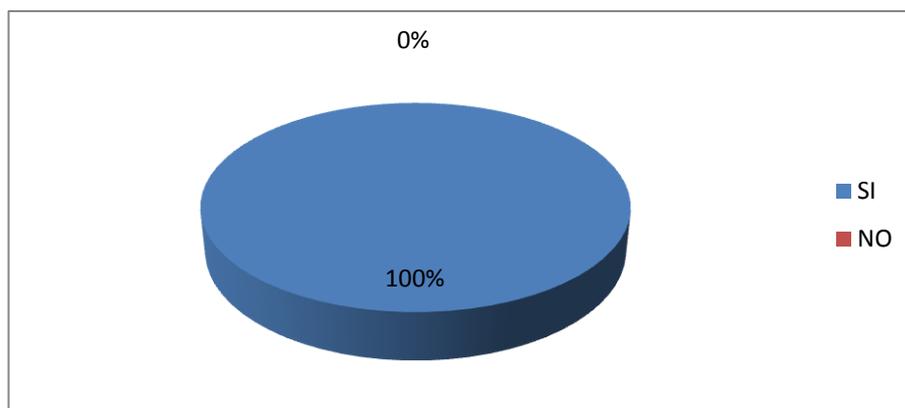


Figura10 **Implementación de alternativas**

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## ANÁLISIS

Los resultados muestran claramente que el personal en su totalidad está de acuerdo con la necesidad de implementar un sistema para atenuar la contaminación; esto se deriva del pleno conocimiento del personal acerca de las consecuencias de esta problemática.

### PREGUNTA #03

¿Conoce usted sobre la reglamentación nacional e internacional referente a la contaminación marina?

Tabla 6  
**Reglamentación nacional e internacional**

	FR.	%
<b>SI</b>	22	34,92%
<b>NO</b>	41	65,08%
<b>Total</b>	63	100%

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

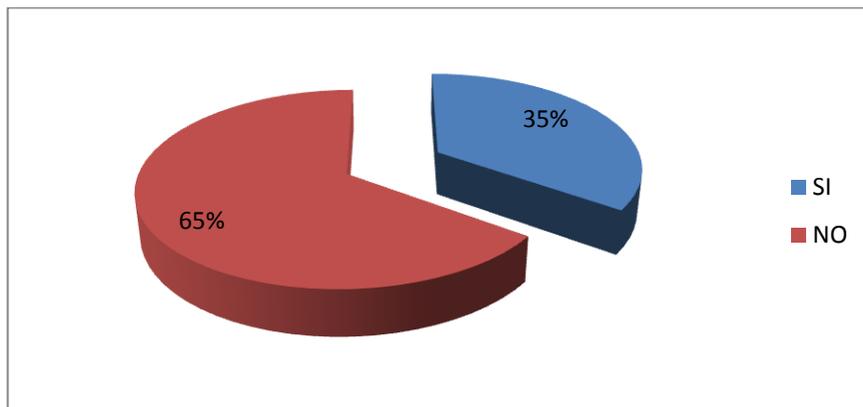


Figura 11 **Reglamentación nacional e internacional**  
Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

### ANÁLISIS

Como es notable según los resultados, gran parte del personal desconoce acerca del ámbito legal a la cual está sujeta la institución; todas las actividades de nuestros buques que atenten contra la conservación del medio marino están en criterio de evaluación y por lo tanto a ser sancionada.

## PREGUNTA #04

¿Realizan un proceso para almacenar los desechos oleosos de sentina y evacuarlos de la unidad sin contaminar el medio ambiente?

Tabla 7

	FR.	%
<b>SI</b>	7	11,11%
<b>NO</b>	56	88,89%
<b>Total</b>	63	100%

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

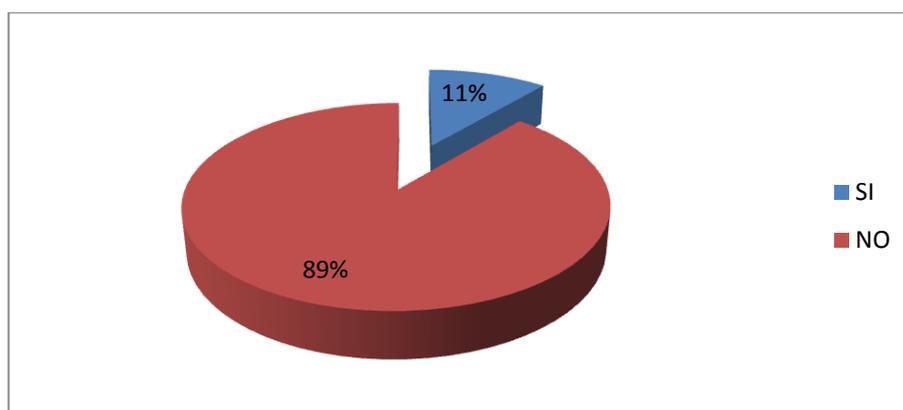


Figura 12 Evacuación de desechos oleosos.

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## ANÁLISIS

Claramente se puede observar que nuestra institución en la actualidad no cuenta con los medios necesarios para almacenar los desechos oleosos de sentina sin que estos contaminen el ambiente, procediendo normalmente a evacuarlas directamente al estero.

## PREGUNTA # 05

¿Conoce usted sobre una alternativa realizada actualmente para tratar las aguas de sentina antes de ser descargadas?

Tabla 8  
**Alternativas aplicadas en las unidades**

	FR.	%
<b>SI</b>	12	19,05%
<b>NO</b>	51	80,95%
<b>Total</b>	63	100%

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

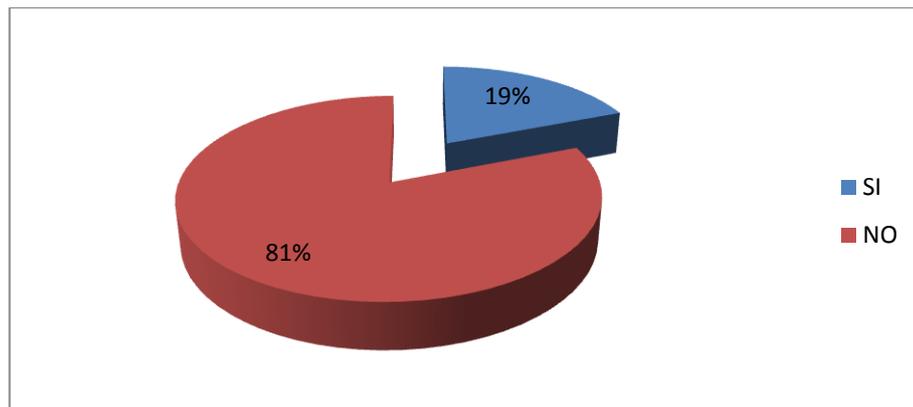


Figura 13 **Alternativas aplicadas en las unidades**  
Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## ANÁLISIS

De acuerdo a los resultados adquiridos por el personal de la escuadra se puede sustentar el tema de tesis, la cual, demuestra que es necesaria la implementación de alternativas para disminuir la contaminación que actualmente realizan nuestros buques en las aguas del estero.

## PREGUNTA #06

¿Qué cantidad de agua de sentina se elimina diariamente en su unidad?

Tabla 9

### **Eliminación de sentina al estero**

	FR.	%
<b>Entre 0-30 GL</b>	25	39,68%
<b>Entre 30-60 GL</b>	14	22,22%
<b>Entre 60-100 GL</b>	9	14,29%
<b>De 100 GL en adelante</b>	15	23,81%
<b>Total</b>	63	100%

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

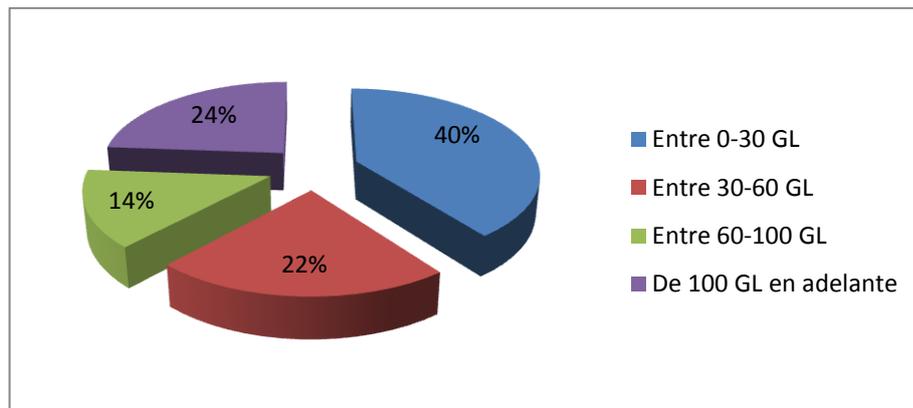


Figura 14 **Eliminación de sentina al estero**

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## ANÁLISIS

Se puede confirmar que las unidades navales generan desechos oleosos en diversas cantidades dependiendo de la unidad, al encontrarse atracados en la base sur, es importante evitar la descarga de estos agentes contaminantes en el estero en grandes cantidades.

## PREGUNTA #07

- ¿Alguna vez se ha hecho algún examen físico, químico o biológico de estas aguas?

Tabla 10

### Análisis del agua de sentina

	FR.	%
<b>SI</b>	4	6,35%
<b>NO</b>	59	93,65%
<b>Total</b>	63	100%

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

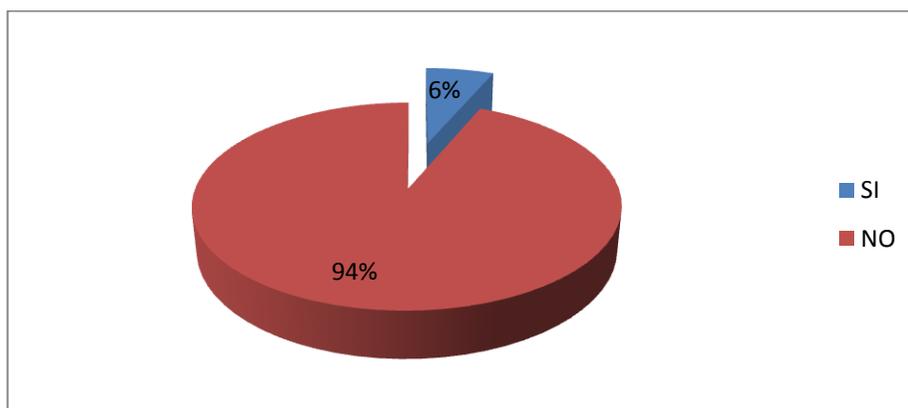


Figura 15 **Análisis del agua de sentina**

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## ANÁLISIS

En estos resultados se puede determinar claramente que nuestra institución, recién está tomando cartas en el asunto sobre el estudio de los estuarios de nuestros muelles y como están contaminando nuestras unidades en respuesta a los requerimientos establecidos por las entidades ambientales.

## PREGUNTA #08

- ¿Cada qué tiempo se eliminan habitualmente estas aguas en Puerto Base?

Tabla 11  
**Frecuencia de eliminación de desechos**

	FR.	%
<b>Diariamente</b>	21	33,33%
<b>Cada semana</b>	15	23,81%
<b>Cada mes</b>	27	42,86%
<b>Total</b>	63	100%

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

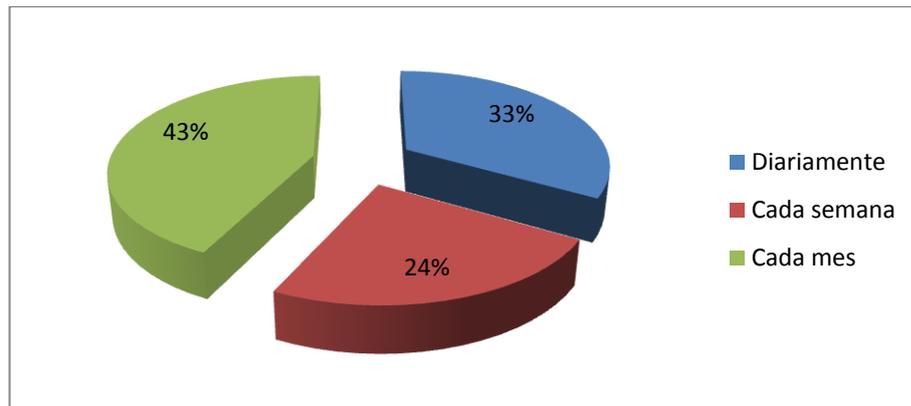


Figura 16 **Frecuencia de eliminación de desechos**  
Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## ANÁLISIS

La implementación de alternativas en la Escuadra Naval es de vital importancia por los resultados que nos generó esta pregunta, ya que los contaminantes de hidrocarburos se descargan constantemente en el transcurso del año y son perjudiciales para el ecosistema del sector.

## PREGUNTA #09

¿Reciben algún tipo de tratamiento estas aguas antes de ser eliminadas?

Tabla 12

### Tratamiento de aguas de sentina

	FR.	%
<b>SI</b>	0	0%
<b>NO</b>	63	100%
<b>Total</b>	63	100%

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

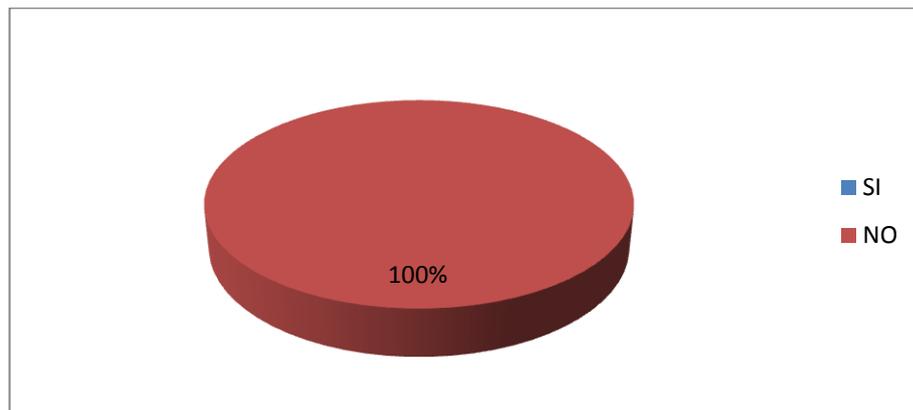


Figura 17 **Tratamiento de aguas de sentina**

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## ANÁLISIS

Son notables los datos que generó esta pregunta realizada al personal encargado del departamento de ingeniería de las unidades, en el cual no existe medida alguna para llevar un tratamiento de estos desechos, es decir, son vertidos al estero directamente ocasionando un gran impacto ambiental al ecosistema marino del sector.

## PREGUNTA #10

¿Cree usted que se debería implementar un procedimiento en el departamento de ingeniería para el correcto manejo de agua de sentinas, a fin de evitar la contaminación?

Tabla

### **Implementación de procedimientos al departamento de ingeniería.**

	FR.	%
<b>SI</b>	62	98,41%
<b>NO</b>	1	1,59%
<b>Total</b>	63	100%

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

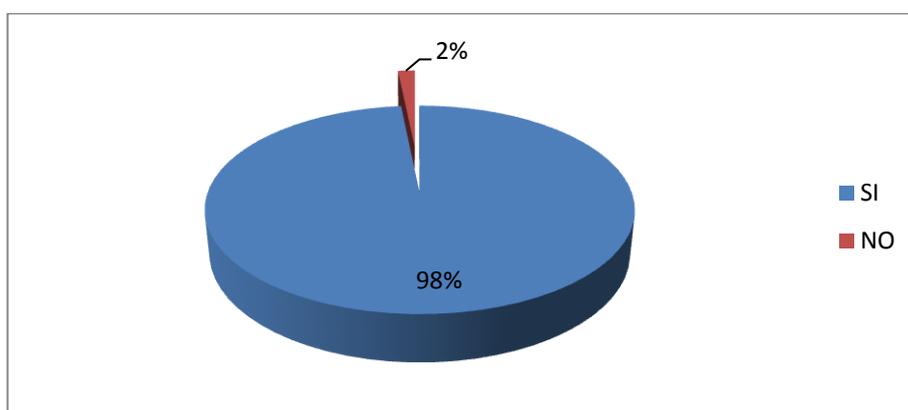


Figura18 **Implementación de procedimientos al departamento de ingeniería.**

Fuente: Encuesta al personal de ingeniería de CODESC

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## ANÁLISIS

Luego de haberse tabulado las preguntas anteriores, se llegó a la conclusión de que el mismo personal de ingeniería está de acuerdo en llevar un correcto manejo de estas aguas oleosas implementando alguna alternativa a fin de evitar la contaminación en el sector del estero del Muerto.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS ESPERADOS**

#### **3.1 OBJETIVO DE LAS PROPUESTAS**

Contribuir con los proyectos ambientales actuales establecidos por el estado los cuales se encuentran plasmados en el plan del buen vivir, mediante la implementación de alternativas capaces de disminuir la contaminación en el sector, que las unidades navales cotidianamente generan con sus sentinas.

#### **3.2 ALCANCE DE LAS PROPUESTAS**

Este proyecto pretende conseguir la colaboración de todo el personal naval que se encuentre prestando servicios en las unidades navales, que hasta ahora solo se realiza esta actividad vertiendo estos desechos al estero, permitiendo de este modo, reciclar mayores cantidades de aceite y respetando al mismo tiempo el medio ambiente. Se trata de evitar la contaminación creciente del estero del muerto involucrando a la Marina en lo que quiere actualmente el Estado con sus proyectos en marcha del “Plan del Buen Vivir”.

### **3.3 PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS**

En este capítulo se detallarán dos propuestas para atenuar la contaminación en el Estero del Muerto, las cuales se detallan a continuación:

#### **3.4 PROPUESTA 1**

##### **“IMPLEMENTACIÓN DE SEPARADORES DE SENTINA EN CADA UNIDAD NAVAL”**

###### **3.4.1 OPERACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

La bomba de alimentación centrífuga aspira por vacío el agua oleosa proveniente de las sentinas. Esto crea una depresión en la conducción de entrada de entre 3 y 5 metros. La bomba no precisa ser cebada, pues siempre se encontrará inundada. Tampoco necesita ninguna válvula de alivio o venteo, por ser de naturaleza centrífuga. Dado que el sistema trabaja por depresión en la alimentación, será de vital importancia que la tubería entre las sentinas y el equipo sea lo más estanca y hermética posible. El aire tenderá a penetrar libremente en la instalación si no se cumplen estos requisitos. También en la tubería de alimentación se encuentra un filtro con válvula anti retorno capaz de realizar una separación de las partículas mayores de 1/20 pulgadas.

El separador coalescente actúa debido a las diferentes densidades del agua y el aceite. Su carga interior media facilita la separación del aceite

hasta una concentración inferior a 10 ppm. El aceite es expulsado por la parte superior del depósito, al mismo tiempo que el aire y el vapor que pudieran encontrarse dentro del separador. El sensor de nivel detecta bajo nivel de agua cuando el aceite ocupa la capa superior de la mezcla, y entonces se abre la solenoide de entrada de agua fresca exterior y se cierran las solenoides de salida. Dos etapas de separación concurren en el mismo tanque.

- La primera se produce en la sección más externa del filtro que retira el aceite no separado en el, llevando la concentración de aceite hasta aprox. 10 ppm.
- La segunda es realizada en el filtro eliminador de emulsiones. En botella de fibra de vidrio, la carga de filtración puede ser carbón activado, en donde se eliminan las emulsiones que pudieran llegar hasta aquí.

### 3.4.2 ESTUDIO TÉCNICO

**Tabla 14**  
Datos técnicos de la planta de tratamiento

Modelo PETOIL	BOSS 0.5	BOSS 1.1	BOSS 2.2	BOSS 5.5	BOSS 10
Altura (mm)	1220	1420	1830	1880	2030
Frontal (mm)	760	760	910	1020	1580
Fondo (mm)	1070	1170	1520	1980	2440
Peso en vacío (kg)	317	408	816	1247	2042
Tratamiento (m <sup>3</sup> /h)	0'5	1'14	2'27	5'68	10'22
Carga de carbón activado filtro de emulsiones (kg)	27	50	114	227	454
Carga arena / filtro de emulsiones (kg)	42	84	166	331	662
Conexiones entrada –salida	¾" - ¾"	1" – ¾"	1½" -1"	1½" - 1½"	2" – 1 ½"

Fuente: Manual de empresa TOABADA  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

### 3.4.3 PROCESO PARA TRATAMIENTO PROPUESTO

Este proceso consiste en dar a conocer los separadores que necesita cada unidad en la escuadra naval que constará de:

#### FRAGATAS MISILERAS

Morán Valverde	Presidente Alfaro
----------------	-------------------

Cada sala deberá tener un separador el cual cumplirá la función de tratar los desechos oleosos, después de ser tratados serán vertidos al estero cumpliendo con las normas OMI, las cuales se detallan a continuación:

Sala de generadores	Sala de calderas	Sala de máquinas
---------------------	------------------	------------------

#### CORBETAS MISILERAS

Esmeraldas	Manabí	Los Ríos
El Oro	Galápagos	Loja

Estas unidades constan con dos salas las cuales se deben implementar los separadores para realizar el proceso, las cuales se detallan a continuación:

Sala de Máquinas de proa	Sala de Máquinas de popa
--------------------------	--------------------------

## LANCHAS MISILERAS

Guayaquil	Cuenca	Quito
-----------	--------	-------

Estas unidades constan de una sala de máquinas, en la cual debe ser incorporado un separador de agua y aceite.

## AUXILARES

Remolcador Chimborazo	Tanquero Atahualpa	Remolcador Calicuchima	Tanquero Quisquis
--------------------------	-----------------------	---------------------------	----------------------

Estas unidades constan de una sala de máquina, solo es necesario la implementación de un separador de agua y aceite.

En los equipos que se utilizará en los buques se contemplará el siguiente presupuesto:

Tabla 15  
**Tabla de cotización de separadores de aceite**

UNIDAD	CANTIDAD DE SEPARADORES	PRECIO
FRAGASTAS (02)	06	\$72000
CORBETAS (06)	12	\$144000
LANCHAS (03)	03	\$36000
AUXILIARES (04)	04	\$48000
TOTAL	25	\$300000

Fuente: Empresa TOABADA  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

La presentación del equipo obtenido (PETER TABOADA, 2013) que se va a utilizar en las unidades navales es el siguiente:



Figura 19 **Separador de aceite**

Fuente: Empresa TOABADA

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

Después de adquirir el equipo para las sentinas, se procederá a designar el personal responsable del funcionamiento correcto para que se puedan tratar los desechos oleosos que generan las sentinas y no descarguen contaminantes al estero del muerto.

La comandancia de escuadra es la directa encargada de que se cumpla con todos estos procesos en todo el sector del estero del muerto para evitar la contaminación.

### **3.5 PROPUESTA 2**

#### **“IMPLEMENTACIÓN DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS OLEOSOS DE SENTINA EN EL MUELLE”**

##### **3.5.1 DESCRIPCIÓN**

Está constituido por un tanque de almacenamiento en un sector del muelle y básicamente por bombas de achique accionadas por un motor eléctrico y eductores, por las tuberías que conforman el circuito de succión

con sus accesorios (filtros y válvulas check), que permiten achicar los líquidos desde las diferentes sentinas, la selección de la sentina a achicar se la realiza mediante *manifolds* de válvulas y por las tuberías que conforman el circuito de descarga con sus accesorios hacia el tanque que se va a implementar en el muelle. Achicar una sentina comprende la evacuación de una mezcla de diferentes líquidos, tales como: agua dulce, agua salada, aceites, diesel, detergentes; muchos de los cuales resultan altamente contaminantes para las aguas del estero cuando las unidades están en Puerto Base, razón por la cual se hace imprescindible evitar la evacuación de estos líquidos.

La presente propuesta tiene como objeto definir los requerimientos de los elementos necesarios para la implementación de un reservorio en tierra, facilitando la contratación de gestores ambientales que se dediquen a la compra de estos desechos oleosos.



**Figura 20 Tanque de almacenamiento 35000 lts.**  
Fuente: Puerto Marítimo de Guayaquil  
Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

Este tanque de almacenamiento se encuentra en el Puerto Marítimo de Guayaquil sin uso desde el año de 1998 y es un activo del estado, se debe hacer la gestión para hacer el traspaso a la Escuadra Naval como donación.

### 3.5.2 ESTUDIO TÉCNICO

#### ESCUADRÓN DE FRAGATAS

El sistema de achique de las unidades de este Escuadrón es a través de e ductores que utilizan la presión del circuito contra incendio para generar el vacío que aspira el agua de las diferentes sentinas, la misma que serán derivadas al tanque de almacenamiento y se debe realizar los siguientes trabajos y adquisiciones:

Cantidad	Elemento	Descripción
1	Circuito de succión desde el tanque de almacenamiento de mezclas oleosas	Este circuito se deberá diseñar y construir, partirá desde la parte más baja del tanque hasta la cubierta principal en donde terminará en una toma de acople rápido para la manguera del circuito del tanque de almacenamiento en el muelle.

Figura 21 Cuadro de elementos de la Fragata

Fuente: Comandancia de Escuadra

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

#### ESCUADRÓN DE CORBETAS

El sistema de achique que actualmente disponen las Unidades tipo Corbeta, evacúa los líquidos de las sentinas sin ningún tratamiento previo directamente al estero. Los materiales que se requieren para confeccionar un *by pass* en los circuitos de descarga de las dos bombas e instalar una toma para desalojo al muelle en la cubierta 100 popa son los siguientes:

Cantidad	Elemento	Descripción
1	Circuito de bypass a la descarga de la bomba de proa a la toma para desalojo en la cubierta 100.	Circuito que se utilizará cuando se evacue a tierra los líquidos de las sentinas utilizando la bomba de achique.
1	Circuito de bypass a la descarga de la bomba de popa a la toma para desalojo en la cubierta 100.	Circuito que se utilizará cuando se evacue a tierra los líquidos de las sentinas con la bomba de achique.
1	Toma de desalojo en la cubierta 100 popa	Toma en la que se conectará la manguera para el desalojo al tanquero. Toma a la que convergen los dos circuitos de bypass de las dos bombas.
1	Manguera de caucho con alma de acero.	Circuito temporal que se conectará por medio de acoples rápidos a la toma de desalojo de la cubierta 100 popa y que se fijara al circuito del tanque.

Figura 22 Cuadro de elementos de las Corbetas

Fuente: Comandancia de Escuadra

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## ESCUADRÓN DE LANCHAS

El sistema de achique que actualmente disponen las unidades tipo Lanchas Misileras, evacúa los líquidos de las sentinas sin ningún tratamiento previo directamente al estero, el agua de las sentinas será evacuada al tanque en tierra. Las modificaciones a realizarse para este objetivo son:

Cantidad	Elemento	Descripción
1	Manguera de 1"	Manguera flexible de caucho y lona de 1" con acoples rápidos para succión y descarga, cantidad 40 metros; que servirá para la maniobra de achique con la bomba neumática que se acoplará al circuito tanque de almacenamiento del agua de sentina en tierra. Se estima un achique por semana con un volumen aproximado de 200 galones por Unidad.

Figura 23 Cuadro de elementos de las Lanchas

Fuente: Comandancia de Escuadra

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

## AUXILIARES

El sistema de achique que actualmente disponen los auxiliares, evacúa los líquidos de las sentinas sin ningún tratamiento previo directamente al estero. Los materiales que se requieren para confeccionar un *by pass* en los circuitos de descarga de las dos bombas e instalar una toma para el desalojo al muelle son los siguientes:

Cantidad	Elemento	Descripción
1	Manguera de 1"	Manguera flexible de caucho y lona de 1" con acoples rápidos para succión y descarga, cantidad 60 metros; que servirá para la maniobra de achique con la bomba neumática que se acoplara al circuito del tanque de almacenamiento del agua de sentina en tierra.

Figura 24 Cuadro de elementos de las Lanchas

Fuente: Comandancia de Escuadra

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

Presentación de propuesta con un tanque de almacenamiento y un circuito de tuberías implementado en los muelles de la Base Naval Sur.

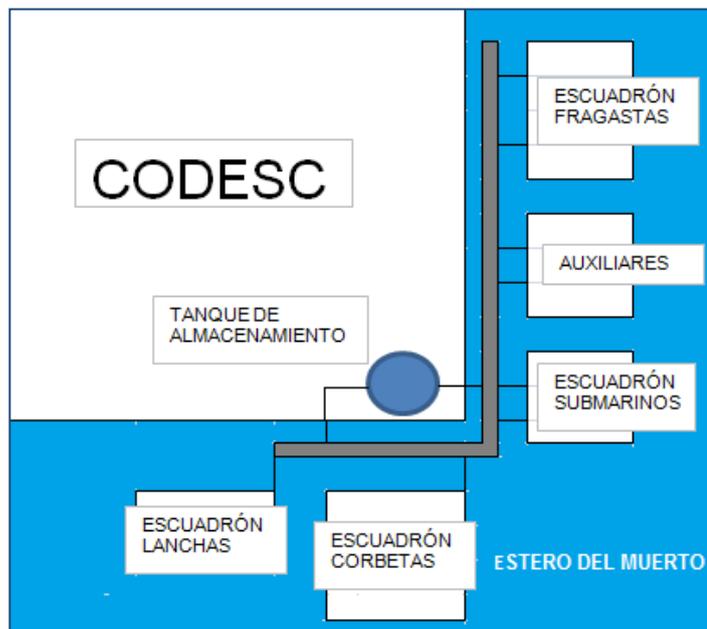


Figura 25 Propuesta de diseño

Fuente: Comandancia de Escuadra

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

### 3.5.3 PRESUPUESTO GLOBAL

Para conocer los costos se debe realizar un estudio total de las áreas tales como la infraestructura de los muelles de la Base Naval Sur y todos los requerimientos que necesitan las unidades, a continuación se presentará el desglose de los requerimientos para la propuesta:

Tabla 16  
**Tabla de cotización**

<b>PROCESO EMPLEADO</b>	<b>PRECIO</b>
Material	\$18300
Mano de Obra	\$6000
Ingeniería	\$5000
<b>TOTAL</b>	<b>\$29300</b>

Fuente: Comandancia de Escuadra

Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

### 3.6 BENEFICIOS

- Se determinó que la primera propuesta es más costosa y es una implementación a corto plazo porque los separadores tienen un tiempo estimado de uso y deben ser renovadas, además se le debe incluir en el mantenimiento mensual.
- La segunda propuesta es una implementación a largo plazo para la institución y cumpliría con los requerimientos que exigen las normas nacionales e internacionales con respecto a los puertos, además el mantenimiento de este tanque se lo financiará de la siguiente manera:

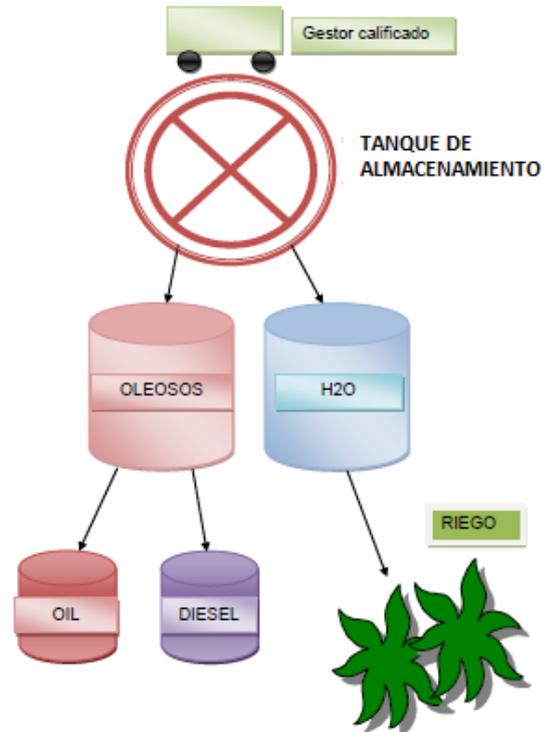


Figura 26 **Proceso después del almacenamiento**  
 Fuente: Comandancia de Escuadra  
 Elaborador por: GM 4/A Linthon- GM 4/A Martínez

Después del almacenamiento esta fase consiste en venderla a empresas tales como CALMOSA S.A, ADS S.A, HOLCIM, etc., que extraiga el aceite o material oleoso del tanque y posteriormente al de oíl ó diesel; y la institución con el agua tratada que sobre del tanque, deberá ser utilizada en las áreas verdes de la Base Naval Sur.

Se analizó el factor costo- oportunidad, el cual lleva a la conclusión que si se consideran todos los elementos con los que actualmente contamos, la segunda propuesta sería mas sustentable y a la vez sostenible ya que primero se ahorraría el gasto de un tanque de almacenamiento, y segundo sería sostenible por lo que sería auto financiado al vender los desechos de sentina a las empresas antes mencionadas, aprovechando dichos recursos para mantenimiento del mismo.

### 3.7 CRONOGRAMA

ETAPAS	CROGRAMA DE ACTIVIDADES						
1. ESTUDIO DEL AREA DE CODESC							
2. REALIZACIÓN DEL PLANO							
3. ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES							
4. PROCESO LEGAL DEL TRASPASO DEL TANQUE							
5. REALIZACIÓN DE LA OBRA							
6. IMPLEMENTACIÓN DE LAS BOMBAS							
7. PRUEBA DE LA OBRA TERMINADA							
<b>TIEMPO (SEMANAS)</b>	1	2	3	3	3	8	1 2

## CONCLUSIONES

- Los registros de estudios anteriores afirmaron que la contaminación sectorial es producida en mayor parte por la necesaria descarga de aguas de sentina de los buques, de la cual se han propuesto varias alternativas para su disminución que por diversos factores, ya sean estos económicos o por falta de iniciativa han quedado sin resolver.
- Al analizar los resultados presentados por los diversos estudios químicos y biológicos se comprobó que la concentración de hidrocarburos disueltos y dispersos en el agua de sentina están por encima de los límites permisibles nacionales y extranjeros, cuyos componentes provocan un gran impacto negativo a la biodiversidad marina del sector.
- Se establecieron dos alternativas considerando los factores de sostenibilidad, sustentabilidad y costo- oportunidad de cada una de ellas, teniendo siempre en consideración en lo mayor posible la disminución de la contaminación sectorial.

## RECOMENDACIONES

- Tomar en consideración la recepción de todas las propuestas que aporten con la disminución de la contaminación del estuario y a su vez incluir proyectos de este tipo en la planificación anual a fin de evitar problemas a futuro.
- Realizar diagnósticos frecuentes del agua estuarina y de sentina de los buques a fin de llevar un permanente control sobre el agua que es descargada al estero a fin de evitar inconvenientes legales por exceder los límites permisibles de sustancias nocivas.
- Con la implementación de alguna de las alternativas propuestas, considerar la capacitación del personal referente al uso de estos mecanismos de tal manera que se extienda su vida útil.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador Título II: Derechos, señalando en el Capítulo Séptimo: Derechos de la Naturaleza y Título VII: Régimen del Buen Vivir Capítulo segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales. Asamblea Constituyente.
2. Blogspot. (2013 йил 12-septiembre). Contaminación Ambiental. From Contaminación Ambiental: [contaminación-ambiente.blogspot.com](http://contaminación-ambiente.blogspot.com)
3. DIGMAT. (2009). Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental para el dragado del delantal de los muelles en la base sur de Guayaquil. Guayaquil: DIGMAT.
4. Gonzalez, A. M. (Julio 2013). Estudio de la contaminación marina por hidrocarburos en el Litoral Sur Pacífico Colombiano. Guayaquil: Dr. Luis Burgos.
5. INOCAR. (Julio, 2013). Muestras obtenidas en agua de sentina de los buques y en agua estuarina de los muelles de la Base Naval Sur. Laboratorio Biológico. Guayaquil: Dr. Francisco Villamar.
6. INOCAR. (Julio, 2013). Muestras obtenidas en agua de sentina de los buques y en agua estuarina de los muelles de la Base Naval Sur. Laboratorio Químico. Guayaquil: Dr. Luis Burgos.
7. OMI. (2002). MARPOL. Londres: Organización Marítima Internacional.
8. PETER TABOADA. (2013 йил 10-October). PETER TABOADA. From PETER TABOADA: [www.petertaboada.com/PETOIL.html](http://www.petertaboada.com/PETOIL.html)
9. Saltos, I. L. (2011). Guía de Proyecto integrador . Salinas: Universidad Naval.

10. Solís, L. S. (2008 йил 21-mayo). monografías.com. From monografías.com: <http://www.monografias.com/trabajos60/tamano-muestra-archivistica/tamano-muestra-archivistica2.shtml>