



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y  
Recursos Naturales.

**“ANÁLISIS ECONÓMICO DEL DESGUACE DE BUQUES EN EL  
ECUADOR”**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO NAVAL**

Presentado por:

Marcelo Alejandro Mora Moreira

Luis Eduardo Ayala Egas

**Guayaquil – Ecuador**

**2014**

## **AGRADECIMIENTO**

Que las páginas de esta memoria, demuestren a mis abnegados padres, que sus sacrificios y esfuerzos para que yo alcanzara esta meta no fueran en vano.

Dedico también este trabajo a mis hermanos mayores que con sus ejemplos han labrado en mi vida un buen sendero.

A mi novia e hijo quienes despertaron en mí una forma de ver diferente la vida, e inyectándome fuerzas para seguir adelante en esos momentos más difíciles.

Y por último la dedico a mis profesores los que con sus sabias y acertadas enseñanzas han aumentado mis conocimientos para ser un ciudadano útil a mi ciudad y mi Patria

**Marcelo Alejandro Mora Moreira**

Agradezco a Dios por darme la vida y por las oportunidades que me presenta en el camino

A mis padres Cecilia Egas y Luis Ayala por su amor, su valiosa confianza, su esfuerzo por formar mi carácter y sacrificio para ayudarme a lograr este sueño.

A mis hermanos Martin, Felipe y Verónica por su compañía y amistad.

A mí enamorada Silvia Quimis por sus palabras de apoyo y compañía cuando más la necesito.

A mi compañero de tesis, por su impulso y empeño diario por llegar a la meta propuesta.

Y finalmente al Ing. Alejandro Chanabá, Director de Tesis, por su ayuda y colaboración para la ejecución de este trabajo.

**Luis Eduardo Ayala Egas**

## **DEDICATORIA**

A Dios que a través de mis padres, hermanos, novia, hijo y profesores convirtieron en mí un mejor hombre.

### **Marcelo Alejandro Mora Moreira**

A Dios ante todas las cosas por la vida que me ha otorgado y por haberme brindado tan maravillosos padres, los cuales han sido el pilar fundamental en cada paso que doy. A mis hermanos y a mí enamorada por su apoyo constante en esta etapa de mi vida.

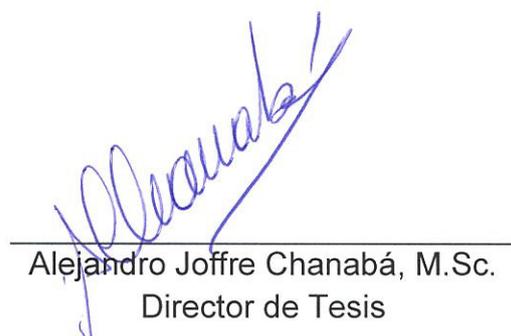
### **Luis Eduardo Ayala Egas**

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Marco Velarde Toscano, M.Sc.  
Presidente del Tribunal



---

Alejandro Joffre Chanabá, M.Sc.  
Director de Tesis



---

Rosa Alexandra Cano, M.Sc.  
Primer Vocal

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, corresponden exclusivamente a su autor, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado corresponderá a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)



Marcelo Alejandro Mora Moreira



Luis Eduardo Ayala Egas

## **RESUMEN**

Debido a la creciente demanda de desguace de buques a nivel mundial, muchos países han incursionado en esta nueva industria permitiendo crear nuevas fuentes de trabajo. El presente documento enfoca diferentes aspectos involucrados en la industria del desguace de buques: análisis históricos, económicos, jurídicos, regulaciones ambientales y operativas de esta industria.

La información estadística presentada, proviene de la página web de Robin Des Bois, la cual ha permitido conocer el mercado de desguace de buques a nivel mundial. Además se presenta información recopilada por la Subsecretaría de Puertos, Transporte Marítimo y Fluvial, sobre las operaciones de desmantelamiento en los últimos tres años en nuestro país, mediante la cual se ha pretendido proyectar la demanda futura del país y al mismo tiempo conocer cuáles son las principales características de los potenciales buques, a ser enviados al desguace.

En el primer capítulo se ha analizado la interacción entre: el mercado del transporte marítimo y los aspectos más representativos. Además, se presenta la situación de la industria en otros países donde se encuentran grandes astilleros

de desguace y se aplican diferentes métodos de varada como en muelles, parrilla o dique seco.

El segundo capítulo comprende el marco regulatorio, asociado, al desguace y reciclado de buques; de forma resumida se mencionan normas y convenios internacionales referentes al medio ambiente, salud y seguridad de los trabajadores. El marco regulatorio de La República del Ecuador relacionado con el desguace de buques, es semejante a las leyes internacionales.

En el tercer capítulo se plantea la sostenibilidad de la construcción de un astillero para desguace de buques en el Ecuador, se realiza un presupuesto referencial y análisis de pre-factibilidad para la operación de una instalación totalmente acondicionada y equipada para esta labor. El astillero estará diseñado para realizar operaciones de desmantelamiento en dos embarcaciones mayores de 5000 LDT cada una y en un periodo de tres meses. El proyecto consiste en un muelle para la limpieza preliminar de las embarcaciones, un dique semi-seco para el desmantelamiento, así como también áreas de almacenamiento temporal de maquinarias, equipos reciclados, residuos peligrosos y no peligrosos.

Este proyecto es un aporte para futuras generaciones que deseen emprender en el negocio de desguace de buques, el cual aún se encuentra en etapa de creación en nuestro país y puede ser muy bien aprovechado. El efecto social del mismo, implicaría atraer nuevas e innovadoras ideas, que puedan ser aplicadas para el mejoramiento de este sector, además de crear nuevas plazas de trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPITULO 1 .....	4
LA INDUSTRIA DEL DESGUACE DE BUQUES .....	4
1.1.    Los mercados del transporte marítimo.	4
1.2.    El negocio del reciclaje de buques.	8
1.3.    Proceso de Reciclaje	41
1.4.    Evolución mundial del desguace de buques.	59
CAPITULO 2.....	79
REGLAMENTOS SOBRE EL RECICLAJE DE BUQUES.....	79
2.1.    Control del movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación (Convenio de Basilea).	81
2.2.    El desguace de buques y la CONVEMAR	87

2.3.	Organización Internacional del Trabajo (OIT) en el Desguace de buques.	89
2.4.	Desarrollo normativo de la OMI sobre el reciclaje de buques.	92
2.5.	El reciclaje de buques y MARPOL 73/78	98
2.6.	Directrices de la OMI Sobre el Reciclaje de Buques	99
2.7.	Convenio Internacional de Hong Kong. Reciclaje Seguro y Ambientalmente Racional de los Buques, 2009.	102
2.8.	Legislación Nacional	110
CAPITULO 3 .....		111
RENTABILIDAD DEL DESGUACE DE BUQUES EN EL ECUADOR.....		111
3.1.	Flota de Buques y Desguace actual en el Ecuador.	111
3.2.	La industria del acero y su demanda en el país.	118
3.3.	Sostenibilidad de la construcción de un astillero para desguace de buques en el Ecuador.	121
CONCLUSIONES .....		154
RECOMENDACIONES .....		158
ANEXOS .....		160
ANEXO A.- CERTIFICACIONES INTERNACIONALES QUE REGULAN AL DESGUACE DE BUQUES.....		161
ANEXO B.- REGULACIONES AMBIENTALES ECUATORIANAS. ....		163

ANEXO C.- SERVICIOS CONTRATADOS POR EL ASTILLERO PARA EL DESGUACE DE BUQUES.....	164
ANEXO D.- DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS.....	165
ANEXO E.- CAPITAL DE TRABAJO .....	167
ANEXO F.- FINANCIAMIENTO DE LA DEUDA.....	168
ANEXO G.- FLUJO DE CAJA Y CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	169

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1: Los cuatro mercados que controlan el transporte marítimo .....	7
Figura 2: Ciclo de vida de un Buque .....	9
Figura 3: Promedio de edad del reciclado de buques por año de demolición ....	13
Figura 4: Número de buques desguazados y edad promedio históricamente ...	12
Figura 5: Curva de oferta en el mercado de demolición .....	18
Figura 6: Curva de demanda en el mercado de demolición.....	24
Figura 7: Oferta y demanda de buques para la demolición .....	27
Figura 8: Movimiento de la curva de oferta debido al incremento de la tarifa de	29
Figura 9: Movimiento de la curva de oferta debido a regulaciones de eliminación .....	31
Figura 10: Movimiento de la curva de demanda debido a fluctuaciones en el...	32
Figura 11: Movimiento de la curva de demanda debido a la implementación....	34
Figura 12: Factores clave para la decisión de desguazar un buque. ....	40
Figura 13: Proceso de desguace de un barco. ....	43
Figura 14: Diagrama esquemático de flujo de actividades en el proceso de venta .....	45

Figura 15: Formas de atraque para el desguace. ....	46
Figura 16: Localización de chatarra, residuos sólidos, y residuos líquidos en un .....	53
Figura 17: Movimiento geográfico del desguace de buques.....	62
Figura 18: Desarrollo histórico del desguace de buques (1967-2008, en millones .....	63
Figura 19: Número de barcos desguazados (2006-2013).....	64
Figura 21: Principales ciudades para el desguace de buques en el mundo. ....	69
Figura 22: Principal centro de desguace en Europa, Aliaga-Turquía.....	72
Figura 23: Estimación de chatarra proveniente del desguace de buques e.....	78
Figura 24: Flota de buques ecuatorianos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 25: Toneladas recicladas de acero en el Ecuador (LTD).....	116
Figura 26: Producción de acero crudo en el Ecuador (2004-2013).....	119
Figura 27: Sectores de mayor demanda de acero en el Ecuador.....	120
Figura 28: Disposición general de una instalación de reciclaje de buques. ....	124

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cantidad de acero obtenido a partir del peso en rosca.....	35
Tabla 2: Chatarra y desperdicios generados del desguace de buques .....	55
Tabla 3: Porcentaje de chatarra recuperada por tipo de barco.....	56
Tabla 4: Promedio de edad de la flota de buques ecuatorianos.....	114
<b>Tabla 5: Elementos reciclados a partir del desguace de buques (2011-...</b>	<b>117</b>
Tabla 7: Criterios orientativos para dimensionar una instalación de reciclaje de .....	123
Tabla 8: Inversión en obras física.....	133
Tabla 9: Balance de maquinaria industrial.....	135
Tabla 10: Balance de muebles y enseres.....	136
Tabla 11: Balance de Equipos de Computación.....	136
Tabla 12: Inversión inicial de proyecto.....	138
Tabla 13: Rendimiento en porcentaje de los elementos obtenidos en el .....	141
Tabla 14: Rendimiento en peso de los elementos obtenidos en el desguace de .....	141
Tabla 15: Rendimiento en dólares de los elementos obtenidos en el .....	142
Tabla 16: Materia prima utilizada por año en el astillero .....	143

Tabla 17: Servicios en general utilizados por año en el astillero.....	144
Tabla 18: Salarios por año del personal de trabajo.....	145
Tabla 19: Costos de producción por año en el astillero .....	146
Tabla 20: Parámetros para el cálculo de la TMAR.....	152
Tabla 21: Estandarización y Sistemas Internacionales referente al desguace de buques. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 22: REGULACIONES AMBIENTALES ECUATORIANAS. ....	163
Tabla 23: Costos de servicios contratados por el desguace de un buque de 5000 LDT .....	164
Tabla 24: Costo de depreciaciones de los activos fijos.....	166
Tabla 25: Capital de trabajo.....	167
Tabla 26: Amortización de la deuda.....	168
Tabla 27: Rentabilidad del proyecto.....	169



## INTRODUCCIÓN

La parte final del ciclo de vida de un buque y del negocio del transporte marítimo es el desguace. El procedimiento para desguazar un buque comienza por el desmantelamiento de todos sus equipos y accesorios, el corte de su superestructura, seguido por el casco hasta llegar al fondo, convirtiéndolo completamente en chatarra. Las actividades de desguace se pueden llevar a cabo en playas, gradas, muelles o más sofisticadamente en diques secos. En cualquiera de estas condiciones, las operaciones de desmantelamiento son complejas, desde la extracción de equipos, maquinarias, sistema propulsor, hasta el corte de los elementos estructurales.

El reciclaje de buques merece un enfoque más amplio, ya que comprende diversas operaciones vinculadas con el desguace, comenzando desde el amarre, limpieza, desmantelamiento y recuperación de materiales, cada una de ellas llevándolas a cabo de manera medioambientalmente responsable.

En los últimos años se ha dirigido la atención internacional hacia esta nueva industria, debido a la preocupación mundial por el medio ambiente, y los asuntos relacionados con la salud y seguridad ocupacional de los trabajadores. Como

resultado, se han desarrollado y adoptado una serie de normas para el reciclaje de buques en el marco de la OMI, el Convenio de Basilea y la OIT, respectivamente. Hasta ahora, las directrices han tenido poco impacto en la mejora de las condiciones de trabajo y de salud en los países en donde se concentra la industria de reciclaje de buques.

Las economías de la industria de desguace, y las fuerzas detrás de la demanda y la oferta en el mercado de desguace se interrelacionan con otros tres mercados del transporte marítimo: el mercado de nuevas construcciones, el mercado de segunda mano y el mercado de los fletes. Hasta cierto punto, el mercado de desguace de buques sirve como equilibrio entre la demanda y la oferta del mercado de los fletes. Los principales factores para la decisión de los armadores de llevar sus buques al desguace, son la demanda de fletes, costo operativo, regulaciones y el precio de la chatarra.

El reciclaje de la chatarra de los barcos ha permitido el ahorro de materias primas, reduciendo la explotación de recursos naturales y disminuyendo los residuos sólidos que genera el país. El mercado de la chatarra en el Ecuador, surgió con marcada importancia hace aproximadamente 45 años con la creación de ANDEC-FUNASA, la primera planta fundidora de chatarra nacional; seguida

por otras empresas como: ACEROPAXI, NOVACERO, y ADELCA, haciendo que el mercado se vuelva muy competitivo en los últimos años. Los precios de la chatarra se equilibran con las condiciones globales y en nuestro país se encuentra alrededor de \$ 300, la tonelada de chatarra. En el caso de buques para el desguace, el precio se fija por tonelada de peso o desplazamiento en rosca, el cual comprende el peso de acero de la embarcación más el peso de su maquinaria, equipos y otros varios.

El objetivo general de la presente tesis es realizar un análisis económico del desguace de buques en el país que permita determinar si la explotación de este mercado es favorable para desarrollar, con la final de satisfacer parte de la creciente demanda de acero y favorecer al medio ambiente pues en su mayoría este material será reciclado, lo cual incluye:

1. Estudiar el mercado del desguace en los últimos años y su impacto en la economía mundial.
2. Realizar un análisis económico desde el punto de vista del armador, intermediario y astillero involucrados en el barco a desguazar.
3. Realizar un análisis económico financiero para ver la rentabilidad de construir un astillero en el Ecuador.

## **CAPITULO 1**

### **LA INDUSTRIA DEL DESGUACE DE BUQUES**

#### **1.1. Los mercados del transporte marítimo.**

El transporte marítimo juega un papel crucial en la economía mundial. En la actualidad, el transporte marítimo proporciona cuatro mercados estrechamente relacionados, cada uno con diferentes características. El mercado de fletes por vía marítima, mercado de compra y venta de barcos de segunda mano, mercado de la nueva construcción, y el mercado de desguace de buques, que están dispuestos a ser reciclados.

Dado que los armadores operan en los cuatro mercados, sus actividades están estrechamente relacionadas. Cuando los precios de los fletes se incrementan, esto afecta a los otros tres mercados. La forma en que funciona se ilustra en la figura 1. El punto central, es el balance de la industria que se muestra en el centro del gráfico, con la consolidación de los balances de cada empresa. Los flujos de efectivo de las empresas de transporte marítimo, interactúan en los cuatro mercados.

El mercado de los fletes (mercado 1), proporciona los ingresos por fletamentos, la principal fuente de dinero de las empresas navieras. De hecho, se divide en tres sectores: fletamento por viaje, que opera para un solo viaje, donde el propietario se encarga de llevar un cargamento específico con un precio negociado por tonelada; fletamento por tiempo es un acuerdo entre el armador y el fletador para alquilar el barco completo, en este caso, el armador paga los gastos de capital, y de operación, mientras que el fletador paga los costos del viaje ya sea por periodos de días, meses o años; por último, el fletamento a casco desnudo, donde se alquila la nave sin tripulación y ninguna responsabilidad operacional, en este caso el armador solo paga los costos de capital mientras que el fletador administra el barco y paga todos los costos de operación y viaje en un periodo determinado, generalmente de 10 a 20 años.

En el mercado de la compra y venta (mercado 2), se realiza una transacción entre el armador y el comprador. Normalmente, el barco se vende con entrega inmediata en efectivo, libre de fletes, hipotecas o embargos marítimos y en ocasiones puede ser vendido con el beneficio de tener un fletamento por tiempo. Las razones por las que un armador venda un buque pueden variar: puede tener una política de sustitución de buques para una determinada edad, o puede creer que los precios están a punto de caer y por último, esta la venta forzada, en el que el propietario vende el barco para recaudar dinero y así cumplir con sus obligaciones de pago.

En el caso de las nuevas construcciones (mercado 3), el flujo de efectivo es opuesto ya que el astillero lo utiliza para pagar materiales, mano de obra, seguros, etc. En el caso de diseños nuevos, los costos deben ser estimados al comienzo de la negociación, trayendo en sí riesgos significativos; por la misma razón, los astilleros prefieren pedidos en serie.

Otra entrada de efectivo proviene del mercado del desguace (mercado 4) también conocido como desmantelamiento, demolición o reciclaje, donde los barcos obsoletos son vendidos como chatarra, proporcionando una buena fuente de dinero, especialmente cuando hay crisis económica. Esta es la parte menos atractiva pero esencial para las empresas.

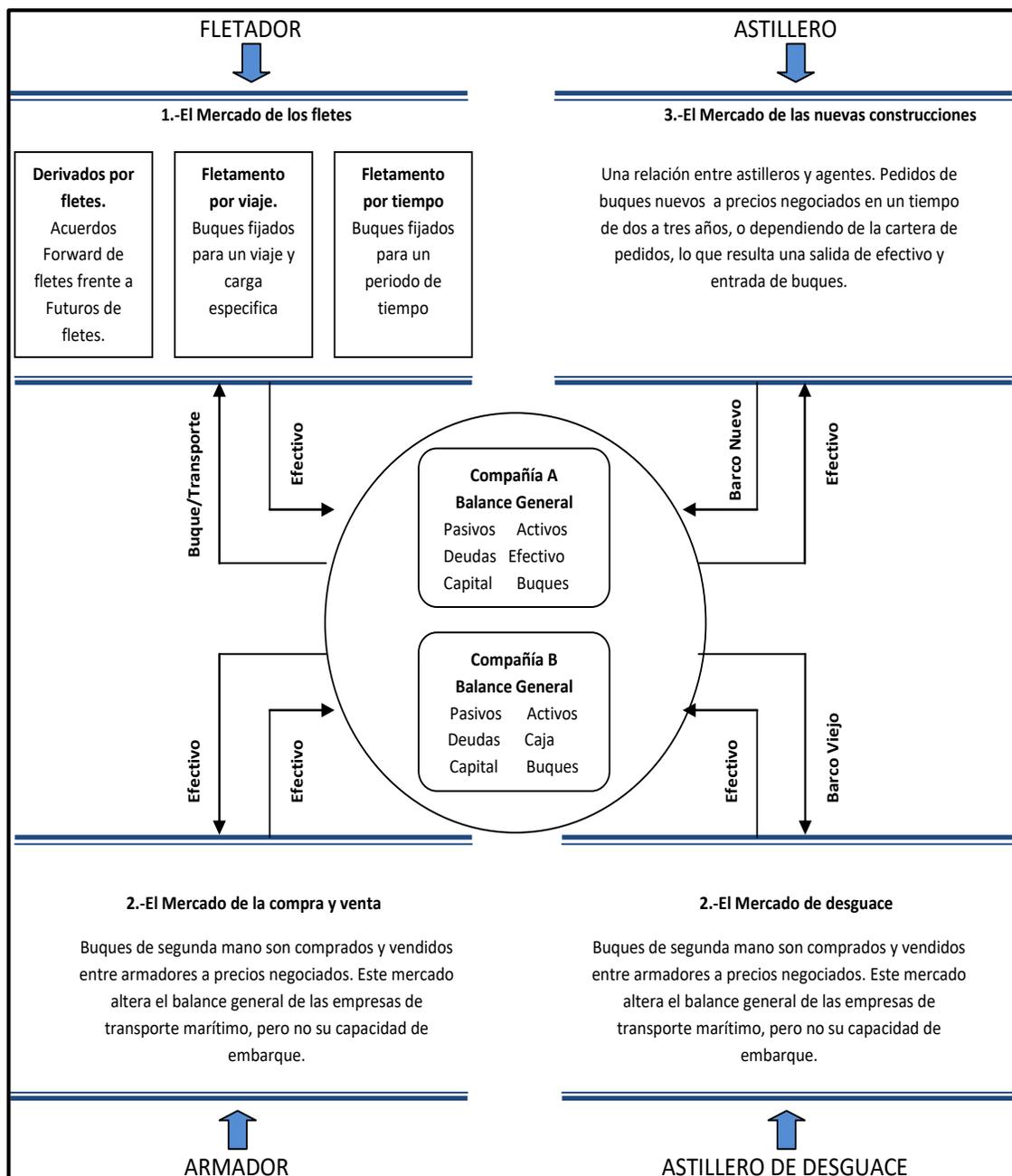


Figura 1: Los cuatro mercados que controlan el transporte marítimo, [1].

## **1.2. El negocio del reciclaje de buques.**

El objetivo de esta parte del estudio es establecer una plataforma de conocimientos generales sobre la industria de desguace de buques. Con el crecimiento del comercio mundial, la economía se ha expandido, facilitada en gran medida por el transporte marítimo. La vida útil de un barco se encuentra entre los 25 y 30 años, y cada año, aproximadamente entre el 3,5 y el 4% de la flota mundial es enviada a los astilleros de reciclaje alrededor de todo el mundo [3]. La mayoría de los buques comerciales, son desmantelados en los países asiáticos, donde los estándares de protección a la salud, seguridad y el medio ambiente siguen siendo demasiado bajos, de acuerdo a normas internacionales.

### **1.2.1. Ciclo de vida de un barco**

El ciclo de vida de cualquier producto, tiene 4 etapas claramente definidas: lanzamiento, crecimiento, madurez y declive [4]. Desde el diseño preliminar, la calibración de cada una de estas etapas es importante donde la duración de cada fase del ciclo es muy variable. Los barcos no son una excepción a la regla; del mismo modo, siguen un ciclo de vida específico.

El momento en que nace la idea de la construcción de un nuevo buque, marca el principio de una operación, que hará colaborar a personas alrededor de todo el mundo en un negocio común, que es verdaderamente internacional: el transporte marítimo. En la siguiente figura se ilustra las diferentes partes que conforman el ciclo de vida de un buque, empezando por el proceso de contratación, pasando por la construcción y operación y terminando con su último viaje, con destino a las instalaciones de desguace.



Figura 2: Ciclo de vida de un Buque, [Fuente: elaboración propia].

### ***Promedio de expectativa de vida***

Los buques nunca se han construido con la expectativa de una vida limitada ni nunca se han construido sobre una fecha de demolición. La duración de su vida dependerá de una variedad de factores, que van desde su resistencia estructural, hasta las razones comerciales para la continuidad de su existencia. Teniendo en cuenta lo primero, la vida de un buque dependerá de la calidad de su construcción, su uso durante su vida útil y el régimen de mantenimiento bajo el cual es operado. Buques que no han tenido que realizar operaciones forzosas y se les ha dado un buen mantenimiento pueden seguir funcionando durante más de 30 años. De hecho, aquellos que navegan en condiciones de agua dulce, en grandes lagos como en Canadá, donde no se presenta la corrosión del agua salada, han operado durante 60 años o más, posiblemente con cambios de motor, pero con el casco del buque íntegro. Algunas compañías de gas natural licuado, que han construido buques con estándares de calidad muy altos y son bien mantenidos sin importar el costo durante sus vidas, han operado también durante más de 50 años, siempre y cuando exista una gran demanda de sus servicios. Naves más convencionales, tales como los buques portacontenedores, petroleros o graneleros, tienden a tener una vida útil de

entre 20 a 25 años, a menos que sean poco rentables debido a circunstancias externas.

Los cambios en la legislación internacional juegan un papel definitivo en el promedio de vida de los buques, el ejemplo más conocido es el de los petroleros que se acercaban a la fecha límite de 25 años y que, en virtud del artículo 13-G del Convenio MARPOL, están obligados a estar equipados con un doble casco [5]. En lugar de arriesgarse a que el barco no pasa la inspección especial de 25 años, los armadores tienen la posibilidad de elegir entre la conversión de la embarcación a un buque de doble casco (una decisión que es actualmente posible teniendo en cuenta los altos ingresos en el mercado de fletes), vender el buque a un operador de segundo nivel o el desguace. En el capítulo 2 se muestra una explicación detallada de este convenio internacional.

Algunos países como Argelia tienen una legislación que requiere que todos los tipos de buques sean vendidos para desguace cuando alcancen los 15 años de edad. Los portacontenedores, expuestos a altos esfuerzos mecánicos son los más jóvenes en ser vendidos para su demolición (pocas demoliciones desde el año 2005 debido al alto nivel de fletes en su mercado), seguido por los

graneleros, petroleros (principalmente debido a nuevas regulaciones dictadas por MARPOL), buques de carga y, finalmente, los buques de pasaje y gaseros.

Un análisis estadístico de los buques reciclados se presenta en la figura 4, todos los buques se agruparon independientemente de su tamaño o tipo. Las enseñanzas extraídas de acuerdo a la figura mostrada son relativamente simples. El tiempo de vida media es constante en el tiempo, ya que no se observa ninguna tendencia pronunciada históricamente (los últimos 17 años), lo cual es razonable de suponer.

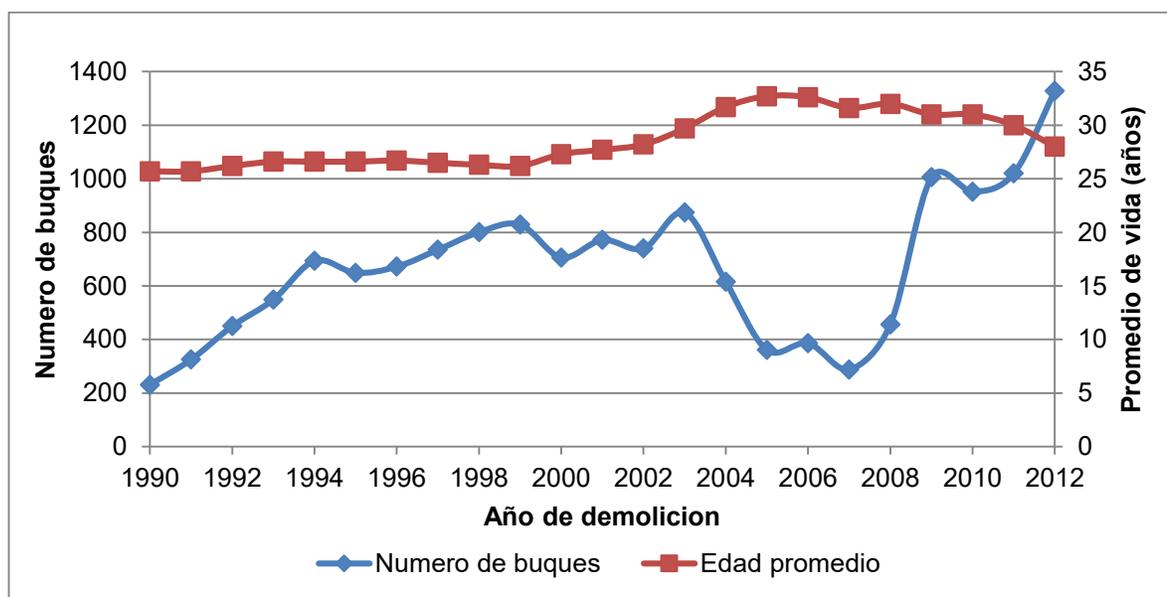


Figura 3: Número de buques desguazados y edad promedio históricamente, [6].

Hacia arriba, entre 2002 y 2004 debido a la fuerte demanda de transporte marítimo en la mayoría de sectores, menor número de buques fueron desguazados, aumentando así la edad media cerca de los 32 años. Y hacia abajo a partir del 2009, debido a la crisis financiera mundial, este suceso alentó la caída de las exportaciones, así como las tarifas de fletes. Los armadores decidieron en dar de baja sus flotas antes que seguir operando y así causaron una reducción en el promedio de vida de los buques.

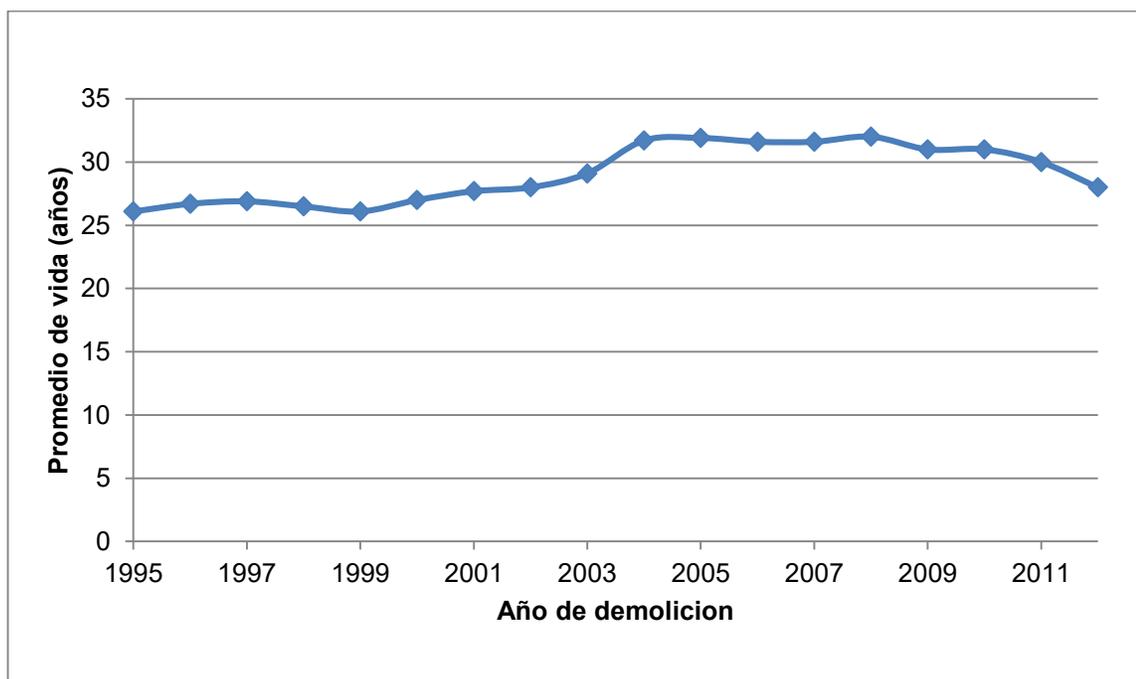


Figura 4: Promedio de edad del reciclado de buques por año de demolición, [6].

En tiempos de altos rangos de fletes, los buques se mantienen en funcionamiento. Esto, naturalmente, aumenta la edad media de la flota mundial. En 2006, la edad media de los buques que fueron enviados al desguace había aumentado a 32,6 años, lo que evidencia el excepcional momento que cruzaba el mercado de fletes. Ver figura 3.

### **1.2.2. Las economías del desguace de buques**

La sección tiene por objetivo proporcionar un panorama general de cómo los factores relacionados con la oferta y la demanda determinan cuándo y dónde los barcos serán desguazados. La información proporcionada por la Dirección General de Energía y Transporte de la Comisión Europea [7] sirve para la comprensión de cómo la industria de desguace de buques se ha desarrollado históricamente y cómo es probable que se desarrolle en el futuro.

#### ***Ciclo económico del transporte marítimo.***

La dinámica entre los mercados del transporte marítimo es un asunto muy complejo, debido a que una amplia gama de factores influyen en las fluctuaciones y porque los cuatro mercados están estrechamente interconectados. El mercado del transporte marítimo en general está operando bajo los ciclos económicos, con un comportamiento cíclico entre alzas y

recesiones. Mediante la gestión de riesgos y la rentabilidad de las inversiones del mercado, los ciclos económicos juegan un papel fundamental en el equilibrio de la economía de toda la industria del transporte marítimo.

Los mercados mencionados, están cercanamente relacionados y usualmente siguen una reacción en cadena. Si por ejemplo, pocos buques son construidos y la demanda de fletes incrementa (debido a un alza en la economía mundial) el precio del flete va a aumentar. Esto afectara al mercado de segunda mano y al mercado de demolición. El precio por barcos de segunda mano va a aumentar reflejando un mayor potencial de ingresos y pocos barcos serán vendidos para desguace, afectando también el precio en el mercado de demolición. Esto dará lugar a un aumento de actividad en el mercado de nuevas construcciones y eventualmente, forzar a bajar el precio de los fletes debido a la mayor oferta de estos.

El mercado de la demolición juega un papel importante como un equilibrio de amortiguación entre la demanda y la oferta en el mercado de fletes. Durante una recesión, la demanda mundial de servicios de transporte marítimo se estanca o disminuye, creando un exceso de capacidad en el mercado de fletes, dando lugar a un aumento de desguace de buques, así se equilibran la oferta y

demanda. Durante un repunte en el ciclo económico se produce a la inversa, como se describió anteriormente. Este es el mayor impacto económico del mercado de demolición en la industria del transporte marítimo.

Predecir el desarrollo en los cuatro mercados de transporte marítimo o en el ciclo de negocios es esencialmente lo que del transporte marítimo se trata. Sin embargo, predecir los ciclos es muy complejo ya que muchos factores influyen en los cuatro mercados y por lo tanto en los ciclos económicos. La evidencia histórica muestra que los ciclos no son regulares.

El mercado de la demolición como el resto de los mercados tiene dos partes, la oferta y la demanda de buques que van al desguace.

### ***Oferta de buques para el desguace***

La situación del mercado de fletes en el transporte marítimo es el factor principal que determina la oferta de buques para desguace. Si hay gran demanda de fletes, es probable que sea más rentable para el armador seguir explotando el buque o, a su vez, venderlo al mercado de segunda mano para que siga operando. Por lo contrario, si no hay mucha demanda de fletes, la mejor opción y la más rentable es vender el buque para su desguace.

Si la decisión de los armadores, es enviar a desguace un buque determinado, esta decisión no está sujeta a ninguna restricción; cuando los ingresos por la venta de la embarcación como chatarra superan la diferencia entre el potencial de ingresos futuros y el costo de funcionamiento, el armador encontrara como solución óptima vender el buque como chatarra.

Sin tomar en cuenta los costos de transporte de los barcos al astillero de desguace (y posibles políticas de la empresa o regulaciones), el propietario del buque es indiferente sobre dónde desechar el buque. El armador simplemente decidirá que el desguace del buque se lleve a cabo en el astillero que ofrezca el precio más alto. Una forma de entender esto es con la curva de oferta de buques para desguace mostrada en la Figura 5.

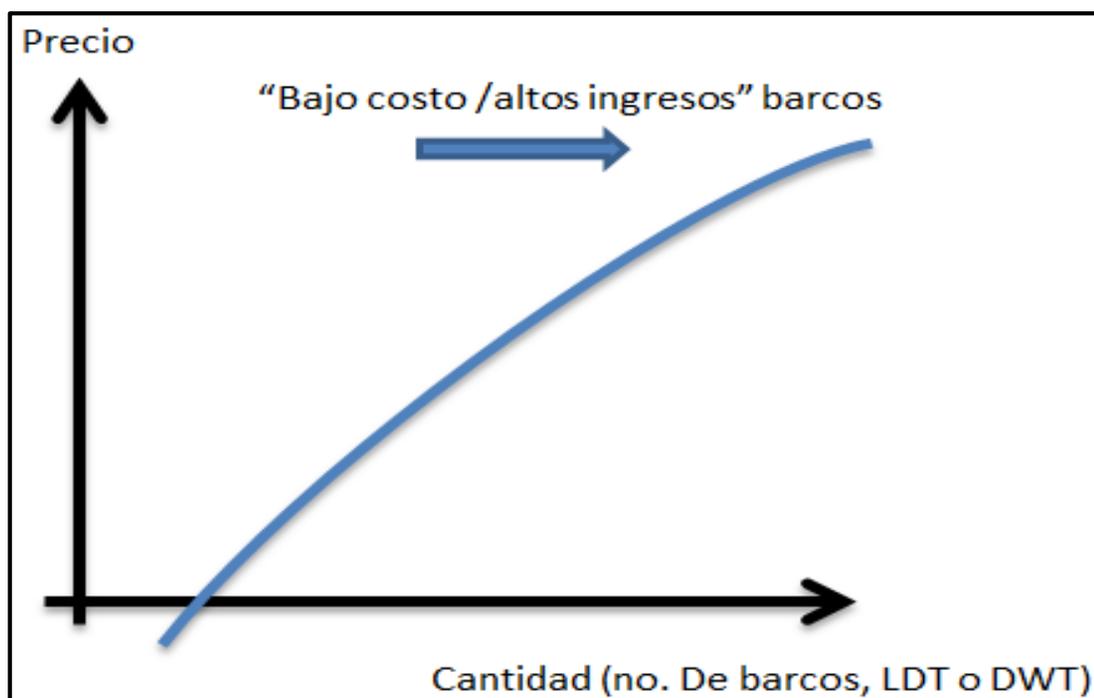


Figura 5: Curva de oferta en el mercado de demolición,

Fuente: Elaboración propia

Cuanto mayor sea el precio ofrecido por los astilleros de desguace, más cantidad de buques serán vendidos como chatarra por los armadores y viceversa. Es importante hacer énfasis en que la curva mostrada en la figura anterior es sólo ilustrativa, es decir, la forma de la curva no es necesariamente representativa para el mercado de demolición y será discutida más adelante, cuando se analice la importancia de los factores claves.

La "posición" de la curva de oferta no es estática, más bien, es dinámica y cambia cuando los fundamentos o factores claves del mercado del transporte marítimo también lo hacen.

Cuando los ingresos del mercado de fletes no pueden superar los factores mencionados a continuación, el armador puede encontrar óptimo la venta del buque para desguace.

- **El potencial futuro de ingresos:** Si las condiciones generales de mercado de fletes mejora, la curva de oferta se desplaza hacia arriba, los altos ingresos animan a los armadores a mantener el comercio. En consecuencia, los armadores exigen mayores precios de venta de un buque a los astilleros de desguace cuando los niveles de fletes son altos (y viceversa para un descenso en el futuro potencial de ingresos).
- **El costo de mantener el buque en operación:** A medida que el buque envejece, el costo de mantenerlo en operación incrementa (costo del combustible, los costos laborales, costos de suministro, costos de aseguradora etc.), mientras que al mismo tiempo su valor como chatarra decrece. Cada cinco años, los armadores plantean la decisión de enviar un

buque a desguace ya que normalmente en este intervalo de tiempo las embarcaciones necesitan aprobar una inspección especial ejercida por parte de una Sociedad de Clasificación. En buques de avanzada edad, estas inspecciones dan lugar a una inversión significativa por parte del armador, especialmente si deben realizarse reformas estructurales. Por este motivo, si el armador decide alargar la vida útil del buque en ese momento, normalmente después de la quinta inspección especial, su objetivo sería operarlo durante cinco años más, y así justificar el desembolso que le ha ocasionado la última inspección. En consecuencia, los rangos de los fletes tienen que ser altos para amortizar las inversiones adicionales. Como resultado si el costo de mantener el buque en operación aumenta, la curva de oferta se desplaza hacia abajo, los armadores aceptarían entonces un precio más bajo para vender un barco a los astilleros de desguace y viceversa.

- **Perfil de edad de la flota existente:** Como se mencionó anteriormente mientras más viejo el buque es, el potencial de ganancias decrece mientras el costo de funcionamiento crece. Si el promedio del perfil de edad de la flota existente es de mayor edad, el armador percibe menores ingresos por la venta de la embarcación al astillero de desguace.

- **El tamaño de la flota actual:** Dejando todos los otros factores iguales, un incremento en los fletes mundiales dará lugar a un aumento de la oferta de buques en el mercado de demolición y un descenso en los valores que ofrecen los astilleros de demolición por la chatarra.
- **Regulaciones:** Algunas organizaciones internacionales como OMI y ciertas regulaciones como la MARPOL, la convención de Hong Kong, etc., postulan requerimientos regulatorios e intentan construir un marco institucional en orden de proteger el ecosistema marino, la seguridad y la salud en los trabajos de la industria marítima. Estas regulaciones tienen un impacto económico muy fuerte en el sector del transporte marítimo, y por lo general afectan a la curva de oferta del mercado de demolición.

Como se argumenta más adelante, el precio de la chatarra es, en circunstancias normales, de relativamente poca importancia para la decisión de los propietarios de buques en el momento de venderlos, es decir, la curva de la oferta es casi vertical.

### ***Demanda de buques para desguace***

La decisión de un astillero de desguace para entrar en el mercado de la demolición mediante la compra de buques como chatarra, está influenciada por la posibilidad de vender el acero y otros materiales reusables del buque. La demanda en el mercado de la demolición es como se muestra a continuación.

Si por alguna razón los ingresos disminuyen (por ejemplo, el precio del acero u otros elementos reutilizables) y/o los costes de operación para el desmantelamiento aumentan, los astilleros de desguace requerirán conseguir el barco para chatarra a un precio inferior.

Los costes de funcionamiento, como los costos laborales, impuestos, costos de capital, infraestructura, requisitos medioambientales, etc., están muy influenciados, y son determinados dependiendo de las condiciones locales. Lo mismo ocurre con los ingresos. En algunos países, la demanda de acero y otros elementos reutilizables es alta, es decir, mejores posibilidades de ingresos. En consecuencia, los astilleros de desguace en algunos países o regiones serán capaces de ofrecer un precio más alto para un buque determinado, si sus costos son más bajos y/o posibilidades de ingresos son mejores.

Las actividades de los astilleros de desguace individuales se suman para dar el total de la demanda a cualquier precio dado. La agregación proporciona la curva de demanda de demolición (figura 6). A medida que el precio de un buque para el desmantelamiento aumenta, el incentivo para entrar en el mercado se debilita y sólo los astilleros de desguace con las oportunidades de mercado más rentables y/o gastos de funcionamiento más bajos están dispuestos a pagar; por lo que se reduce la demanda (y viceversa para un descenso en el precio de un buque para la demolición).

En algunos países, el elevado nivel de los costos implica que los astilleros sólo entran en el mercado del desguace de buques, si el precio de los buques para la demolición es negativo.



Figura 6: Curva de demanda en el mercado de demolición,

[Fuente: Elaboración propia].

Precios negativos significan que no hay tal exceso de oferta de buques para desguace o que los costos operacionales del astillero son tan altos que en consecuencia los armadores deben pagar para desmantelar sus barcos. Al igual que para la curva de oferta, la posición de la curva de demanda de demolición es dinámica. La posición cambia cuando las condiciones del mercado cambian. Los siguientes factores clave para la posición de la curva de demanda se pueden identificar.

- **La demanda de acero y otros elementos reutilizables.-** Cuando la demanda de acero y otros elementos reutilizables aumenta, el potencial de ingresos de los astilleros aumenta. Por lo tanto, la voluntad del astillero de pagar por un barco para desmantelarlo aumenta (y viceversa para un debilitamiento de la demanda de acero y otros elementos reutilizables).
- **Costos de funcionamiento.-** En gran medida están determinados por las condiciones locales, desempeñan un papel crucial para la demanda de buques a demolición. Un aumento en cualquiera de los costos como laborales, gestión de residuos, regulaciones, impuestos, costos de capital e infraestructura desplazarán la curva de demanda hacia abajo, es decir, disminuye la voluntad del astillero de desguace a pagar por un buque:

Los factores mencionados que influyen en la demanda de buques para el desguace son la clave para entender el patrón que existió y existe alrededor de todo el mundo.

En cuanto a la curva de demanda, los astilleros de desguace con costos más altos, se encuentran a la derecha de esta. Esta parte de la curva de demanda, posiblemente, nunca se mostrará en la práctica, ya que los astilleros de

desguace no son capaces de atraer a los buques para la demolición. Esto explica porqué los recicladores de buques europeos, se encuentran en su mayoría, ausentes en el mercado hoy en día. Los altos costos de funcionamiento debido a los costos de mano de obra y los costos asociados con el cumplimiento de la salud existente, la seguridad y la regulación del medio ambiente implica que los recicladores de buques europeos, no sean competitivos en un mercado mundial sin regular.

### ***Oferta y demanda***

La dinámica de la oferta y la demanda se discuten en relación a los cambios en algunos de los principales impulsores (fletes, eliminación de esquemas, las fluctuaciones en los precios del acero y la regulación en materia de salud, seguridad y asuntos medio ambientales en la industria de desguace de buques). A continuación, las consideraciones de los apartados anteriores se compilan en una configuración general de oferta y demanda.

**El Equilibrio** se muestra en la figura 7 con la agregación de las curvas de oferta y demanda, e ilustrando la relación entre precio y la cantidad demandada o suministrada a diversos precios.

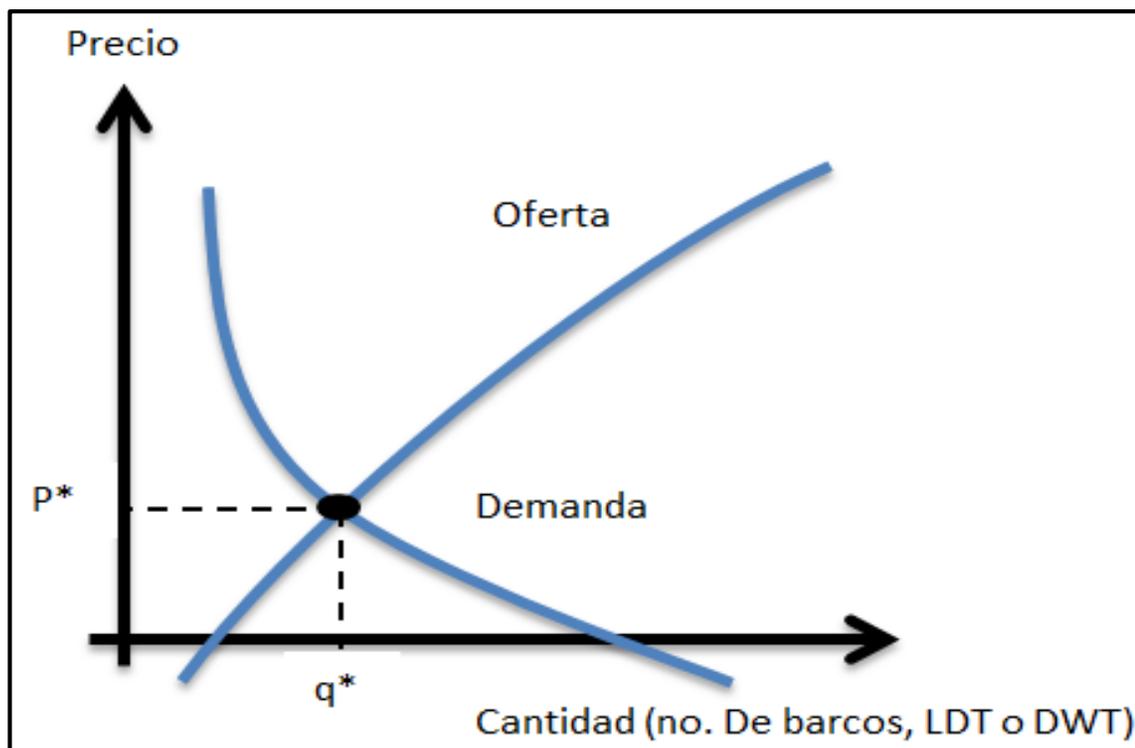


Figura 7: Oferta y demanda de buques para la demolición,

[Fuente: Elaboración propia].

La interacción de las curvas de la oferta y la demanda determina el precio en el mercado y la cantidad a desechar. Por lo tanto, el equilibrio o balance en un mercado competitivo es el punto en el que las curvas de oferta y la demanda se cruzan.

La figura 7 muestra que a cierta cantidad ( $q^*$ ) de buques vendidos como chatarra, un cierto precio ( $p^*$ ) será ofrecido. Un cambio en el precio causa un

movimiento a lo largo de la curva de demanda. Lo mismo ocurre con el lado de la oferta. A medida que el precio por los buques para demolición incrementa, los armadores ofertaran más buques al mercado de desmantelamiento y viceversa. Con el tiempo, la demanda y la oferta estará en equilibrio.

Históricamente, el precio de un buque para demolición ha sido positivo, es decir, los armadores han recibido dinero al vender sus buques para el desguace. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, los armadores tendrán que pagar a los astilleros de desguace por el desmantelamiento de sus buques.

### ***La dinámica del mercado***

El equilibrio entre la oferta y la demanda en la industria de desguace de buques es siempre cambiante. Se describe el efecto de los cambios en los factores claves de la industria que afectan el balance entre la oferta y la demanda.

- **Las tarifas de los fletes.-** Influyen en gran medida el precio de los buques vendidos para la demolición. Los picos de las tarifas de los fletes se transmiten al mercado de demolición con un pequeño retraso, lo que reduce la oferta de buques para la demolición, a mayores tarifas de los fletes, mayor

será el interés de los armadores por mantener sus embarcaciones en operación. Técnicamente, mayores tarifas de los fletes desplazará la curva de oferta hacia arriba, con el tiempo, dando lugar a un aumento de los precios y un menor número de buques vendidos para la demolición. El nuevo equilibrio se encuentra donde la "nueva" curva de la oferta se cruza con la curva de demanda.

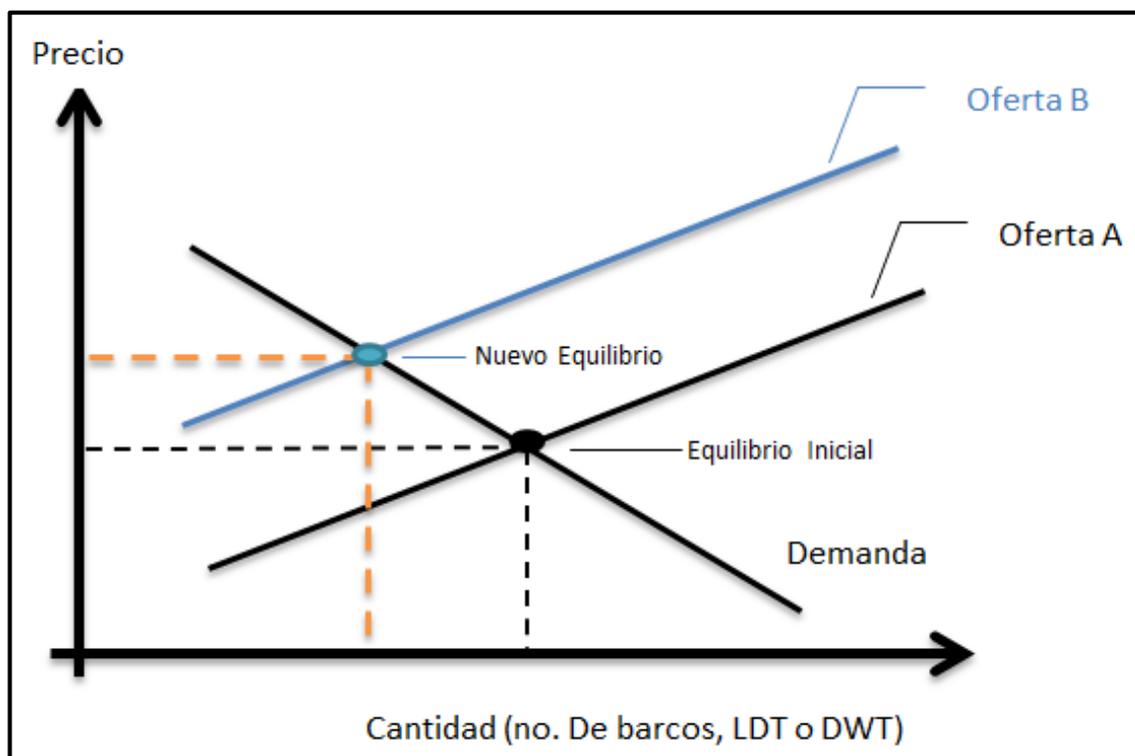


Figura 8: Movimiento de la curva de oferta debido al incremento de la tarifa de fletes, [Fuente: Elaboración propia].

- **Esquemas de eliminación.-** Reglamentos que ponen ciertas restricciones a las operaciones de los buques afectará el equilibrio del mercado. Un reglamento que dicte la eliminación gradual de buques antes que los armadores puedan encontrar óptima la decisión de desguace incrementará la oferta de buques para la demolición. Técnicamente, esto desplazará la curva de oferta hacia la derecha, y eventualmente, resultara en precios más bajos y más buques serán vendidos para la demolición.

Un esquema de eliminación aumenta el volumen de los buques que están fuera de servicio, lo que significa que más demanda será satisfecha. Por lo tanto, más astilleros de desguace de buques estarán en el mercado.

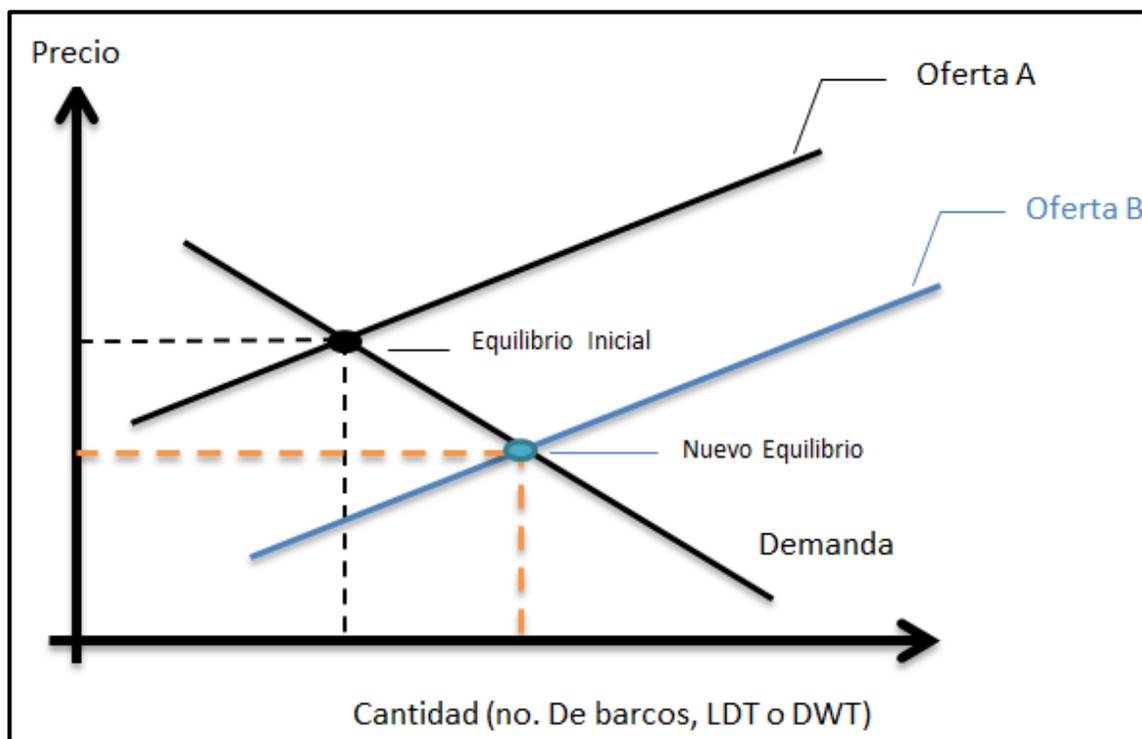


Figura 9: Movimiento de la curva de oferta debido a regulaciones de eliminación gradual de buques, [Fuente: Elaboración propia].

- **Fluctuaciones en los precios del acero.-** El precio que los astilleros de desguace pueden pagar por un buque para su demolición está estrechamente influenciado por los precios del acero reciclado. Si el precio del acero reciclado aumenta, los astilleros estarán dispuestos a pagar más por los buques, aumentando la demanda de buques para la demolición. Técnicamente, esto desplazará la curva de demanda hacia la derecha, con el

tiempo, dando lugar a precios más altos y más buques vendidos para la demolición.

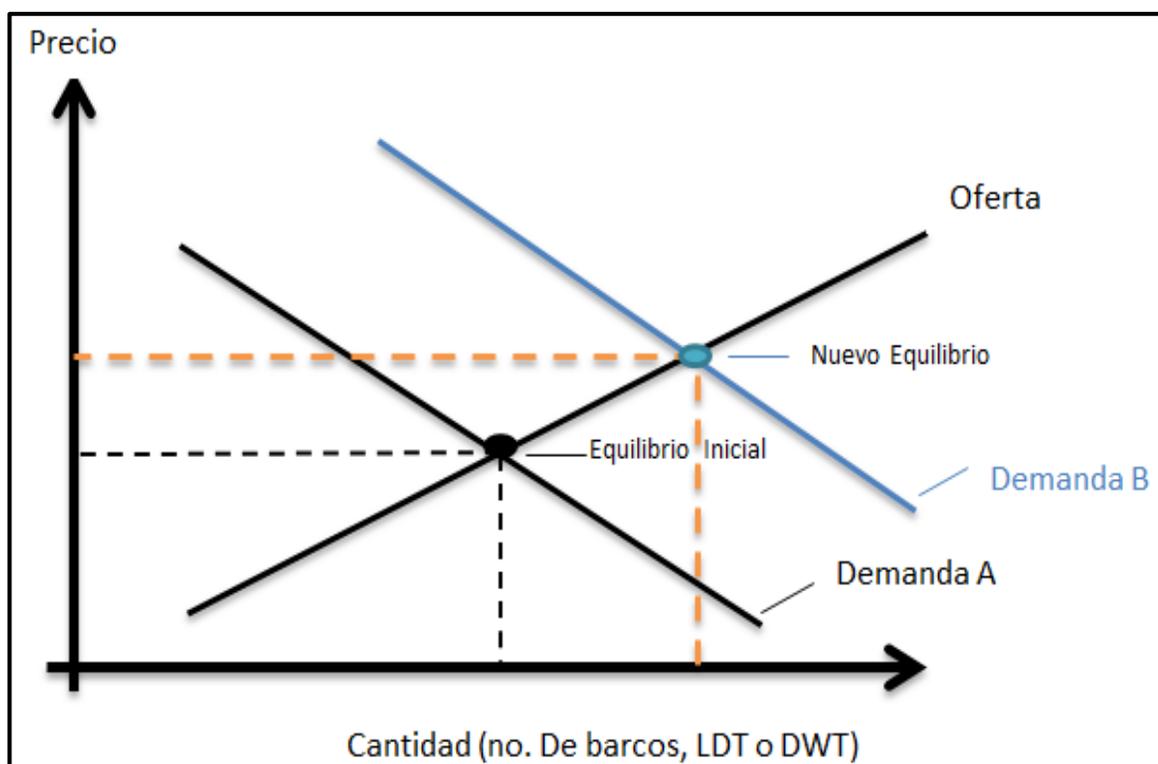


Figura 10: Movimiento de la curva de demanda debido a fluctuaciones en el precio de acero, [Fuente: Elaboración propia].

- **Salud, seguridad y regulaciones ambientales.** Cuando una nueva regulación con respecto a la salud, seguridad y aspectos ambientales es introducida en el sector de desguace de buques, la curva de la demanda es afectada. Una regulación general más estricta incrementará el costo de

desguace de un buque, reduciendo la demanda de buques para demolición. Técnicamente, esto desplaza la curva de demanda hacia la izquierda, y eventualmente, dando como resultado precios más bajos y menos buques vendidos para demolición.

Regulaciones relacionadas a estos aspectos son frecuentemente implementadas localmente, mientras el mercado de demolición de buques es global. Por lo tanto, es probable que nuevas regulaciones vayan a afectar solamente a unos cuantos astilleros de desguace que forman la curva total de demanda.

Como se mencionó anteriormente, una nueva curva de demanda se formara por debajo de la curva inicial. El nuevo equilibrio tendrá un precio menor y menos buques serán vendidos para la demolición, si los astilleros de desguace originalmente “por encima del punto de equilibrio” son afectados por la regulación. Por otra parte, regulaciones locales podrían empujar algunos de los astilleros de desguace fuera del mercado, porque ellos ya no serán competitivos, es decir, el precio que ellos están dispuestos a pagar por un buque para la demolición es inferior al precio de equilibrio.

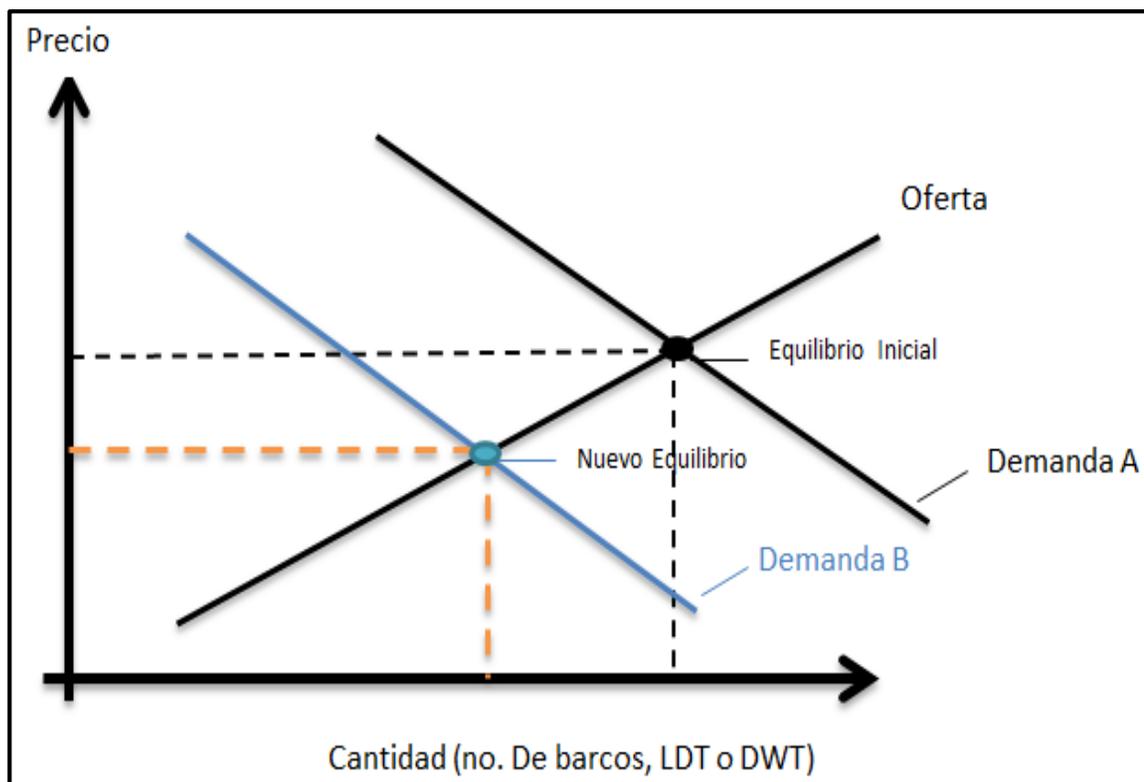


Figura 11: Movimiento de la curva de demanda debido a la implementación de regulaciones en salud, seguridad y aspectos ambientales,  
[Fuente: Elaboración propia].

Sin embargo, la regulación puede ser utilizada como un medio para proporcionar un incentivo suficiente para que los armadores vendan sus barcos a astilleros de desguace que cumplan con los criterios específicos de seguridad, salud y medio ambiente, como lo son la IMO, ILO, la convención de Basilea para el desguace de buques, etc. (Capítulo 2).

### 1.2.3. El precio de un buque para desguace

La venta de un barco para desguace se lo realiza por USD/LDT. Las toneladas de peso en rosca se utiliza debido que la medición proporciona una buena estimación de las cantidades de materiales que se puede obtener cuando se desguaza la embarcación. Del peso en rosca un 70-95% es acero, dependiendo del tamaño y tipo de buque; los buques grandes o menos sofisticados tendrán porcentajes más altos, y viceversa. En la CEC (2001) como relación de tamaño estándar se da:

<b>Tanquero Estándar</b>	21,487 LTD	15,998 T de acero
<b>Carguero Estándar</b>	15,158 LTD	9,562 T de acero

Tabla 1: Cantidad de acero obtenido a partir del peso en rosca, [4].

Si el desguace se realiza con mayor o menor sencillez también influirá en el precio por tonelada. Las grandes naves con superficies de fácil acceso, como los petroleros, son más fáciles de cortar en trozos y por lo tanto más valioso para las empresas de desguace de buques. Barcos más compactos con diferentes materiales mixtos y superficies libres más pequeñas necesitarán de mayor mano de obra para extraer lo elementos reciclables y por ende reclaman precios más bajos por unidad. En los cálculos económicos a lo largo de la vida

de un buque siempre se considera que tengan un valor residual significativo al final de su vida operativa.

Hay que mencionar también que cierto tipo de buques carecen de valor económico al finalizar su vida útil, por lo tanto ningún comprador se interesara en ellos. Por ejemplo, los buques de pequeño tamaño, cuyo coste de demolición excede el valor recuperable y especialmente los buques con materiales de fabricación diferentes del acero, como madera o fibra de vidrio. Al no haber un casco metálico que recuperar, el desguace de dichas embarcaciones es una operación costosa que normalmente deberá de ser sufragada por el último propietario.

### ***Las diferencias de precios entre países y regiones***

Los precios ofrecidos por las diferentes empresas de desguace de buques difieren muy notablemente en todas las regiones del mundo y varían considerablemente con el tiempo. Esto se debe a las diferencias en los costos, así como las diferencias en la demanda y la oferta de chatarra de acero en esa región en particular.

Hoy en día, casi todos los buques de alta mar se desechan en la India, Bangladesh, Pakistán, Turquía o China. Estos países satisfacen en capacidad las necesidades de los armadores para la demolición de sus buques. Más importante aún, los armadores pueden realmente beneficiarse de la venta de sus buques para el desguace de astilleros ubicados en estos países. Los astilleros de desguace asiáticos están dispuestos y son capaces de pagar por los buques en desuso, ya que el material adquirido en el proceso de desmantelamiento puede ser vendido o reutilizado en las industrias nacionales.

La diferencia de costes laborales entre los países asiáticos y Europeos es muy amplia. Un empleado en un astillero de desguace en países como Bangladesh o la India gana entre 1 y 3 dólares diarios y los gastos empresariales en concepto de seguridad e higiene son insignificantes, mientras que en Europa se estima que un trabajador en el mismo sector puede ganar alrededor de 250 dólares diarios [9].

Como se ha mencionada con anterioridad, la demolición de buques se efectúa con un alto costo en los países que integran la OCDE. En particular, barcos pesqueros en desuso y barcos de la Armada son demolidos, pero no buques de gran tamaño. La infraestructura necesaria para el desmantelamiento de buques

pequeños y gran tamaño en términos de astilleros, fábricas de acero, etc., se encuentra disponible en estos países. Sin embargo, la economía de desguace de buques no están a favor en los países de la OCDE, no es sólo los altos costes laborales, de protección de la salud humana y del medio ambiente, sino también que la demanda del mercado de acero reciclado y otros elementos reutilizables de los barcos es menor en la OCDE en comparación con el subcontinente indio. Los precios obtenidos en los países del tercer mundo son mejores por cada tonelada de acero.

Las diferencias de costos laborales, las reglamentaciones sobre el cuidado humano y ambiental, y los ingresos provenientes de la venta de los elementos obtenidos a partir del desguace de buques explican por qué algunos de los países del Subcontinente Indio pueden ofrecer precios más elevados en comparación a los astilleros de China y Europa. En Bangladesh los astilleros que no gastan mucho dinero para evitar el impacto ambiental, pagan actualmente un promedio de 450 y 500 dólares/LDT; por otra parte, los emplazamientos situados en China, cuyas actividades de desguace son mejores, ofrecen casi la mitad de ese precio y los astilleros norteamericanos y de Europa, una décima parte [10].

Un petrolero con una gran capacidad de carga, de alrededor de 300.000 toneladas de peso muerto, rodea las 45 000 toneladas de peso en rosca, lo que representa casi 7.5 millones de dólares, y dependiendo de las condiciones del mercado. La cifra mencionada es solo un aproximado, ya que otros factores influyen en este dato, como la cantidad y calidad del acero, metales como el cobre o el níquel, maquinarias, y otros elementos que todavía puedan venderse [10].

#### **1.2.4. Decisión del armador**

La condición general del mercado de fletes parece ser el factor más importante para la decisión de un armador al momento de ofertar sus barcos a los astilleros de desguace. Por ejemplo, si las condiciones en el mercado de fletes son favorables y el futuro potencial de ganancia es positivo, es más rentable seguir operando la embarcación o, alternativamente, venderlo al mercado de segunda mano; por lo contrario, si el mercado de fletes es débil, es probable que la mejor opción y la más rentable sea vender el buque para desguace.

Al transcurso de los años se ha podido apreciar que cuando el mercado de fletes sufre un colapso brusco, los armadores han preferido no arriesgar y

vender sus embarcaciones al mercado de demolición. Como en el año 2009 cuando la crisis mundial dio lugar a un número record de buques enviados a desguace. Los factores claves para la decisión de un armador en mandar a desguazar una embarcación se resumen en la siguiente figura 12.



Figura 12: Factores clave para la decisión de desguazar un buque,

[Fuente: Elaboración propia].

### **1.3. Proceso de Reciclaje**

El reciclado es la última actividad a realizarse en el ciclo de vida de una embarcación, cierta importancia comercial y operaciones de ingeniería se deben llevar a cabo con suficiente antelación para facilitar los objetivos de desguace y reciclado. Conocimiento y experiencia acerca de estas actividades son esenciales para la comprensión y la realización de los procesos de reciclado de buques como una actividad industrial moderna.

En la actualidad existe cuatro formas de varar un buque para desguace: varada en la playa, muelle, dique, y gradas. La mayor cantidad de buques se desmantelan por la primera forma (varamiento en playa), pero el impacto ambiental y laboral es trágico, ya que los residuos tóxicos son muchas veces vertidos al mar y los trabajadores no aplican las medidas de seguridad adecuadas en los procesos. En las tres siguientes el impacto ambiental es menor, siempre y cuando se siga un plan de reciclaje, desmantelamiento y descontaminación, como se observa en la figura 13.

Cuando se comienza a remover todos los diferentes equipos y materiales de un barco, se tiene que realizar constantemente limpieza y separación de residuos con el fin de asegurar un desguace limpio y seguro. Todos los materiales

recuperados y residuos tóxicos deben ser manipulados y almacenados correctamente por el astillero o alguna empresa que cuente con las certificaciones apropiadas. Así como un buque debe ser construido desde la quilla hasta la superestructura, el proceso de desguazar comienza desde la superestructura hasta la quilla, recordando que la descontaminación debe hacerse contantemente. El desguace de un buque genera un número de diferentes fracciones de material.

Dependiendo del material de construcción, condiciones, y demás aspectos, estos son reutilizados, reciclados o desechados. La reutilización y el reciclado pueden implicar demolición parcial y la reutilización de los elementos principales de la estructura original de un buque, por ejemplo, motores y generadores que se suministran a la industria local. Algunas fracciones de material, por ejemplo, el acero y el cobre, son activos económicos considerables para el mercado de demolición, mientras que otras fracciones de materiales tienen un valor negativo, como por ejemplo los residuos peligrosos.

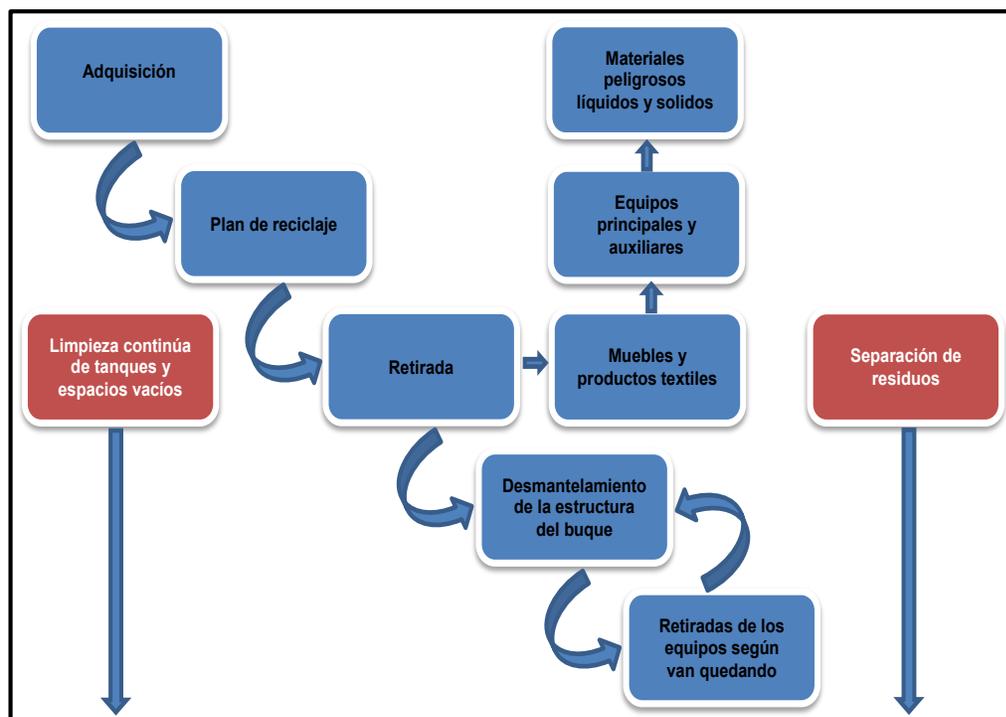


Figura 13: Proceso de desguace de un barco, [5].

### 1.3.1. Adquisición

Cuando la decisión ha sido el desguace, el propietario todavía tiene que elegir entre diferentes opciones.

**Alternativa 1.-** El armador podrá vender el buque directamente al astillero de desguace. Esto sucede cuando la empresa cuenta con personal capacitado para intervenir en el mercado de demolición. Esta alternativa ofrece un mejor retorno de dinero debido a la venta.

**Alternativa 2.-** Con bastante frecuencia, los brokers son solicitados para actuar en nombre de las partes y gestionar la venta. El bróker se convertiría en el propietario intermedio y en base a la mayor oferta, se fija el comprador. El precio obtenido por la nave es más bajo que en la alternativa 1.

Para ambas alternativas se aplica un Memorando de Entendimiento (MOU), el cual se firma entre el propietario del buque y el comprador. El MOU establece claramente las condiciones de la transferencia de la nave al lugar de desguace y otros requisitos previos.

El Convenio de la OMI creó una nueva obligación para los armadores que deseen vender sus buques obsoletos a instalaciones de reciclaje que cumplan con las normativas. Un modelo de contrato, como el DEMOLISHCON, debe proporcionar una herramienta ideal para ayudar a las partes a adaptarse a un contrato debidamente equilibrado y comercialmente flexible que consagra los principios de la Convención [11].

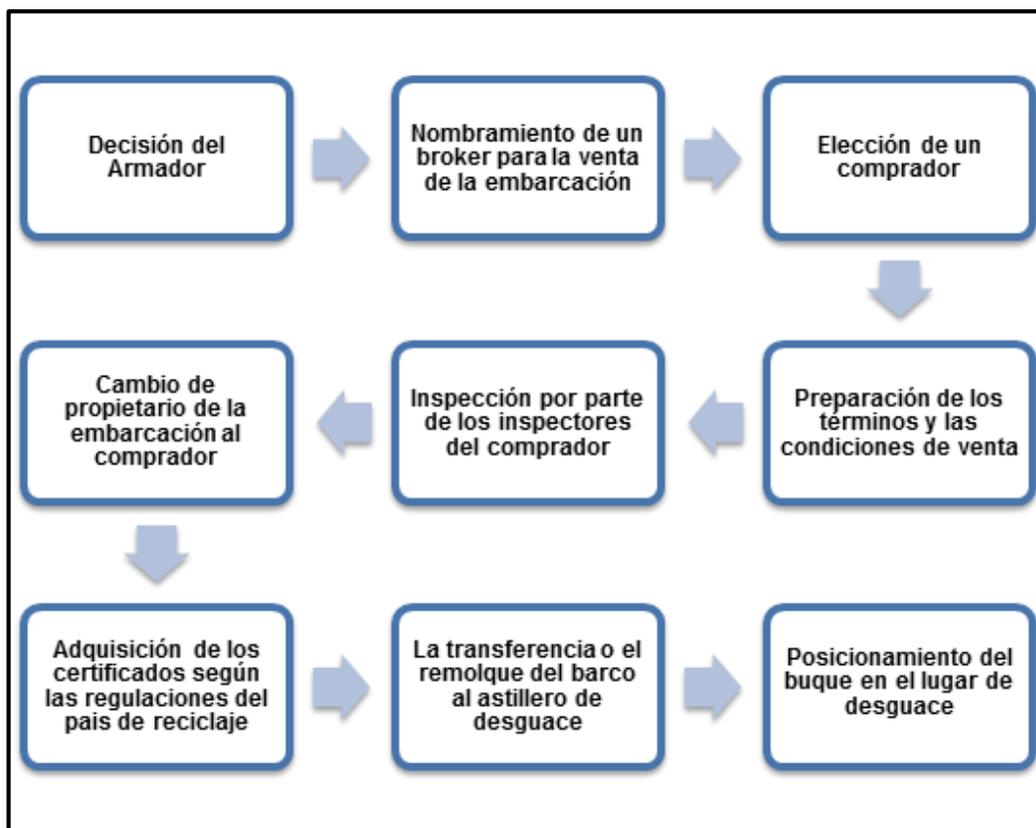


Figura 14: Diagrama esquemático de flujo de actividades en el proceso de venta de buques a reciclarse – Alternativa 2, [Fuente: Elaboración propia].

### 1.3.2. Condiciones de varada para el desguace

Los astilleros de desguace actualmente utilizan cuatro métodos para desmantelar buques, que varían en el grado de impacto ambiental. El desguace de buques puede llevarse a cabo varándolos en una playa (beaching), en un muelle, en un dique seco o en una grada de desmantelamiento. La varada en

playa se utiliza fundamentalmente en la India, Bangladesh y Pakistán. En los países industrializados existen ya regulaciones para el desguace de buques en dique seco, por otro lado el proceso de desguace que se realiza en playas o en gradas no se encuentra sometido a ningún tipo de control e inspección.



Figura 15: Formas de varada para el desguace, [12].

### **a. Varada en la Playa**

Fue iniciada de manera accidental cuando un buque se varó debido a una marejada alrededor de las playas de Chittagong- Bangladesh en el año de 1965. En la actualidad, este es el método más empleado, aproximadamente en un 95% como en Chittagong-Bangladesh, Alang-India y Gadani- Pakistán. Lo que hace a estas zonas "puntos calientes" para el desmantelamiento, son sus amplios rangos de mareas y marismas amplias (planicies). Debido a los grandes cambios de la marea, es posible conseguir que los buques se internen en la playa durante una marea alta y después de que esta retrocede, los trabajadores tienen fácil acceso a las embarcaciones.

En la playa, los trabajadores desmantelan el buque pieza por pieza, todos los elementos a bordo son extraídos. Después de vaciar el buque, el proceso de desmantelamiento real puede empezar. Este es un proceso manual, por lo que conlleva un trabajo muy intenso. Con el uso de herramientas simples, tales como sopletes de gas y cortadores de hierro, se rompe el acero de la embarcación en pedazos manejables. Los trabajadores comienzan a remover la superestructura, los componentes laterales, y cortar progresivamente las cubiertas, de proa a popa. A medida que el material es removido de la

embarcación, esta se vuelve más ligera, y progresivamente será arrastrada más a la orilla. Grandes bloques también se pueden cortar de la nave, lanzados en las marismas y arrastrado individualmente por los tornos. Una vez en tierra, todo se corta en trozos cada vez más pequeños y después son removidos del astillero por camiones.

La playa es generalmente dividida en "parcelas" de unos 50 metros de ancho y hasta 100 o 150 metros de profundidad. La infraestructura es mínima: un edificio de oficinas y algunos tornos pesados. Un problema importante con los buques de desguace en marismas de marea es que cualquier derrame de aceite o de carga que permanezcan a bordo es susceptible de ser arrastrada hacia el mar por la próxima marea.

#### **b. Varada en gradas**

El método varada en gradas es algo similar al de playa. Sin embargo, el reciclaje se produce en lugares donde no hay grandes cambios de marea (como en el Mediterráneo), por lo que es más fácil de predecir y controlar derrames accidentales. Una grada consta de una superficie plana inclinada, por lo general construida en hormigón, que comienza desde una zona seca ubicada por arriba

del nivel más alto de marea, hasta una profundidad considerable dependiendo el calado del buque a varar; a esta profundidad se coloca una cuña, donde el buque se asentara a lo que desciende la marea. Aunque por lo general los varaderos en lugar de cuña de apoyo, se emplea una estructura con un sistema de ruedas, sobre el cual el buque es apoyado para sacarlo del agua y dirigirlo hacia una zona seca, arrastrado por medio de cables accionados por cabrestantes. Una vez que el buque ha sido situado en seco, se comienza desmantelando el interior y se procede a cortar el casco en trozos. En todo momento hay que asegurarse que el buque permanezca en situación estable durante el desguace, además de contener cualquier tipo de líquido derramado durante las operaciones. En la actualidad, el exponente principal de varada en grada para el reciclaje es Aliaga, Turquía.

### **c. Varada en el muelle**

Este enfoque es muy utilizado por los astilleros chinos. Un embarcadero abandonado, muelles o instalaciones construidas con otro propósito se han usado. El buque está amarrado al muelle en las aguas protegidas y con la utilización de una grúa las diferentes partes del buque se van removiendo. El proceso es de arriba hacia abajo, la superestructura y las piezas de la parte

superior se eliminan en primer lugar, a continuación, el trabajo continúa a lo largo de la nave en la sala de máquinas hasta que sólo se deja el fondo de la embarcación. Durante el desmontaje se establecen procedimientos de control para asegurar la estabilidad del buque. Con este método de varada cualquier derrame de líquidos o contaminación por cualquier motivo puede ser contenido y limpiado si es necesario, con la ventaja de que no hay dispersión de las mareas.

#### **d. Varada en Dique Seco**

Este es el método más limpio y seguro de reciclado de buques, pero se lleva a cabo con relativa poca frecuencia debido a su alto costo. Desde que el buque no se encuentra en el agua los trabajadores pueden inmediatamente empezar a separar la embarcación en largas secciones, después trasladarlas a otras áreas para ser cortadas en trozos más pequeños. Al finalizar, el muelle se limpia y se inunda de nuevo para el próximo barco. Las posibilidades de que accidentalmente aguas contaminantes circundantes se filtren al océano son prácticamente cero, ya que todo está contenido en el dique. Uno de los principales lugares de reciclaje en dique seco es en Leavesley Internacional de Liverpool en el Reino Unido.

### 1.3.3. Plan de reciclaje de buques

Una vez que la embarcación haya atracado un plan de reciclaje deberá producirse mediante un organismo competente. La OMI muestra una lista detallada de las actividades que deberían realizarse:

- Detalles de la nave, origen, certificaciones, etc.
- Detalles de los estudios que se lleven a cabo.
- Detalles de plan de recursos humanos.
- Detalles de donde y cuando el barco se va a situar en cada fase de desmontaje.
- Proceso de desmantelamiento a adoptar.
- Detalle de los equipos a utilizarse para desmantelar el barco.
- Plan detallado de estabilidad en cada fase.
- Una lista de los principales equipos a ser retirados para su reutilización.
- Detalles del lugar de almacenamiento de los equipos retirados.
- Detalles para limpieza de compartimientos, tuberías, y tanques.
- Un plan de gestión de residuos en general.
- Una evaluación de riesgos para cada fase .
- Salud, seguridad y evaluación ambiental..

#### **1.3.4. Desmantelamiento**

Debido a la complejidad estructural de los buques y los tantos requerimientos en asuntos ambientales, seguridad y salud humana, el desguace de buques se realiza mediante procesos muy estrictos. Países industrializados con mejores instalaciones como diques secos regulan de mejor manera estos procesos, mientras que el desguace realizado en playas o muelles no cuenta con mayores controles e inspecciones.

En esta parte del trabajo se explicara cómo debe realizarse el desmantelamiento de un buque siguiendo la guía práctica de los astilleros del Reino Unido [12], los mismos que utilizan un doble método de desguace, por medio de muelle y dique seco, con la finalidad de impedir la contaminación ambiental y riesgo laboral.

Antes de realizar cualquier desmantelamiento es necesario inspeccionar la embarcación para saber lo siguiente:

- La cantidad y posición de líquido o contaminantes a bordo, en la figura 17 se observa los posibles lugares de materiales peligrosos y no peligrosos.
- Como se manejará de forma segura las áreas de posible contaminación.

- Eliminación, almacenamiento, y transferencia a un gestor de residuos autorizado.

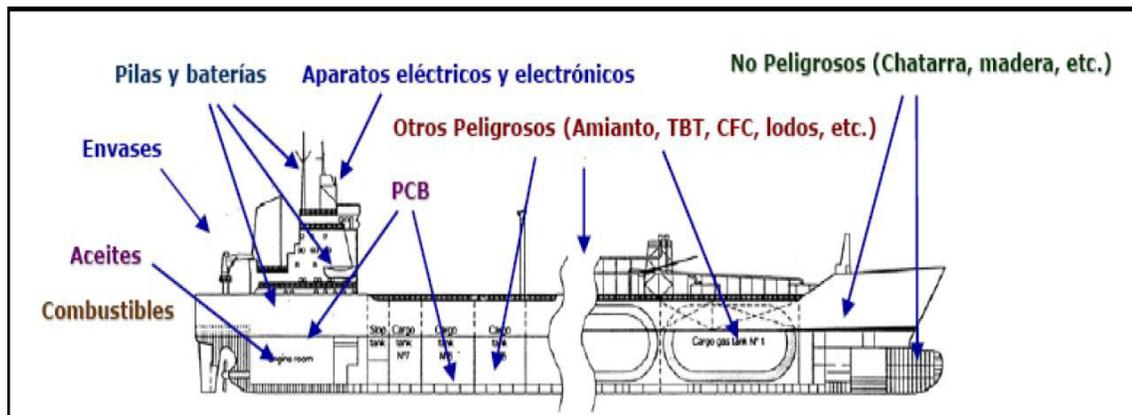


Figura 16: Localización de chatarra, residuos sólidos, y residuos líquidos en un barco, [6].

Es común remover todo el aceite, aguas residuales, y aguas de lastre en una etapa temprana y durante todo el proceso de desguace, por lo que se necesita saber las condiciones de las bombas y tuberías del buque para su utilización. Muchas veces cuando cierta cantidad de aceite no se puede retirar, es necesario utilizar bombas portátiles para dejar los tanques totalmente limpios. El aceite extraído y aguas residuales serán clasificados como residuos tóxicos. Los materiales separados de la embarcación se colocan en su debida área de acopio, ya sean reutilizables, peligrosos o no peligrosos.

Mientras el buque se encuentre en el muelle, se puede proceder a desguazar de arriba hacia abajo, dependiendo de la capacidad de los trabajadores y maquinaria disponible. Una vez que los elementos internos se han eliminado, la superestructura puede ser removida, por medio de una grúa y así poder manipular pedazos de tamaños manejables. La estructura superior se retira dejando la cubierta expuesta de tal manera que todos los elementos de la maquinaria auxiliar como los generadores se puedan levantar con facilidad, de la misma forma se va sacando cubierta por cubierta permitiendo también levantar los muebles, mamparos, tuberías, cableado, etc.

Una vez que haya quedado solo el casco del buque, se lo puede mover a un dique seco usando cabos y cabrestantes. El casco puede descansar sobre el suelo o bloques, entonces utilizando una técnica de chorro, la pintura anti-incrustante<sup>1</sup> es removida para su tratamiento. Se quitan todas las planchas y refuerzos hasta el punto que el eje de popa se pueda quitar. La quilla es la parte final de la nave para el desmontaje, sin embargo, este puede contener lastre duro como hormigón, el cual tendrá que ser sacado utilizando equipo adecuado y así poder reutilizarlo.

---

<sup>1</sup> Los antifouling, también llamados anti incrustante o patente, son un producto que contiene biocidas para prevenir la adherencia y el crecimiento de organismos, microorganismos, flora y fauna marina en general.

### 1.3.5. Materiales desmontados y almacenamiento.

Los materiales retirados de la nave deben ser separados y almacenados en áreas asignadas. En la tabla 2 se muestra una lista de los materiales y desperdicios que se pueden encontrar en un buque y el posible lugar de eliminación.

Materiales/ Desperdicios	Chatarra recuperada/Desperdicios generados del desguace	Almacenamiento / eliminación
Chatarra	Planchas enrolladas Hierro forjado Hierro gris Maquinaria Muebles de madera y otros	Mercado de chatarra
Residuos sólidos	Asbestos Lana de vidrio Residuos de lodos y materiales contaminados Plásticos y cables(con restos de pintura) Caucho Fibra de vidrio Rexene Óxido de hierro Malla de alambres Productos de cartón Vidrio Baldosas de cemento Residuos sólidos urbanos	Instalación de tratamiento, eliminación y almacenamiento
Residuos líquidos	Aguas de sentinas Aceite y combustible	Vertederos Planta de tratamiento

Tabla 2: Chatarra y desperdicios generados del desguace de buques, [7].

La cantidad de materiales encontrados en un buque varía con el tipo de servicio. Un porcentaje indicativo de chatarra procedente de diferentes tipos de buques se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de barco	%						
	Planchas de acero	Chatarra de acero	Hierro	Metales no ferrosos	Maquinaria	Muebles de madera y otros	Pérdida de peso
Carga general	56-70	10	2-5	1	4-8	5	9-15
Granelero	61-71	8-10	2-3	1	2-5	1-5	10-16
Pasajero	44-58	10	5	1-2	10-15	5-7	11-17
Petrolero	72-81	5-7	2-3	1-2	1-2	1-2	10-12
Gasero	66-75	8-10	3	1	1-6	1-2	10-13
Buque de guerra	53-67	10	2-6	1-2	4-6	1-2	15-22
Buque contenedor	63-67	10	3-4	1	5	5	10-13
Pesquero	47-67	10	3-8	1-2	2-10	5	12-18

Tabla 3: Porcentaje de chatarra recuperada por tipo de barco, [14].

La tabla 3 muestra que una porción sustancial del material recuperado de un buque incluye planchas y chatarra de acero. Estos valores están dados en porcentaje del peso en rosca de la embarcación. Se puede ver que la mayor cantidad de acero se encuentra en las planchas del casco y refuerzos (Acero Naval) con un promedio general de 62% del peso en rosca. Seguido de

diferentes chatarras de acero con 10%, hierro 3%, metales no ferrosos 1.5%, maquinaria 7.5%, muebles y madera 4%, En cambio para los desperdicios sólidos y líquidos en cantidad de porcentaje es despreciable comparado con la chatarra recuperada.

### **1.3.6. Reutilización de los elementos obtenidos**

El material obtenido de la demolición se distribuye y transporta desde el lugar de desguace a empresas locales para la reventa, reacondicionamiento o reciclaje. Estas empresas de reprocesamiento deberán estar ubicadas en las proximidades de las instalaciones de desguace.

#### **a. Reventa**

El comercio de productos utilizables recuperados puede tener lugar en las proximidades de las instalaciones de desguace y ciertos artículos pueden ser transportados a las zonas centrales (principales ciudades) para su reventa. Las instalaciones comerciales individuales tienden a especializarse en determinados artículos. La siguiente es una lista de los grupos de elementos típicamente ofrecidos para su venta directa (sin reprocesamiento / remanufactura):

- Las bombas, válvulas, motores, máquinas.
- El equipo de navegación.
- Equipo de salvamento.
- Equipo de protección personal.
- Productos químicos y pinturas;
- Componentes de acero (anclas, cadenas, etc.).
- Aparatos sanitarios (lavabos, fregaderos, bañeras, etc.).
- Muebles.
- El cableado eléctrico (intactos) y las baterías.

#### **b. Remanufactura**

Ciertos residuos obtenidos son reprocesados o reconstruidos antes de la venta.

La siguiente lista proporciona algunos ejemplos:

- Acero: no todo el acero extraído se caracteriza como chatarra. Planchas sin daños, anclas, cadenas, estructuras de motor, etc. también pueden ser remanufacturadas.
- Aceites: aceites usados (aceites lubricantes) se reprocesan y son puestos a la venta.

- Reprocesamiento Mineral: material de aislamiento (asbesto) es en algunos centros reprocesado por el manual de trituración y vendido a las industrias manufactureras.
- Cobre: cableado dañado

### **c. Reciclaje**

Debido a que los residuos se utilizan como materia prima en la cadena de producción, ante todo, representado por la chatarra de acero. La calidad del producto final es una función de la calidad de la chatarra disponible, la clasificación y el proceso de reciclaje.

### **1.4. Evolución mundial del desguace de buques.**

Prácticamente todos los países del mundo se encuentran involucrados en alguna actividad de reciclaje de buques.

Hasta 1960, el desguace de buques era una actividad altamente mecanizada y concentrada en los países industrializados, como Estados Unidos, Reino Unido, Alemania e Italia. El Reino Unido poseía el 50% de la industria, establecida principalmente en Escocia. Entre 1960 y 1970, la industria emigro a países asiáticos, tales como Japón, y Taiwán. Finalmente desde 1980 el mercado se

movió en mayor parte hacia los países que conforman el Subcontinente Indio y a China.

De los 86000 barcos que hay alrededor de mundo actualmente, alrededor de 1328 fueron desguazados en 2013, de esta misma cifra más del 97% es controlado por los países mencionados anteriormente con la inclusión de Turquía, país miembro de la OCDE.

#### **1.4.1. El desguace: Un negocio de Conveniencia**

El desguace en los últimos años ha venido siendo un trabajo en declive en su mayoría en los países industrializados. Hace 30 años era una actividad que se realizaba de la mano a la construcción de buques, por esto mismo, los países más importantes en desguace eran Corea del Sur, Japón, Italia y España. Hoy en día a causa de factores económicos, y normas ambientales ha hecho que esta actividad no sea rentable en los países desarrollados. En lo que respecta a factores económicos es más conveniente la construcción naval, cualquier espacio libre resulta más beneficioso utilizarlo para construcción que para desguace, hasta tal punto se puede decir que son escasos los patios disponibles

para desguace en los países considerados como grandes constructores y reparadores de buques.

Los países que conforman la OCDE son los principales exportadores de barcos tóxicos hacia China y subcontinente indio. Cuando un buque frigorífico, petrolero, o quimiquero llega al final de su vida útil, se convierte en una cantidad grande de residuos tóxicos, por lo que su reciclaje sería un proceso difícil de realizar de una manera que no afecte al medio ambiente. Como se mencionó anteriormente el subcontinente Indio y China son los líderes de esta industria ya que importan más barcos por ofrecer precios altos. La Chatarra se recupera pero los restos de combustibles, aceites, ácidos de baterías, asbestos, etc., son vertidos al mar sin ninguna preocupación. Por este motivo tantos los exportadores e importadores de barcos realizan estas operaciones a su conveniencia, siendo todos los culpables de la contaminación ambiental.

#### **1.4.2. Movimiento geográfico del mercado del desguace.**

Antes de 1960 no existes muchos datos sobre el volumen de buques desguazados, pero es muy probable que Japón fue el líder mundial junto con Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, e Italia. Analizar el desguace de

buques por país permite ver geográficamente el movimiento del mercado, guiándose de la de gráfica, en la mitad de 1960 Taiwán superaba a Japón para convertirse en el líder mundial del desguace de buques, manteniéndose así hasta finales de 1980.

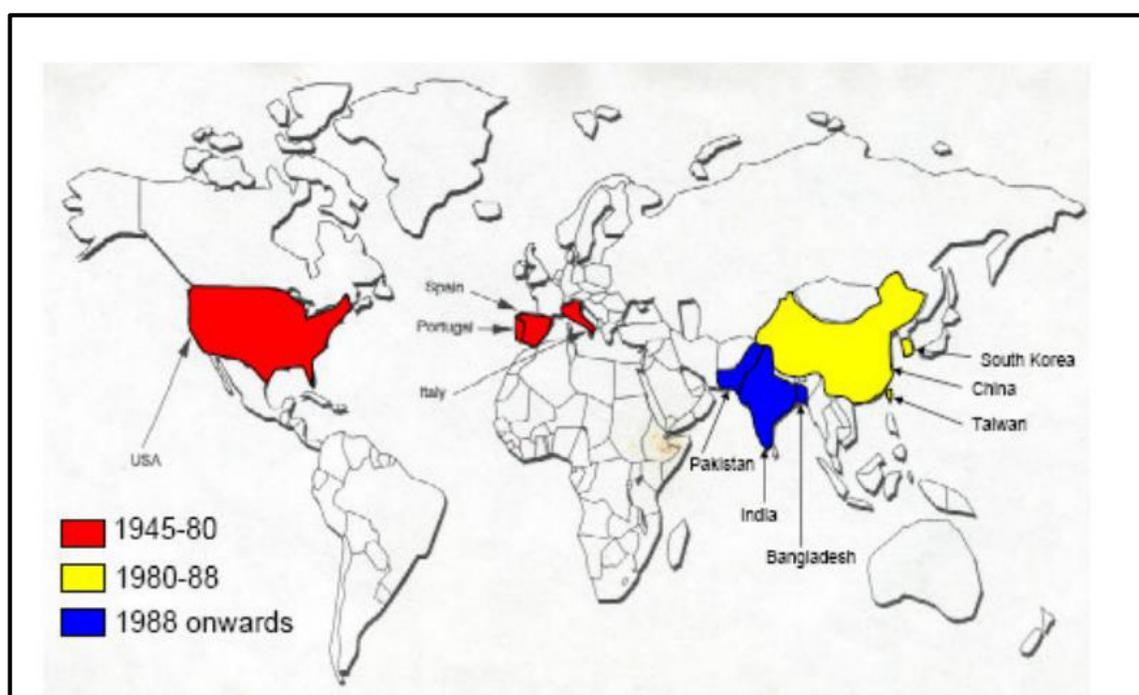


Figura 17: Movimiento geográfico del desguace de buques, [9].

Japón, Taiwán, y Corea del Sur eran los principales recicladores hasta que China se les unió y así el sur de Asia se convirtió en el centro de desguace.

En 1967, Taiwán desmanteló 739000 GT, Japón 796000 GT siendo líder innato, pero después de un tiempo decayó a 388000 GT permitiéndole a Taiwán liderar

hasta 1988. Taiwán, Corea del Sur, y China no tuvieron suficiente capacidad para cubrir la demanda del rápido crecimiento del desguace de buques que comenzó en 1982 y en 1992 los principales centros de desguace cambiaron de lugar moviéndose a los países del subcontinente Indio, como India, Bangladesh, y Pakistán, pero aun así China se mantuvo en la competencia.

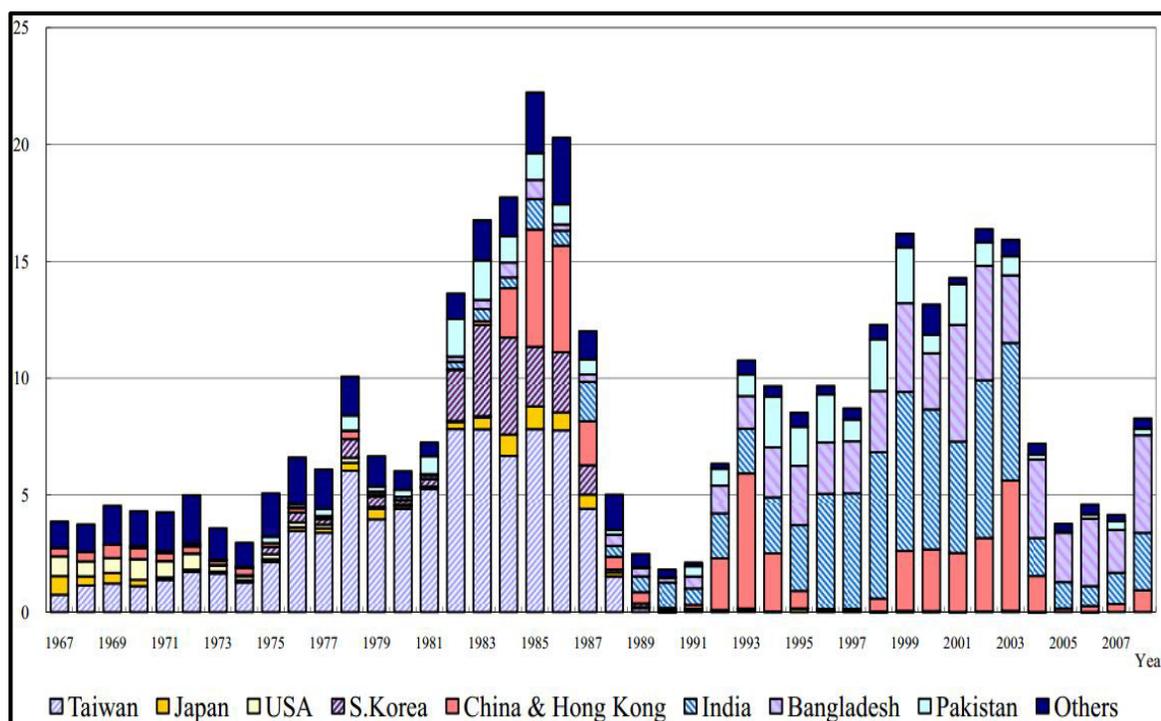


Figura 18: Desarrollo histórico del desguace de buques, (1967-2008, en millones de GT), [9].

### 1.4.3. Estadísticas del desguace de buques en los últimos años

Hoy en día existen varias empresas de corretaje, prensa, personas jurídicas, etc. que se dedican a brindar las diferentes estadísticas relacionadas al mundo del transporte marítimo y por lo general sus análisis se enfocan hacia los países más influyentes en los mercados. En esta parte se tomara como referencia los datos obtenidos por Robin de Bois<sup>2</sup> a partir del año 2006, para luego ser analizados.

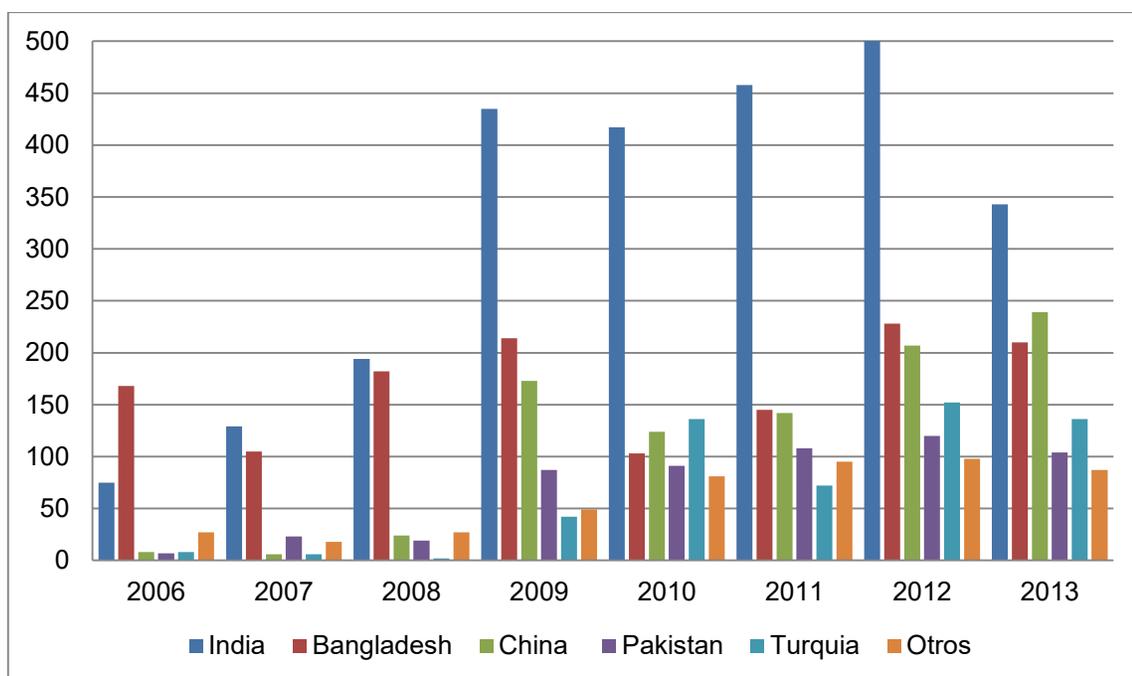


Figura 19: Número de barcos desguazados (2006-2013), [6].

<sup>2</sup> Asociación sin fines de lucro que colecta información sobre mercado de desguace de buques.

Como se ha dicho teóricamente el desguace de buques depende mayormente del mercado de los fletes y este en si del comportamiento de la economía global. En un periodo de siete años los buques desguazados van desde 293 en el 2006 hasta 1119 en 2013 y con un promedio de 706 buques desguazados por año, en cambio en unidades de peso, la cantidad desguazada va desde 1,85 a 9 millones de toneladas, con un promedio de 5,43 millones de toneladas por año.

Realizando un recorrido, en el 2006 Bangladesh fue líder en cantidad y peso seguido de India, juntos ocupaban el 84% de la industria dejando marginados a los otros países, y todo a causa de los elevados precios que se ofrecían, a causa de la mano de obra barata y el poco cuidado hacia al medio ambiente.

En el 2007 India desguazó más barcos, pero obtuvo menos chatarra en peso que Bangladesh y juntos controlaban 82% del mercado, dos puntos menos al del año pasado, en cambio la presencia de Pakistán aumentó ya que comenzó a aplicar las mismas políticas no sostenibles de sus países vecinos, finalmente China y Turquía se mantuvieron al margen con pequeñas cifras.

Prácticamente en el 2008 comenzó la crisis mundial afectando notoriamente al mercado de desguace, los armadores tomaron ventaja del record de los precios,

vendiendo sus viejos barcos a los astilleros y al mismo tiempo China comenzó a tener más participación con 24 barcos desguazados, pero India y Bangladesh seguían como líderes con 376 barcos en total, siendo primero Bangladesh por peso y no por número de buques.

En el 2009 los fletes continuaban a la baja por causa de la crisis mundial, permitiéndole a la industria del desguace seguir creciendo, pero a mitad de año la suprema corte de Bangladesh mando a parar las actividades a causa de los riesgos ambientales y salud [19]. Pero aun así ese año pudieron desguazar 214 buques manteniendo el segundo puesto, pero en tonelaje al fin fue superado por la India y China. China con 173 buques incremento sus operaciones 700% con respecto al año pasado mientras tanto India siguió como líder con 435 buques.

En el 2010, por tercera vez consecutiva India fue el destino número uno para demolición con 417 barcos, subiendo al segundo lugar Turquía con 136 barcos y 3,2 millones de toneladas, seguido de China con 124 barcos, y Bangladesh a la baja con solo 103 barcos a causa de lo mencionado en el 2009. Los precios ofrecidos por los astilleros asiáticos aumentaron en alrededor de los 440 y 500\$ por toneladas, Turquía no se quedó atrás ofreciendo mejores prácticas de desguace y con precios hasta 300\$ por tonelada.

En el año 2011, 2012, y 2013 se obtuvieron 8, 11, y 9 millones de toneladas de chatarra reciclada respectivamente, el estancamiento de la economía, y cada vez con nuevas rigurosas inspecciones en los puertos de Asia están llevando más buques a demolición. El posicionamiento en el mercado de desguace en porcentaje de toneladas hasta el 2013 estaría con India en 31%, Bangladesh 25%, China 19%, Pakistán 15%, y Turquía con 6%.

Es notorio como los países pertenecientes al subcontinente Indio son los mayores involucrados en el mercado de desguace de buques y a la vez los más contaminantes, claramente a causa del modelo económico no sostenible que siguen. A diferencia China y Turquía con más participación del primero, sus prácticas se realizan pensando en el impacto ambiental y humano que este trabajo pueda causar.

#### **1.4.4. Principales Instalaciones de desguace en el mundo.**

##### ***Desguace en el subcontinente Indio y China.***

Los mayores involucrados en el negocio del desguace en el subcontinente Indio son India, Pakistán, y Bangladesh quienes juntos controlan el 71% del mercado

y caracterizados por utilizar el varamiento por playa. Las condiciones sociales y económicas en estos países son prácticamente idénticas, con gran cantidad de habitantes, deprimente nivel de pobreza, alto nivel de analfabetismo y desempleo, una contaminación ambiental extendida, degradación de los recursos naturales, y faltas de leyes reguladoras.

La industria del desguace en esta parte del planeta emplea trabajadores sin experiencia para mejorar los ingresos de sus gobiernos. Las organizaciones internacionales siempre han estado presionándolos para que mejoren sus prácticas de desguace y al pasar de los años pocas certificaciones han sido aprobadas en ciertos países, con la excepción de Pakistán. En comparación China posee más certificaciones internacionales, con emplazamientos mecanizados en sus principales astilleros siendo pionero del reciclaje verde debido a sus prácticas de desguace.

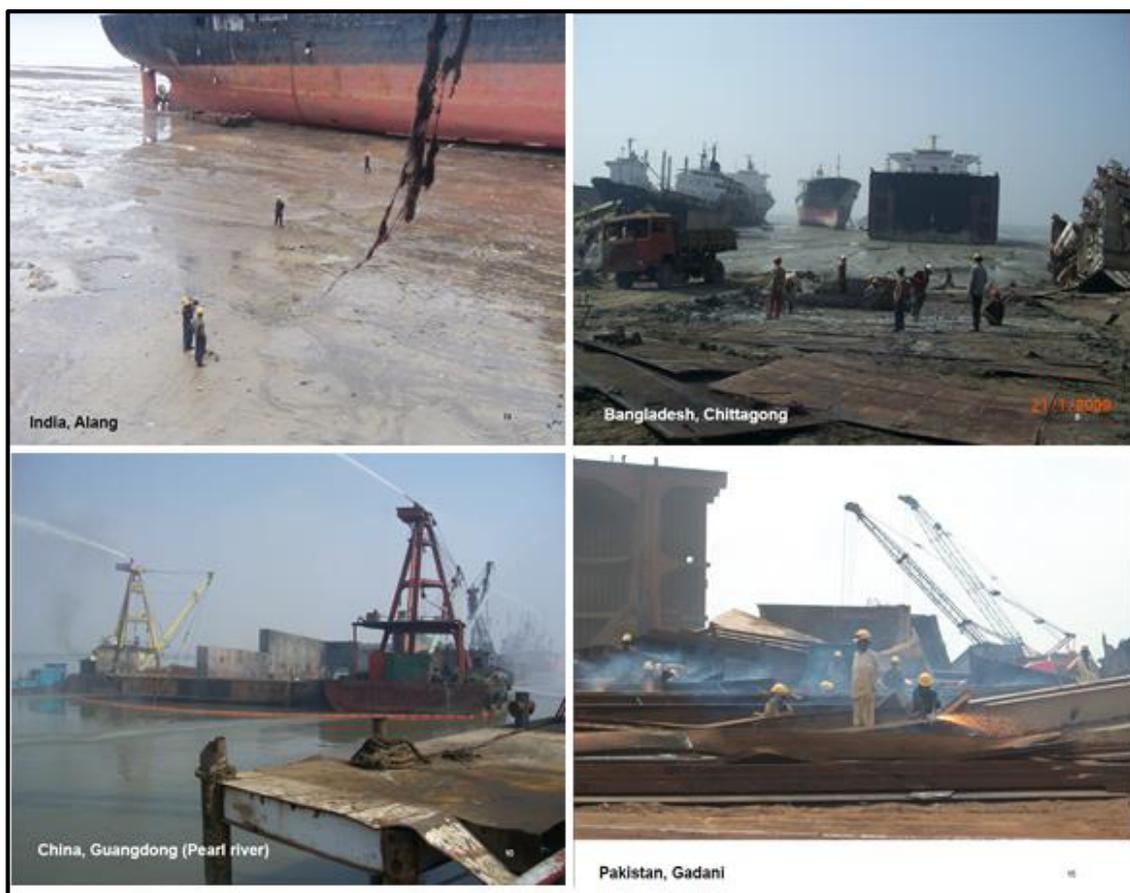


Figura 20: Principales ciudades para el desguace de buques en el mundo, [12].

**Desguace en Bangladesh.-** La demanda de acero en Bangladesh depende exclusivamente de la importación de barcos obsoletos, ya que no posee este recurso natural, y satisface en un 80% los requerimientos de varias industrias en Bangladesh. Las operaciones son hechas en muchas playas de Bangladesh, pero el sector más importante se encuentra en Chittagong donde existen más de

100 patios de desguace de buques con infraestructuras primitivas y antecedentes de ser inseguros. Greenpeace y la federación internacional de derechos humanos estima que en promedio, un trabajador muere cada semana y uno se accidente cada día [20]. Las consecuencias ambientales en esta industria son alarmantes, aunque actualmente se están realizando esfuerzos para los patios de desguace obtengan certificación internacional, ya que cuatro instalaciones ya han sido capaces de obtener certificaciones internacionales como ISO y OSHAS<sup>3</sup> (ANEXO A).

**Desguace en Pakistán.** Las condiciones laborales y ambientales en Gadani son muy parecidas a la de sus países vecinos. Hoy en día Pakistán proporciona una cantidad de acero considerable que se requiere para el desarrollo, con la capacidad de desguazar un centenar de buques, incluyendo súper tanqueros y barcos cargueros de gran tamaño [22]. Actualmente Pakistán se ha quedado en la deriva, de sus 25 patios desguace ninguno de ellos tiene alguna certificación internacional.

**Desguace en La India.** La industria de desguace en la India se caracterizaba por desmantelar pequeñas barcasas y barcos costeros. Pero 1978 el gobierno adoptó una política de importar barcos, dejando que una empresa local de acero

---

<sup>3</sup> Sistemas y guías de estandarización para el cuidado de la salud, seguridad y gestión del medio ambiente.

se encargara de la industria y rápidamente se convirtió en un negocio manufacturero. Al comienzo las operaciones de desguace se realizaban en muelles en la ciudad de Mumbai en el estado de Maharashtra. Dado a que su espacio era limitado se produjo un estudio sobre lugares y métodos alternativos de desguace, llegando a utilizar la varada en la playa, en la ciudad de Alang en el estado de Gujarat. El pilar de esta industria está en Alang con 11 kilómetros de playa, 180 patios de los cuales 100 poseen la certificación ISO 14001/9001 y OHSAS 18001, y 55 patios con certificación ISO 30000, todos ellos con un promedio de 150 barcos desguazados por año [24].

**Desguace en China.-** El desguace se lo realiza en 90 patios situados en los deltas y partes bajas de los ríos Pearl y Yangze. El patio de desguace más grande se encuentra en Zhang Jiagang provincia de Jiangsu, con capacidad anual de 1.8 millones de toneladas, los patios cubren 1500 hectáreas, y emplea a más de 1200 personas [25]. También hay patios importantes en la ciudad de Jiangmen, provincia de Guangdong, con capacidad anual de 500.000 toneladas, con patios y plantas de trabajo de 40 y 2 hectáreas respectivamente [26]. A diferencia de los otros países vecinos, China se preocupó de los impactos de la industria sobre el medio ambiente y laboral adoptando ciertas medidas regulatorias. En 1982 se promulgo una ley de protección del medio

marino, basada en esta iniciativa una serie de regulaciones fueron aprobadas en diferentes astilleros, pasando pruebas de calidad, actualmente poseen la ISO 14001, OHSAS 18001, e ISO 9001.

### ***Desguace en los países que integran la OCDE.***

Los países miembros de la OCDE tales como Bélgica, Holanda, Reino Unido, Italia, Dinamarca, España, Canadá, Estados Unidos, México utilizan el reciclaje verde pero a una escala limitada.



Figura 21: Principal centro de desguace en Europa, Aliaga, [12].

**Desguace en Turquía.-** A partir de 1995 el gobierno decidió legalizar la industria del desguace y actualmente se encuentra entre los cinco países líderes del mercado. A pesar de ser miembro de la OCDE Turquía no respetaba las normas ambientales y de seguridad laboral, un estudio de Greenpeace en el 2002 corroboró estos resultados en los patios de desguace de Aliaga [28], desde entonces la situación en el astillero ha mejorado considerablemente y hasta algunos tienen certificación internacional para el cuidado del medio ambiente y salud laboral. Existen entre 19 y 20 patios que permiten controlar actividades peligrosas, dado a que utilizan rampas como método de desguace, permitiéndoles una correcta manipulación de residuos tóxicos para proteger el mar [10]. Turquía tiene grandes ventajas de ser un sitio preferido en desguazar un buque para quien quiera hacerlo de forma amigable con el medio ambiente por estar situado en un punto estratégico, ya que es fácilmente accesible desde la Unión Europea y del Medio Este.

**Desguace en Bélgica.** Después de la primera y segunda guerra mundial hubo una gran demanda de desguace de buques y hoy en día la compañía representa una de la más grande de Bélgica [31]. Estos emplazamientos de aproximadamente se encuentran localizados en el Puerto de Gante y restringido para buques de hasta 12 metros de calado. El negocio del desguace de buque

en Bélgica ha crecido notoriamente en los últimos años debido a la ubicación ideal a orillas del canal Gante, con 800 metros de muelle y una rampa de 38 metros de ancho para las operaciones. Actualmente en Van Heyguen se quitan 20000 toneladas de desechos por año, más o menos unos 50 buques, de los cuales 40 son pequeños barcos, y alrededor de 10 son barcos más grandes que pesan más de 1000 toneladas. En el 2012 la compañía de desguace que opera en Gante comenzó a especializarse en buques más grandes, como dragas, fragatas, y buques dragaminas [32].

**Desguace en Holanda.-** El mayor lugar de desguace en Holanda se encuentra en Scheepssloperij, astillero Gravendeel, en un canal marítimo sin esclusas a unos 20 kilómetros al sur del puerto de Róterdam. Sus instalaciones son altamente mecanizadas capaces de recibir embarcaciones de hasta 12 metros de calado y son compartidas con la compañía HKS la misma que se encarga del reciclaje de la chatarra. Esta actividad es estrictamente controlada y amigable con el medio ambiente.

**Desguace en el Reino Unido.-** Actualmente existen tres importantes compañías de desguace que operan en el Reino Unido. Swan Hunter, en New Castle, Inglaterra, Harland y Wolff, en Belfast, Irlanda Del Norte, y Able Uk en

Hartlepool. El gobierno de Reino Unido ha establecido ciertas normas con la finalidad de promover una actividad transparente, haciendo que sus diques sean totalmente impermeables en el caso que haya algún evento inesperado, y con el objetivo de mantener los residuos tóxicos lejos del océano.

**Desguace en Italia.-** La mayoría de los astilleros se encuentra alrededor de Nápoles y las principales empresas que operan son Rotrafer y Simont utilizando diques secos o flotantes como método de desguace. La longitud de Rotrafer es de 200 metros, por lo que las dimensiones de los buques deben ser evaluadas antes de ingresar, en cambio en Simont pueden introducir embarcaciones de hasta 330 metros de eslora [8].

**Desguace en Dinamarca.-** En esta parte de Europa existen dos instalaciones de reciclaje, una es de Fornaes en el puerto de Grenaa, y la otra Sedegarden en el puerto de Esbern. Sus instalaciones con más de 50000 metros cuadrados cuenta con todos los permisos ambientales necesarios para el desguace de buques y manejo de residuos tóxicos [36].

**Desguace en España.-** Sus astilleros están ubicados a lo largo de la costa de la provincia de Asturias, Santander, Bilbao, Galicia, y Coruña que en la actualidad

están dirigidos para demoler buques militares y pesqueros, llegando solo a las 30000 toneladas por año [38]. La mayoría de los patios tiene un máximo de 100 metros y limitada entrada al canal para buques con calado máximo de 6 metros.

**Desguace en Canadá.-** La empresa de Salvamento Marítimo Internacional que opera en el puerto de Colborn cuenta con certificación internacional ISO 14000 y según un informe de 2007 de la Comisión Europea, la compañía ha reciclado alrededor de 150.000 toneladas de acero a partir desde el año de 1985 [40].

**Desguace en Estados Unidos.-** Existen dos importante sitios desguace, el primero está en Chesapeake, Virginia, capaz de controlar tres barcos a la vez, el segundo se encuentra en la parte más baja del país en Brownsville, Texas, a solo unos kilómetros de México, aquí es donde operan las más grandes compañías de USA y en consecuencia cientos de buques han sido desguazados [42].

#### **1.4.5. Chatarra de acero a partir del desguace de buques.**

El acero es el material que más se recicla en el planeta ya que sus propiedades permiten realizarlo un infinito número de veces, convirtiendo esta actividad

amigable con el medio ambiente, ya que reduce la contaminación en un 70%. El acero puede ser producido a través de dos rutas principales: la producción primaria que utiliza el mineral de hierro y la producción secundaria partir de la chatarra. El más grande productor de acero en el mundo es China, que controla casi 50% de la industria, principal reciclador de chatarra, y tercero en el reciclaje de buques. En el mundo de la siderurgia la chatarra proveniente de acero influye significativamente y parte de esta materia prima proviene del reciclaje de buques.

Como se dijo en la parte anterior actualmente cinco países son los principales recicladores de buques en el mundo, controlando casi el 98% del mercado (India, China, Bangladesh, Pakistán y Turquía), por lo que el análisis prácticamente se enfoca en ellos. La figura 21 muestra una estimación global de las toneladas en peso en rosca desde el 2006 al 2012, variando de 1,82 a 9, con promedio anual de 5,4 millones de toneladas por año. La chatarra de acero recuperada esta entre 75% y 85% del peso en rosca de un buque, entonces se obtiene que la cantidad de acero será de 1,5 a 7,2 millones de toneladas, con un promedio anual de 4,3 millones de toneladas. En India, Bangladesh, y Pakistán el 50% de la chatarra recuperada es fundida para la producción de acero, mientras que China, Turquía y otros lo hacen en un 90%, entonces se puede

estimar la contribución total por parte del reciclaje de buques. Esto se muestra en la figura 27, para un periodo de seis años con valores de 0,8 a 4,4 millones de toneladas, con un promedio de 3,1 millones de toneladas de chatarra proveniente de buques para la producción mundial de acero.

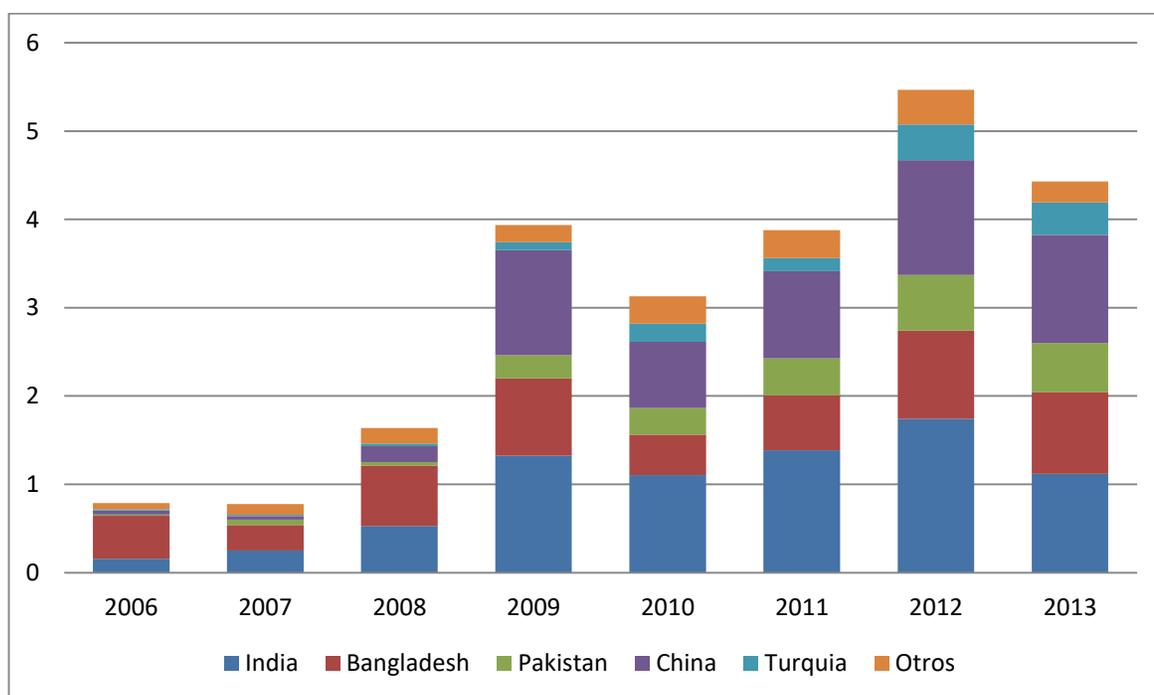


Figura 22: Estimación de chatarra proveniente del desguace de buques e utilizada para la producción mundial de acero (millones de toneladas), [6].

## **CAPITULO 2**

### **REGLAMENTOS SOBRE EL RECICLAJE DE BUQUES.**

El transporte marítimo en la historia siempre estuvo controlado por un marco regulatorio creado por los estados más influyentes en el mundo [46]. A mitad del siglo XIX varios países propusieron que un organismo internacional permanente debería ser establecido para promover la seguridad marítima con mayor eficacia, creándose así la OMI [48]. Un gran componente en el negocio del transporte marítimo es la industria del reciclaje de buque, sin embargo hay poco control para este mercado, a pesar de que existe una gran generación de desperdicios tóxicos que afectan al medio ambiente y a la vida humana.

La Convención de Basilea para el Control del Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación, fue la primera ley que reguló el mercado del reciclaje de buques. Esta guía para el control ambiental, controla el movimiento transfronterizo de buques para el reciclaje. Algunos elementos en la convención de las Naciones Unidas conocida como la CONVEMAR también son relevantes para el desguace de buques. La Organización Intencional del Trabajo (OIT) ha establecido leyes con el fin de proteger a los trabajadores en la seguridad y salud ocupacional.

Entre los convenios que la OMI ha realizado para la seguridad del transporte marítimo muchas están en contra del desguace de buques que se realiza hoy en día. Estas incluyen el convenio de Londres de 1972 para La Prevención de La contaminación Marítima por el Vertimiento de Desperdicios y su Protocolo de 1996, el Convenio de Nairobi Sobre La Eliminación de Restos de Naufragios en el 2007, el Convenio Internacional del Control de los Sistemas Anti incrustantes Perjudiciales en los Buques en el 2001, El Convenio Internacional Para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y Los Sedimentos de los buques del 2004,y El Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques en 1973, y su Protocolo en 1978, MARPOL 73/78. Además está el más importante entre los instrumentos de la OMI en relación directa con el desguace

de buques en su reciente adopción, El Convenio Internacional de Hong Kong para la Seguridad y Gestión Medioambientalmente Racional del Reciclado de Buques del 2009, el cual utiliza las mismas directrices de la convención del 2003 sobre el reciclaje de buques.

En este capítulo exclusivamente se tratará de los instrumentos legales nacionales e internacionales con relación al reciclaje de buques.

### **2.1. Control del movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación (Convenio de Basilea).**

Este convenio es el acuerdo internacional más importante en materia de desechos peligrosos y otros desechos, que reconoce y establece medidas en el control de las amenazas para la salud humana y ambiental debido al movimiento transfronterizo de desechos peligrosos. Entro en vigor el 5 de mayo de 1992 auspiciado por el programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. El objetivo de la convención en general tiene dos puntos importantes:

- La convención proporciona una mejora en el control sobre el movimiento transfronterizo, y concientizar a las partes el impacto que pueden tener los

desechos peligrosos, cuando no se cumple la norma del manejo racional ambiental (ESM)<sup>4</sup>.

- Las partes están obligadas a adoptar medidas apropiadas para minimizar la generación de desechos peligrosos por medio de instalaciones adecuadas que operen al rigor de las leyes internacionales.

Como manejo ambiental racional o sus siglas en ingles ESM, se entiende a:

**La adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que pueden derivarse de tales desechos<sup>5</sup>.**

Una serie de guías técnicas han sido desarrolladas en relación de la gestión de residuos peligrosos usando este concepto. Otro aspecto importante en el convenio de Basilea refiere a un grupo de cinco personas jurídicas que tengan relación en el transporte de residuos peligrosos<sup>6</sup>:

---

<sup>4</sup> Convenio de Basilea, Preámbulo

<sup>5</sup> Convenio de Basilea: art. 2(8)

<sup>6</sup> Convenio de Basilea: art. 2(15,16,17,18,19)

1. El generador
2. El exportador
3. El transportista
4. El importador
5. El eliminador

**Estado Parte y no Parte.** -La convención de Basilea estipula que ninguna Parte permitirá que los desechos peligrosos y otros desechos se exporten o importen a un Estado que no sea Parte<sup>7</sup>. El propósito es establecer un sistema de control de exportaciones e importaciones de desperdicios peligrosos, en una forma de impedir el traslado ilegal. De hecho, el convenio afirma que todo Estado tiene el derecho soberano de prohibir la entrada o la eliminación de desechos peligrosos y otros desechos ajenos en su territorio<sup>8</sup>. La exportación de desechos peligrosos esta solamente permitida cuando el Estado de exportación no dispone de la capacidad técnica ni de los servicios requeridos o de lugares de eliminación adecuados a fin de eliminar los desechos de que se trate de manera ambientalmente racional y eficiente; o los desechos de que se trate son

---

<sup>7</sup> Convenio de Basilea, Art. 4(5).

<sup>8</sup> Convenio de Basilea, Art. 4(9).

necesarios como materias primas para las industrias de reciclado o recuperación en el Estado de importación<sup>9</sup>.

**Autorización y requerimientos para un movimiento transfronterizo.-** Antes de comenzar con el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, la convención de Basilea contempla dos documentos importantes.

- El estado de exportación no comience el movimiento transfronterizo hasta que haya consentimiento escrito del importador y el Estado de tránsito<sup>10</sup>.
- Un documento de movimiento<sup>11</sup>, el cual contiene información sobre 14 puntos importantes para el movimiento de los desechos tóxicos, como por ejemplo, la declaración del exportador de que la información es correcta, y que las partes interesadas no tengan ninguna objeción.

Los desechos peligrosos y otros desechos destinados a un movimiento fronterizo se embalaran, etiquetaran, y transportaran de acuerdo a los reglamentos y normas internacionales<sup>12</sup>. De igual manera el Estado de importación o cualquier Estado de tránsito que sea Parte podrá exigir que todo

---

<sup>9</sup> Convenio de Basilea: art. 4 (9:a,b)

<sup>10</sup> Convenio de Basilea. Art. 6 (4)

<sup>11</sup> Convenio de Basilea. Art. 4 (7:c)

<sup>12</sup> Convenio de Basilea. Art 4(7:b)

movimiento transfronterizo de desechos peligrosos esté cubierto por un seguro, una fianza u otra garantía<sup>13</sup>.

**Conferencia de las partes (COP).**- Se realiza en intervalos regulares<sup>14</sup> para revisar y evaluar los términos del convenio Basilea. El COP juega un papel importante en la convención de Basilea con respecto al reciclaje de buques. Las reuniones comenzaron a figurar a partir de la quinta Conferencia de las partes del 6 de Diciembre de 1999, ya que se empezó a trabajar en cooperación con la OMI para elaborar guías sobre el desmantelamiento parcial o completo de buques. Después de eso, en la sexta reunión del 9 de Diciembre del 2002, el TGSD<sup>15</sup> fue adoptado. En la séptima y octava tres importantes temas se trataron: ESM en el desmantelamiento de buques, la Organización Internacional del trabajo (ILO), la OMI junto a la convención de Basilea, y sobre buques abandonados. Desde entonces nuevos programas para un conveniente reciclaje de buques fueron adoptados con el propósito de mejorar las prácticas laborales y estándares ambientales.

---

<sup>13</sup> Convenio de Basilea. Art 6(11)

<sup>14</sup> Convenio de Basilea. Art. 15(1)

<sup>15</sup> TGSD: Technical Guidelines on the Environmentally Sound Management of the Full and Partial Dismantling of Ships.

TGSD sirve como guía para los países que deseen establecer instalaciones para el reciclaje de buques. La guía provee información y recomendaciones en procedimiento, procesos y prácticas que se necesitan para una correcta aplicación del ESM.

**Discrepancias Internacionales.-** La industria del transporte marítimo ha recalado constantemente que las herramientas del Convenio de Basilea no son adecuadas para el negocio del desguace de buques. Para apoyar este argumento, la industria del transporte marítimo se basa en el artículo 1(4) de la Convención de Basilea:

**Los desechos derivados de las operaciones normales de los buques, cuya descarga esté regulada por otro instrumento internacional, quedarán excluidos del ámbito del presente Convenio.**

A pesar de que los argumentos de la industria del transporte marítimo parecen convincentes, sus razonamientos son poco coherentes. Por un lado, el objeto principal de preocupación no son los desechos que son derivados de la operación normal del barco, sino los residuos que se encuentra dentro de su estructura. Segundo, los desechos no son creados en la instalación de reciclaje de buques sino cuando son construidos. Entonces está claro, que las

herramientas de la Convención de Basilea son relevantes y así se mantiene como el organismo principal relacionado al desmantelamiento ambiental racional de buques.

## **2.2. El desguace de buques y la CONVEMAR**

La ley del derecho del mar, conocida formalmente como la Tercera Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, CONVEMAR, fue adoptada en 1982. La CONVEMAR tiene el propósito en establecer un conjunto de normas que rigen a los océanos [51], e incluso contiene varias disposiciones que son relevantes para el desguace de buques. Entre la más importante está el movimiento transfronterizo a través del océano de un barco al final de su vida útil que contenga materiales peligrosos cumpliendo un paso inocente, particularmente cuando son remolcados hacia las instalaciones de reciclaje. La CONVEMAR en el área del reciclaje de buques es limitada, sin embargo sigue siendo el organismo más importante que impone obligaciones entre las partes con respecto a la contaminación del mar.

En la parte XII de la CONVEMAR sobre la protección y preservación del medio marino, dice que Los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus

recursos naturales con arreglo a su política en materia de medio ambiente y de conformidad con su obligación de proteger y preservar el medio marino<sup>16</sup>. Si esta obligación es interpretada en el desguace de buques, los estados con instalaciones de desguace que son partes de la CONVEMAR deben seguir un proceso de desmantelamiento que no contamine el medio marino. Entonces es claro que:

**La CONVEMAR obliga a los Estados adoptar leyes y reglamentos para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino procedente de fuentes terrestres, siguiendo las prácticas y procedimientos recomendados, que se hayan convenido internacionalmente<sup>17</sup>.**

Se sabe que los líderes en el desguace de buques son India, Bangladesh, y Pakistán, quienes utilizan el atraque en la playa, y aun siendo parte de la CONVEMAR, lastimosamente sus prácticas están en contra de los artículos mencionados.

---

<sup>16</sup> CONVEMAR. Parte XII. Art. 193.

<sup>17</sup> CONVEMAR. Parte XII. Art. 207(1).

### **2.3. Organización Internacional del Trabajo (OIT) en el Desguace de buques.**

El desguace de buques se ha convertido en un problema importante para la salud ocupacional y ambiental en el mundo. Es una de las ocupaciones más peligrosas, con altos niveles de muertes, lesiones y enfermedades. Uno de los mayores factores que afectan a un conveniente desguace de buques es la falta de mecanismos legales, administrativos e infraestructurales para una correcta seguridad y salud ocupacional. La gran cantidad de buques para el reciclaje ha prestado un nuevo sentido de urgencia a la necesidad de mejorar la seguridad y salud de decenas de miles de trabajadores que realizan esta actividad. Esto ha llevado a la OIT a examinar las directrices de la seguridad y salud en relación al desguace de buques.

La OIT es una agencia especializada de la Naciones Unidas que busca promover la justicia social e internacional que reconoce los derechos laborales de las personas. Ha tenido un papel importante en el desarrollo de guías internacionales para proteger la seguridad y salud ocupacional en los astilleros de desguace. En noviembre del 2000, en la sesión 279, el órgano rector de la OIT tomó la decisión en desarrollar una guía para mejorar las prácticas en el

desguace de buques y para Marzo del 2004, en la sesión 289, ya fue aprobada. La guía tomo en nombre de: La Seguridad y Salud de desguace de buques: Directrices para los Países Asiáticos y Turquía.

Las directrices proporcionan recomendaciones sobre las correctas operaciones que se deben hacer en el desguace de buques, incluyendo el manejo de sustancias peligrosas, la protección y medidas preventivas de los trabajadores contra los riesgos y sugerencias basadas en un programa de entrenamiento [53].

La Guía de la OIT se divide en dos partes, la primera es sobre el marco nacional para un responsable desguace de buques, y la segunda establece medidas sobre la seguridad operacional en el desguace de buques. La OIT requiere que las leyes y reglamentos nacionales deberían adecuarse al tipo concreto de instalación de desguace y de contratación de los trabajadores. Ellos también establecen que debe haber una estructura administrativa que se encargue de la seguridad de los trabajadores en las tareas del desguace de buques<sup>18</sup>.

**Derechos y obligaciones de las partes involucradas.** -La responsabilidad no solamente cae sobre la parte administrativa, la guía señala que los trabajadores tienen que velar por la SST (Salud y Seguridad de los Trabajadores) así como la

---

<sup>18</sup> Responsabilidades y deberes de las autoridades competentes: 3.1.1.

protección del medio ambiente, vida y trabajo<sup>19</sup>. Entre los derechos que pueden exigir los trabajadores están<sup>20</sup>:

- Llamar a atención de sus representantes en caso de peligros potenciales o riesgos.
- Hacer un llamamiento en caso de que se crea que los medios empleados por el empleador son inadecuados.
- Alejarse e informar de un peligro en caso que lo crea necesario.
- Un seguro en caso de accidente o muerte.
- Limitarse a utilizar equipos en caso de falta de experiencia

La OIT también señala las responsabilidades generales de los proveedores, fabricantes y diseñadores, de una manera que se asegure que la maquinaria, los equipos o las sustancias en cuestión no entrañan ningún peligro para la seguridad y la salud de las personas que hagan uso correcto de ellos, con la ayuda de información e instrucciones por parte de los fabricantes.

Una revisión general de la guía técnica para el desguace de buques por parte de la OIT permite darse cuenta de lo conveniente que sería para el medio ambiente

---

<sup>19</sup> Responsabilidades generales de los empleadores.

<sup>20</sup> Derechos de los trabajadores: 3.6.1(a-f).

y humano si se la aplicara. Desafortunadamente su aplicación queda en jurisdicción de cada estado, por lo que pasaran algunos años para que los mayores demolidores de buques tomen conciencia y comiencen a utilizar correctamente la palabra reciclaje.

#### **2.4. Desarrollo normativo de la OMI sobre el reciclaje de buques.**

La terminología utilizada para referirse en el desguace de buques por parte de La OMI, fue planteada por primera vez en la sesión 44 en Marzo del 2000, estableciendo un grupo de trabajo que se encargue de investigar y proporcionar información acerca de las prácticas y sugerencia de reciclaje de buques [55]. Hasta ahora la OMI ha realizado convenciones que gobiernan el transporte marítimo, y algunas de ellas están relacionadas con la actividad del desguace de buques. En análisis de estos instrumentos, es conveniente considerar si estos son o no apropiados en frente a los problemas existentes proveniente del desguace de buques.

#### **2.4.1. El Convenio de Londres y su Protocolo de 1996. La Prevención de La contaminación Marítima por el Vertimiento de Desperdicios.**

En el estudio del desguace de buques no se pueden omitir los problemas sobre vertimiento de buques obsoletos, buques abandonados, y hundidos. Por este motivo la convención de Londres es un instrumento importante que influye notoriamente. Es una de las primeras convenciones globales que protege el medio marino de las actividades del ser humano y ha estado en vigor desde 1975. Su objetivo es promover el control efectivo de todas las fuentes de contaminación del mar por vertimientos de desechos y otras materias [56]. Por vertimiento se entiende como a:

**Toda evacuación deliberada en el mar de desechos u otras materias efectuado desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar y todo hundimiento deliberado en el mar de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar<sup>21</sup>.**

De acuerdo al convenio de Londres, el vertimiento es permitido cuando se está sujeto a un permiso especial previo, y si lo desperdicios u otras materias están enumerados en el anexo del escrito.

---

<sup>21</sup> Art. III (1: a, b).

En 1996, un protocolo de la convención de Londres, basado en un principio de precaución reemplazó a la convención original. Al igual que en 1972 este estableció que las partes contratantes impidan la contaminación de la mar causada por vertimiento, sin embargo ambos permiten el hundimiento de buques en el mar. Estas operaciones tienen que llevarse a cabo siguiendo las Directrices Relativas a la Colocación de Arrecifes artificiales de la OMI. Los arrecifes artificiales generan beneficios tanto ambientales como socioeconómicos, pero también pueden tener repercusiones negativas [57]. Cualquier acto de eliminar un barco hundiéndolo en el mar constituye un vertido incontrolado que es cubierto por el protocolo de 1996, ya que muchos armadores lo realizan para evitarse molestias y gastos.

#### **2.4.2. El Convenio de Nairobi. La Eliminación de Restos de Naufragios, 2007.**

En caso de que un barco es abandonado en consecuencia a un accidente marítimo los términos legales recaen sobre esta convención. Aunque la incidencia de siniestros ha disminuido drásticamente, el número de naufragios abandonados se estimó en casi 1300 en todo el mundo en el 2007 [58].

Remover naufragios hoy en día tiene un alto costo, lo cual provoca que los armadores intenten evadir la responsabilidad de hacerlo. Pero la convención de Nairobi en un nivel internacional, provee reglas y procedimientos para una remoción rápida y eficaz de naufragios que incluyen el pago de una compensación por los costos involucrados. El objetivo de la convención es asegurar que los naufragios no sean peligrosos a la navegación marítima y al medio marino. En el caso de que un Estado sea perjudicado por algún naufragio este puede aplicar el convenio de Nairobi en defensa a su mar territorial<sup>22</sup>.

Si se llega a la conclusión de que el naufragio constituye un peligro, entonces el estado avisara al armador y a la casa clasificadora del barco, e inmediatamente se procederá a la remoción de los restos con técnicas eficaces pero siempre con el cuidado del medio marino<sup>23</sup>.

#### **2.4.3. Convenio Internacional sobre el Control de los Sistemas Antiincrustantes Perjudiciales en los Buques, 2001.**

Tributilestaño (TBT), es un biocida que se creó en la década de 1970 con el objetivo de evitar el crecimiento de algas, percebes y otros organismos marinos

---

<sup>22</sup> Art. 3 (2: g).

<sup>23</sup> Art. 9 (8).

sobre el casco del buque, provocando que el calado, el consumo de combustible y costos aumenten. Desde mucho antes, el uso de químicos como el arsénico y cal fueron usados para proteger el casco. Nuevas pinturas fueron desarrolladas llegando a cuidar el casco de un barco hasta los cinco años, claro estos beneficios se atribuyeron al TBT. Unas de las principales razones de oposición del método de la atracada por playa es la contaminación causada por este agente químico, incluso según [60] si se evita el uso del TBT, entonces este método podría ser aceptado para el desguace de buques.

Entre unos de los instrumentos de la OMI está El Convenio Internacional sobre el Control de los Sistemas Antiincrustantes Perjudiciales en los Buques del 2001 que reconoce la importancia de proteger la salud humana y medio marino de los efectos adversos de los sistemas antiincrustantes [61]. A este fin, las partes tienen prohibido el uso de sistemas antiincrustantes peligrosos en barcos con derecho a enarbolar el pabellón de una parte o lo que operen bajo su autoridad, siempre y cuando entren en un puerto, astillero o terminal mar adentro de una parte<sup>24</sup>. Pinturas hechas de TBT sobre el casco un buque son un problema para los desguazadores, ya que son casi imposibles de remover (Varamiento por playa). Por esto debería haber un requerimiento para que los barcos que

---

<sup>24</sup>Art. 3 (1).

contengan TBT sobre el casco, antes de ser mandados las instalaciones de desguace, hayan pasado por un proceso de remoción de pinturas.

#### **2.4.4. Convenio Internacional Para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y Los Sedimentos de los Buques, 2004.**

La comunidad internacional ha encontrado que otra forma de maltrato a la vida marina proviene del agua de lastre, e identificada como la cuarta contaminación marina más fuerte en el mundo. Básicamente el agua de lastre es usada para balancear un objeto y mantener sus boyantes, un elemento importante para la seguridad de una embarcación, ya que controla su calado y adrizamiento. La necesidad de regular la carga y descarga del agua de lastre es de suma importancia. Otro instrumento de la OMI, El Convenio Internacional Para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y Los Sedimentos de los Buques contiene muchas medidas para la regulación de este problema [62]. Generalmente cuando un barco llega a su viaje final, este lleva carga que es entregada antes de ser movido hacia las instalaciones de reciclaje. En este proceso, el barco llena sus tanques de lastres, los mismo que son descargados junto antes de atracar en la playa con el fin de mantenerlo ligero. Se nota que los armadores y recicladores de los barcos raramente siguen las instrucciones

de la OMI con respecto al agua de lastre y los 200 metros de profundidad, siendo este un problema aun a tratar.

## **2.5. El reciclaje de buques y MARPOL 73/78**

El Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los buques a menudo nombrado como el instrumento legal más importante en combatir la contaminación marina proveniente de los barcos, trata ciertos asuntos relacionados con el desguace de buques, de hecho, es la combinación de dos tratados en 1973 y 1978 respectivamente y actualizados con respectivas modificaciones a través de los años [63]. MARPOL 73/78 fue el impulsor para reformar las prácticas de desguace de buques. Uno de los planes consistió en la eliminación acelerada de los petroleros de casco sencillo bajo la regla 13G del anexo I de MARPOL 73/78. Este dice que la eliminación definitiva para los tanqueros de categoría 1 debe realizarse en el 2005 y para los tanqueros de categoría 2 y 3 en el 2007. MARPOL 73/78 también ejerce influencia en el desguace de buques, al exigir a las partes en establecer que los gobiernos se comprometan a garantizar que en los terminales de carga de hidrocarburos, puertos de reparación y demás puertos se monten apropiados servicios e instalaciones para un correcta manipulación de los residuos y mezclas oleosas

proveniente de los buques<sup>25</sup>. Difícilmente las playas de los mayores patios de desguace de buques se pueden considerar como puertos, por lo que la regla mencionada en MARPOL 73/78 está muy lejos de ser respetada.

## **2.6. Directrices de la OMI Sobre el Reciclaje de Buques**

En la sesión 43 de la OMI, por una propuesta del Comité de Protección del Medio Marino (CPMM), se decidió incluir el reciclaje de buques en el cronograma. Después de eso, en la sesión 44 se estableció una plataforma para discutir el papel de la OMI en el reciclaje de buques y la terminología para describir esta actividad. En la sesión 47 se reafirmó la importancia de la actuación de la OMI en el reciclaje de buques, reconociendo la necesidad de cooperación de ella con la OIT y la convención de Basilea. Entonces se pusieron de acuerdo que el CPMM debería desarrollar una guía apropiada para el reciclaje de buques y luego que sea adoptada por una resolución de la asamblea. En la sesión 48 se discutió y leyó el borrador de la OMIGRB [64], la cual fue finalmente adoptada para la sesión 49. La guía establece que aunque el reciclaje de buques es acertado, la responsabilidad de la forma de realizarlo

---

<sup>25</sup> Regla 12 (1).

recae sobre los países en los que están situadas, ya sea con o sin el cuidado de los trabajadores y el medio ambiente<sup>26</sup>.

**Pasaporte Verde.-** Se define este concepto como:

**El documento que brinda información respecto de materiales que se sabe que son potencialmente peligrosos y que se utilizan en la construcción de los buques, sus equipos y sistemas<sup>27</sup>.**

Los materiales peligrosos se pueden dividir en tres partes<sup>28</sup>:

- Parte 1 - Materiales potencialmente peligrosos en la estructura y el equipo del buque.
- Parte 2 - Desechos generados por las operaciones.
- Parte 3 – Provisiones.

A la vez el pasaporte se puede resumir en tres fases. Para buques nuevos, el constructor deberá elaborar una lista de los materiales potencialmente peligrosos (Parte 1), en consulta con los fabricantes, para luego ser emitido al

---

<sup>26</sup> Introducción: 1.4, 1.7.

<sup>27</sup> Pasaporte Verde: 5.1.

<sup>28</sup> Pasaporte Verde: 5.2.

armador<sup>29</sup>. Para barcos existentes, en colaboración del armador y constructor con ayuda de planos, manuales, etc., se elaborará una lista de materiales peligrosos<sup>30</sup>. La última fase llega cuando un buque realiza su último viaje hacia las instalaciones de reciclaje en el que el armador del buque elaborara una lista de desechos generados y provisiones<sup>31</sup>.

**Buques nuevos.** La mayoría de los problemas relacionados con el reciclaje de buques comienzan desde la construcción de la embarcación, con el uso de materiales peligrosos, de acuerdo con DRB, existen procedimientos para reducirlos. DRB refleja el término **construcción a desguace**, en donde señala que los diseñadores y constructores tienen que tomar en cuenta la disposición final de la nave<sup>32</sup>. Las Directrices incentivan a reducir en un mínimo la producción de desechos en la fuente, fase operacional y al final de su vida útil del buque<sup>33</sup>.

Bajo los criterios de DRB la elección de un astillero de desguace depende del armador, quien debe consultar con las autoridades competentes del país involucrado. Una vez seleccionada la instalación de reciclaje, el armador debería

---

<sup>29</sup> Pasaporte Verde: 5.5.1.

<sup>30</sup> Pasaporte Verde: 5.5.2.

<sup>31</sup> Pasaporte Verde: 5.6.

<sup>32</sup> Introducción: 1.1

<sup>33</sup> Procedimiento aplicables a los buques nuevos respecto de su reciclaje: 6.1.5, 6.1.2

haber escogido la más apta para tratar todos los materiales y desechos peligrosos derivados del proceso de reciclaje<sup>34</sup>, y de igual forma la misma debería llevar a cabo procedimientos adecuados que cuiden la seguridad de los trabajadores y el medio ambiente. La instalación de reciclaje deberá elaborar un plan en colaboración con el armador que debe estar estipulado en un contrato, tomando en cuenta factores como el peligro que puede llevarse durante el proceso, la infraestructura de las instalaciones disponibles, y los estándares nacionales e internacionales<sup>35</sup>. Con los años es posible que este código voluntario se convierta en obligatorio para un mejor desarrollo a largo plazo.

## **2.7. Convenio Internacional de Hong Kong. Reciclaje Seguro y Ambientalmente Racional de los Buques, 2009.**

El Convenio Internacional para el Reciclaje Seguro y Ambientalmente Racional de Buques fue adoptado en una conferencia diplomática celebrada en Hong Kong, China, del 11 al 15 de Mayo del 2009, a la que asistieron delegados de 63 países, dos miembros asociados a la OMI, Hong Kong y Macao, el programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, La Organización Internacional del Trabajo, La Comisión Europea y ocho organizaciones no gubernamentales [66].

---

<sup>34</sup> Elección de la instalación de reciclaje: 8.1.6.

<sup>35</sup> Plan de reciclaje de buques: 8.3.2.2, 8.3.2.5.

Cincuenta y nueve países firmaron el acta final de la conferencia, y abierto a firma de cualquier Estado en la sede de la Organización desde el 1 de Septiembre del 2009 hasta el 31 de Agosto del 2010<sup>36</sup>. Aparte el convenio entrará en vigor cuatro meses después de la fecha en que se cumplan las siguientes condiciones<sup>37</sup>:

- Al menos 15 Estados lo hayan firmado sin reserva en cuanto a ratificación, aceptación o aprobación o hayan depositado el documento requerido de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión de conformidad con lo dispuesto en el artículo 16;
- Las flotas mercantes combinadas de los Estados mencionados que representen al menos el 40 por ciento del arqueo bruto de la marina mercante mundial;
- El volumen de reciclaje de buques anual máximo combinado de los Estados mencionados durante los 10 años precedentes represente al menos el 3 por ciento del arqueo bruto de la marina mercante combinada de dichos Estados.

---

<sup>36</sup> Art. 16.

<sup>37</sup> Art. 17.

Una vez firmado este tratado las partes se comprometerán hacer plena y totalmente efectivas las disposiciones del mismo con objeto de prevenir, reducir, disminuir al mínimo y, en la medida de lo posible, eliminar los accidentes, lesiones y otros efectos adversos sobre la salud de los seres humanos y el medio ambiente causados por el reciclaje de buques, y mejorar la seguridad de los buques y la protección de la salud de los seres humanos y el medio ambiente a lo largo de la vida útil de un buque<sup>38</sup>.

El preámbulo y los 21 artículos enumeran los principios básicos para un reciclaje seguro y ambientalmente racional de buques. También estipula derechos y obligaciones de las partes involucradas. El anexo titulado reglas para el reciclaje seguro y ambientalmente racional de los buques es el elemento más importante de esta convención y especifica los principales requerimientos técnicos en cuatro capítulos. El convenio incorpora medidas de control y aplicación vista de dos maneras diferentes: la primera trata del control que se debe llevar a cabo durante el ciclo de vida de una embarcación, y la segunda sobre detalles estándares en relación a las operaciones en las instalaciones de reciclaje.

---

<sup>38</sup> Art. 1.

## **Aplicación del Convenio**

En el convenio claramente se define el concepto de buques e instalación de reciclaje, artículo 2.7 y 2.11 respectivamente. Por lo que es importante considerar que el convenio no se aplicara para los barcos menores a 500TRB, los buques de guerra y auxiliares de la armada, los buques que siendo propiedad de una Parte y operen con servicios gubernamentales no comerciales y los buques que durante toda su vida útil operen únicamente en aguas sujetas a la soberanía o jurisdicción del Estado cuyo pabellón tenga derecho a enarbolar el buque<sup>39</sup>.

Es muy común entender que reciclaje de buques es un proceso completo en donde se desmantela una embarcación de forma responsable con el medio ambiente y humana, en el cual todos los materiales obtenidos van a ser clasificados, almacenados, procesados y reutilizados, sin embargo el convenio define el reciclaje de buques como:

**La actividad de desmantelamiento total o parcial de un buque en una instalación de reciclaje a fin de recuperar componentes y materiales para volver a procesarlos y a utilizarlos, haciéndose cargo al mismo tiempo de los materiales**

---

<sup>39</sup> Art. 3.2, 3.3.

**potencialmente peligrosos y de otro tipo, incluidas operaciones conexas tales como el almacenamiento y el tratamiento de los componentes y materiales en el propio lugar, si bien no su ulterior procesamiento o eliminación en otras instalaciones<sup>40</sup>.**

Entonces está claro que la convención de reciclaje de buques se refiere a las actividades de desguace y almacenamiento en el astillero y no a una completa cadena de reciclaje.

### **Los actores involucrados**

La convención identifica dos principales actores en el reciclaje de buques: La administración, quien es el Gobierno del Estado cuyo pabellón tenga derecho a enarbolar el buque o bajo cuya autoridad opere el buque<sup>41</sup> y el estado donde las instalaciones de reciclaje están situadas. También los puertos, la compañía de reciclaje, el armador, etc., están bajo las obligaciones de la convención.

**Responsabilidades del estado pabellón.** Este tiene la obligación de adoptar medidas efectivas para asegurar que un barco bajo su bandera cumpla con los

---

<sup>40</sup> Art. 2.10.

<sup>41</sup> Art. 2.2.

requerimientos del convenio<sup>42</sup>. Aquí se identifican ciertas responsabilidades que se asemejan al pasaporte verde mencionado en la guía de la OMI del 2003.

**El estado reciclador.** El convenio establece una serie de obligaciones para esta segunda entidad más importante, por lo que cada Parte se cerciorará de que las instalaciones de reciclaje de buques que operen bajo su jurisdicción estén autorizadas<sup>43</sup>. En el capítulo 3 de la convención se establecen los mecanismos para que Las instalaciones de reciclaje de buques autorizadas por una Parte garanticen la extracción segura y ambientalmente racional de los materiales potencialmente peligrosos<sup>44</sup>.

**Instalaciones autorizadas del reciclaje de buques.** Aparte de los dos principales actores mencionados anteriormente, un jugador importante es la instalación autorizada de reciclaje del estado parte. La convención también elabora un grupo de obligaciones que estos emplazamientos deben seguir. Primero que las instalaciones autorizadas deben aceptar barcos que cumplan con los términos de la convención. Segundo, solo pueden aceptar barcos que están autorizados a ser reciclados. Finalmente, tienen que avalar la

---

<sup>42</sup> Art. 4.1.

<sup>43</sup> Art. 6.

<sup>44</sup> Cap. 3. Regla 20.

documentación pertinente relacionada con la autorización del armador, quien acepta mandar la nave hacia las instalaciones de reciclaje.

**Armador.** La convención también impone ciertos derechos y obligaciones al armador. Se sabe que este inicia el proceso de reciclaje de un barco notificando a la administración su intención de destinar un buque al desguace, de forma que la administración pueda preparar el reconocimiento y la certificación exigidos por el presente Convenio<sup>45</sup>. Este tiene la obligación de preparar el barco para el estado reciclador reduciendo al mínimo la cantidad de residuos de la carga, el combustible remanente y los desechos que permanezcan a bordo<sup>46</sup>. Entre los derechos del armador antes de elegir una instalación de desguace, la convención provee que el astillero autorizado dé la documentación requerida<sup>47</sup>.

**Estado rector de puerto.** Generalmente los barcos están sujetos a un control portuario de acuerdo a los convenios y regulaciones internacionales. Como complemento del control por parte del estado pabellón, el control portuario se extiende para verificar si las condiciones de buques extranjeros y sus equipamientos, cuando están en puertos, cumplen con las prescripciones de los

---

<sup>45</sup> Regla: 21.8

<sup>46</sup> Regla: 8.2

<sup>47</sup> Regla: 17.2.3

reglamentos internacionales<sup>48</sup>. La convención provee tres principales obligaciones para el control del puerto<sup>49</sup>:

- Cada Parte prohibirá y/o restringirá la instalación o el uso de materiales peligrosos a bordo de los buques, estando éstos en sus puertos, astilleros de construcción o de reparaciones o terminales mar adentro.
- Un buque puede ser inspeccionado en cualquier puerto o terminal mar adentro de otra Parte siempre y cuando exista a bordo un certificado internacional sobre el inventario de materiales potencialmente peligrosos o un certificado internacional de buque listo para el reciclaje.
- Como parte en la detección de infracciones, la parte en cuyo poder obren las pruebas podrá solicitar una investigación de ese buque cuando entre en los puertos o terminales mar adentro. Y en el caso que se infrinja el convenio la Parte que efectúe la inspección podrá tomar medidas para apercibir, detener, expulsar o excluir de sus puertos al buque.

---

<sup>48</sup> Art. 9.3

<sup>49</sup> Regla: 4.2, Art.: 8.1, 9.1, 9.2, 9.3.

## **2.8. Legislación Nacional**

El marco regulatorio de La República del Ecuador relacionado con el desguace de buques, es semejante a las leyes internacionales mencionadas hasta ahora. Tomando como referencia el estudio de ADELCA sobre el impacto ambiental y plan de manejo ambiental para el desguace de barcos y acopio de chatarra en el cantón de Duran, los instrumentos y sus artículos relacionados con esta actividad se muestran en el ANEXO B.

Se mencionaran los principales instrumentos que rigen a la actividad de desguace de buques en el Ecuador, y como es de esperar existen bastantes artículos que protegen al medio ambiente y a la salud humana. Una vez que esta actividad sea realizada aplicando todos estos artículos, tanto en el Ecuador como en cualquier otra parte del mundo será llamada Reciclaje de Buques, caso contrario como lo es en la actualidad la palabra desguace, demolición, deshuese, etc. siguen siendo apropiadas para su calificación.

## **CAPITULO 3**

### **RENTABILIDAD DEL DESGUACE DE BUQUES EN EL ECUADOR**

#### **3.1. Flota de Buques y Desguace actual en el Ecuador.**

Hoy en día la flota de buques de bandera ecuatoriana es mínima comparada con la mundial cuando se consideran buques de más de 800 TRB contruidos con acero naval. Por lo general la mayoría de las naves de grandes dimensiones provienen del mercado de segunda mano, ya que la construcción en el país está

limitada a embarcaciones menores<sup>50</sup>. Los barcos ecuatorianos en mayoría atuneros, petroleros, pasaje, y carga general tienen una edad avanzada, llegando y hasta pasando el promedio de vida útil de entre 25 y 30 años.

### **3.1.1. Buques de Bandera Ecuatoriana**

De acuerdo a la información proporcionada por la Subsecretaria de Puertos, Transporte Marítimo y Fluvial en el país existen en total un promedio de 1250 embarcaciones con bandera ecuatoriana, en lo que se incluyen barcos de fabricación en fibra de vidrio, madera y acero naval. En este estudio solamente se considerarán las embarcaciones con casco de acero y mayores de 800 TRB que puedan contribuir a la industria de reciclaje. En la figura se observa en porcentajes la cantidad de buques de bandera ecuatoriana dependiendo del tipo de servicio que realizan, que en su mayoría son atuneros y petroleros con 46 y 39 % respectivamente.

---

<sup>50</sup> Según datos de la DIRNEA aproximadamente existen 1150 embarcaciones con bandera ecuatoriana menores a 150 TRB.

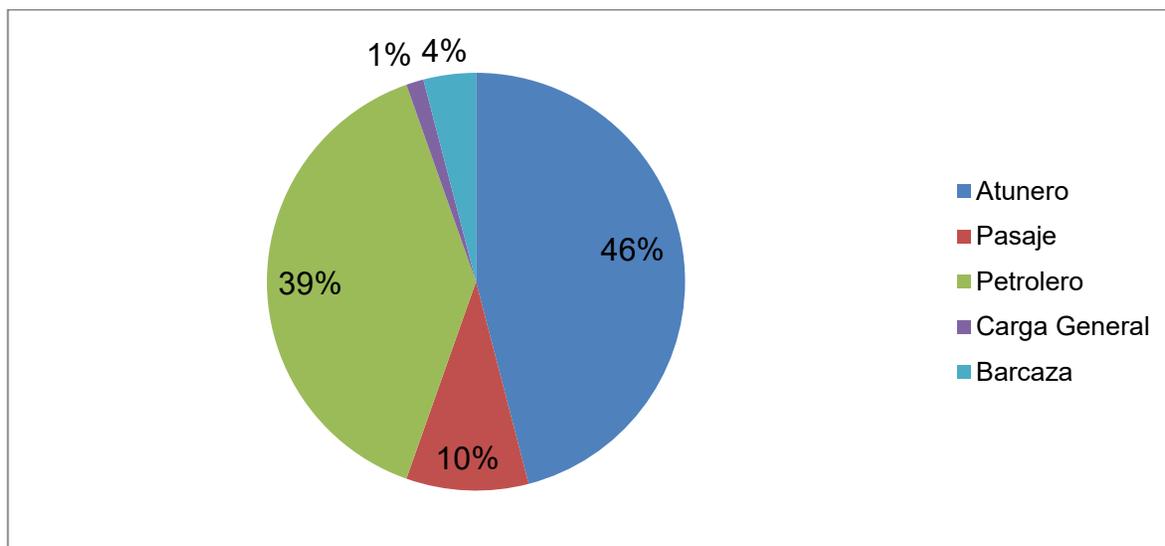


Figura 23: Flota de buques ecuatorianos, [69].

Como podemos observar, en total solamente hay 74 naves mayores de 700 TRB, notándose la débil flota de buques en el país de bandera ecuatoriana. De esta cantidad 26 naves están entre 700 y 1500 TRB, 27 entre 1500 y 2500, 22 entre 2500 y 5000, y finalmente solo hay 4 buques mayores a 5000 TRB.

### 3.1.2. Buques dispuestos al desguace

Se va considerar solamente a los buques de bandera ecuatoriana para este análisis. En la información ofrecida por la SPTMF, un dato importante es la

fecha de construcción de la nave, a continuación en la tabla se muestra la edad promedio de los barcos por tipo y TRB.

	TRB			
	(700-1500]	(1500-2500]	(2500-5000]	>5000
<b>Atunero</b>	35	25	18	-----
<b>Pasaje</b>	32	26	34	
<b>Petrolero</b>	27	27	14	10
<b>Carga general</b>	48	48	-----	-----
<b>Barcaza</b>	-----	-----	34	-----

Tabla 4: Promedio de edad de la flota de buques ecuatorianos, [69].

Se observa que muchos barcos han pasado la vida promedio de servicio, como por ejemplo los atuneros y pasajeros entre los 700 y 1500 TRB, en cambio los petroleros entre 700 y 2500 TRB no alcanzan esta cifra pero aun así es muy cercana. Se podría entonces concluir que la flota de buques con bandera ecuatoriana es vieja y muy próxima a desguace. Claro que esto depende de la decisión de los armadores y los permisos que el Estado ofrezca para seguir operando.

Se sabe que la cantidad de acero a reciclar de un buque depende del peso en rosca de la embarcación, un valor a calcularse. El peso muerto de los 74 barcos

también es ofrecido como dato por la DIRNEA. Para obtener el peso en rosca se procedió a utilizar la ecuación básica del desplazamiento de un barco:

$$\Delta = \text{eslora} * \text{manga} * \text{calado} * \text{Coeficiente de bloque}$$

Dónde el coeficiente del bloque según [70] para buques de pasaje, pesca, carga general, petrolero y barcaza es 0.8, 0.65, 0.7, 0.85, y 0.97 respectivamente. Entonces el peso en rosca sería la diferencia entre el desplazamiento del barco y su peso muerto. Recordando también que solamente del 85% del peso en rosca se obtendría el acero, y suponiendo que la flota de buques con bandera ecuatoriana se desguazara en un periodo de tiempo, entonces el total de acero reciclado sería de 207826 toneladas. Recordando que la India solamente recicló un millón de toneladas en el 2013, comparándola con la flota ecuatoriana, esta apenas alcanzaría el 20%.

### **3.1.3. Desguace de buques en el Ecuador.**

En el país hay cuatro compañías autorizadas para realizar desguace de buques: ADELCA, ANDEC, NOVACERO y ASENABRA, también conocidas como las principales siderúrgicas de la región. Gracias a la información compartida por la

SPTMF, se pudo saber las estadísticas de desguace en el país en el periodo 2011-2013. En los tres últimos años se han obtenido 31238, 10253, y 12751 toneladas de acero equivalente en peso rosca, por lo que es notoria su disminución. En el 2011 ADELCA alquilaba las instalaciones de ASENABRA para realizar esta actividad, pero en el siguiente año la compañía decidió en adquirir sus propios patios, entonces se podría decir que este cambio ha afectado la industria de desguace en país.

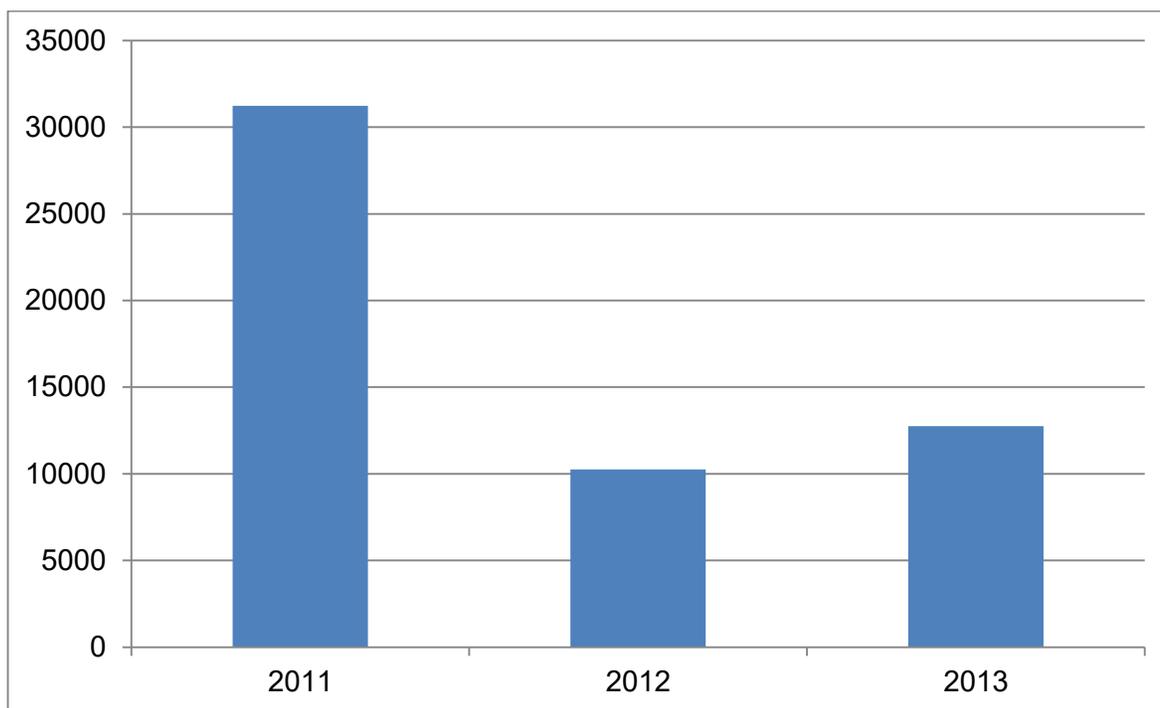


Figura 24: Toneladas recicladas de acero en el Ecuador (LTD),

[Fuente: Información proporcionada por SPTMF].

En la figura anterior se puede apreciar la cantidad de acero reciclado en LTD, pero al momento de desguazar un barco los elementos obtenidos son varios, como los diferentes tipos de aceros, aceros no ferrosos, maquinaria, etc. La mayoría de los buques desguazados hasta ahora en el país han sido de carga general, y según la experiencia de los astilleros de Alang, la cantidad en porcentaje para un barco de estas características de acero, metales no ferrosos, maquinaria, muebles y otros elementos son de 77, 1, 8, 5, y 9% respectivamente del peso en rosca de la embarcación, entonces en la siguiente tabla se muestra la cantidad posible de los diferentes elementos obtenidos en los últimos tres años en el país.

	<b>ACERO (TONS)</b>	<b>METALES NO FERROSOS (TONS)</b>	<b>MAQUINARIA (TONS)</b>	<b>OTROS (TONS)</b>
2011	24053	312	2499	2811
2012	7895	103	820	923
2013	9818	128	1020	1148
<b>TOTAL</b>	<b>41766</b>	<b>543</b>	<b>4339</b>	<b>4882</b>

Tabla 5: Elementos reciclados a partir del desguace de buques, (2011- 2013), [Fuente: Elaboración propia].

Claramente el acero se obtiene en mayor cantidad, pero en el mercado los metales no ferrosos tienen mayor valor, más adelante en análisis financiero se entenderá acerca del tema.

### **3.2. La industria del acero y su demanda en el país.**

Ecuador es uno de los muchos países que posee limitada cantidad del mineral de hierro como recurso natural, su producción de hoy en día prácticamente depende del reciclaje de la chatarra para satisfacer en parte el consumo nacional, ya que el restante proviene de las importaciones. Se tomará como referencia el estudio realizado por el Instituto Nacional de Preinversión (INP) del 2013 para analizar el comportamiento de esta industria en los últimos años y su futuro potencial.

#### **3.2.1. Siderurgia en el Ecuador**

De acuerdo con los datos de ILAFA (Instituto Latinoamericano de Fierro y Acero), la producción de acero crudo en el 2013 alcanzó 531.000 toneladas. La relación de crecimiento es de 7 a 1 desde el 2004 (figura), y claramente el desarrollo siderúrgico en el país ha mejorado. Sin embargo, Según la Cámara

de Industrias de Guayaquil la industria de la siderurgia está limitada a la producción de palanquillas y sus derivados (varillas, barras alambrones y tubos sin costura). Por lo que la producción de acero no satisface la demanda que existe, debido a la escasa variedad de productos terminados.

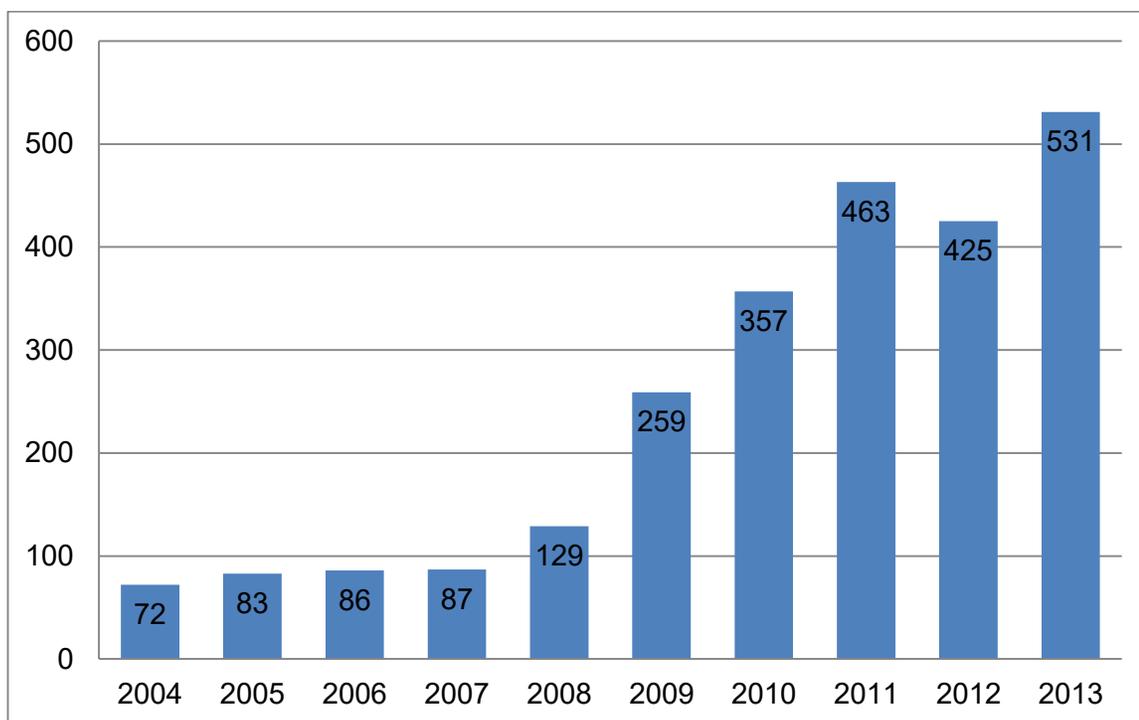


Figura 25: Producción de acero crudo en el Ecuador (2004-2013), [71].

Como se mencionó, el país produce principalmente la palanquilla, pero no el tocho y planchón, ayudándose así con las importaciones para cubrir la demanda de varios sectores como el petrolero, manufacturero, y construcción (figura 31).

La demanda de productos de acero se obtiene a partir del consumo aparente con un promedio de 1,2 toneladas anuales según ALCERO (Asociación Latinoamericana de Acero).

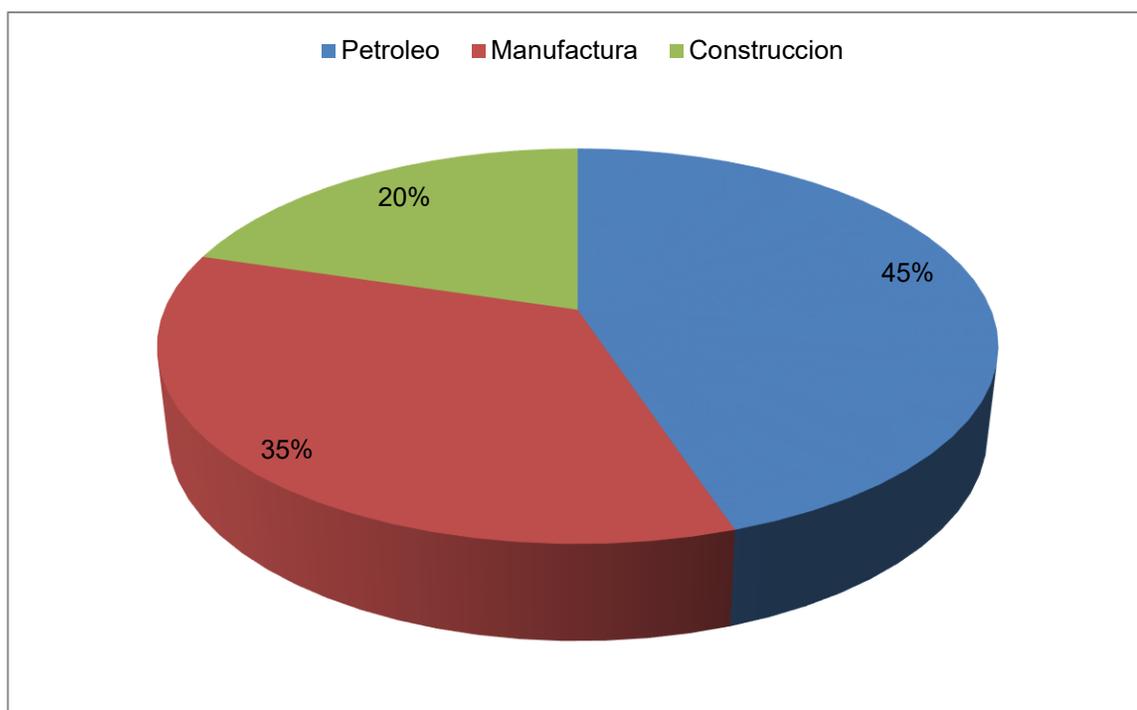


Figura 26: Sectores de mayor demanda de acero en el Ecuador, [45].

Sin embargo el consumo per cápita es de 102 kg por habitante, inferiores al promedio latinoamericano de 137.6 kg por habitante.

### **3.3. Sostenibilidad de la construcción de un astillero para desguace de buques en el Ecuador.**

Se puede asumir que una instalación de construcción de barcos es adecuada a su vez para la actividad de desguace. Sin embargo, sus diferencias se centran en los niveles de control medio ambiental. Con la infraestructura adecuada y reglamentaciones y procedimientos idóneos se potenciaría e impulsaría el negocio de desmantelamiento y reciclado de buques con una mejor imagen de la que hoy en día se la conoce; y así lograr que la industria gane un mayor prestigio.

Recordar que la disponibilidad de buques a largo plazo, dispuestos al desguace, es esencial para que la industria de reciclaje se desarrolle, potenciando así la demanda de materiales a reciclar.

#### **3.3.1. Requisitos técnicos para el desguace de buques**

Cabe mencionar que en esta tesis, se planteara solo un panorama general de los requisitos técnicos principales que las instalaciones de desguace deben reunir, así como también las operaciones que se llevaran a cabo.

***Tamaño, condiciones y distribución de la instalación.***

La prioridad se centra en crear un equilibrio entre la inversión de capital necesario para construir una instalación idónea para el desguace de buques y el tamaño y número de posibles buques destinados a desmantelarse a largo plazo, junto con la demanda real de los materiales reciclables a precios competitivos en el mercado.

Es esencial que una instalación de desguace se encuentre en conformidad con las legislaciones nacionales y los convenios internacionales como las normativas dadas por la OIT, Convenio de Basilea, OMI y otras regulaciones ya analizadas en el capítulo 2.

La variedad de los tamaños de buques, que deben ser alojados con la misión de ser desmantelados, es muy amplia, por lo tanto, al igual que con los nuevos astilleros de construcción, una instalación de desguace tendrá que ser diseñada con facilidades para adaptarse a una variedad de tamaños de buques.

En particular, los medios de transferencia de los buques desde el mar a la tierra difieren según el tamaño. Por ejemplo, las parrillas serán adecuadas para los

buques pequeños, ascensores de buques para embarcaciones de hasta alrededor de 30.000 toneladas de peso muerto y diques secos para buques de mayor tamaño.

El tamaño del lugar dependerá también del número de buques que se planeen desguazar simultáneamente. No existen normas específicas para determinar el tamaño de una instalación de desguace de buques, pero los siguientes criterios orientativos son utilizados generalmente:

<b>INSTALACIONES PEQUEÑAS</b>	<b>INSTALACIONES MEDIANAS</b>	<b>INSTALACIONES GRANDES</b>
<b>Desguazar menos de 10 buques/año con:</b>	<b>Desguazar entre 10 y 20 buques/año con:</b>	<b>Desguazar más de 20 buques/año con:</b>
Eslora <100 m	Eslora entre 100 y 200 m	Eslora > 200 m
Calado < 4m	Calado entre 4 m y 6 m	Calado > 6 m
<b>Tonelaje anual desguazado:</b>	<b>Tonelaje anual desguazado:</b>	<b>Tonelaje anual desguazado:</b>
Menos de 10.000 toneladas de peso en rosca	Entre 10.000 y 65000 toneladas de peso en rosca	Más de 65.000 toneladas de peso en rosca
<b>Superficie necesaria:</b>	<b>Superficie necesaria:</b>	<b>Superficie necesaria:</b>
Menos de 5 hectáreas	Entre 5 y 50 hectáreas	Más de 50 hectáreas

Tabla 6: Criterios orientativos para dimensionar una instalación de reciclaje de buques, [34].

La figura a continuación ilustra un formato general para una instalación de desguace para buques de tamaño medio.

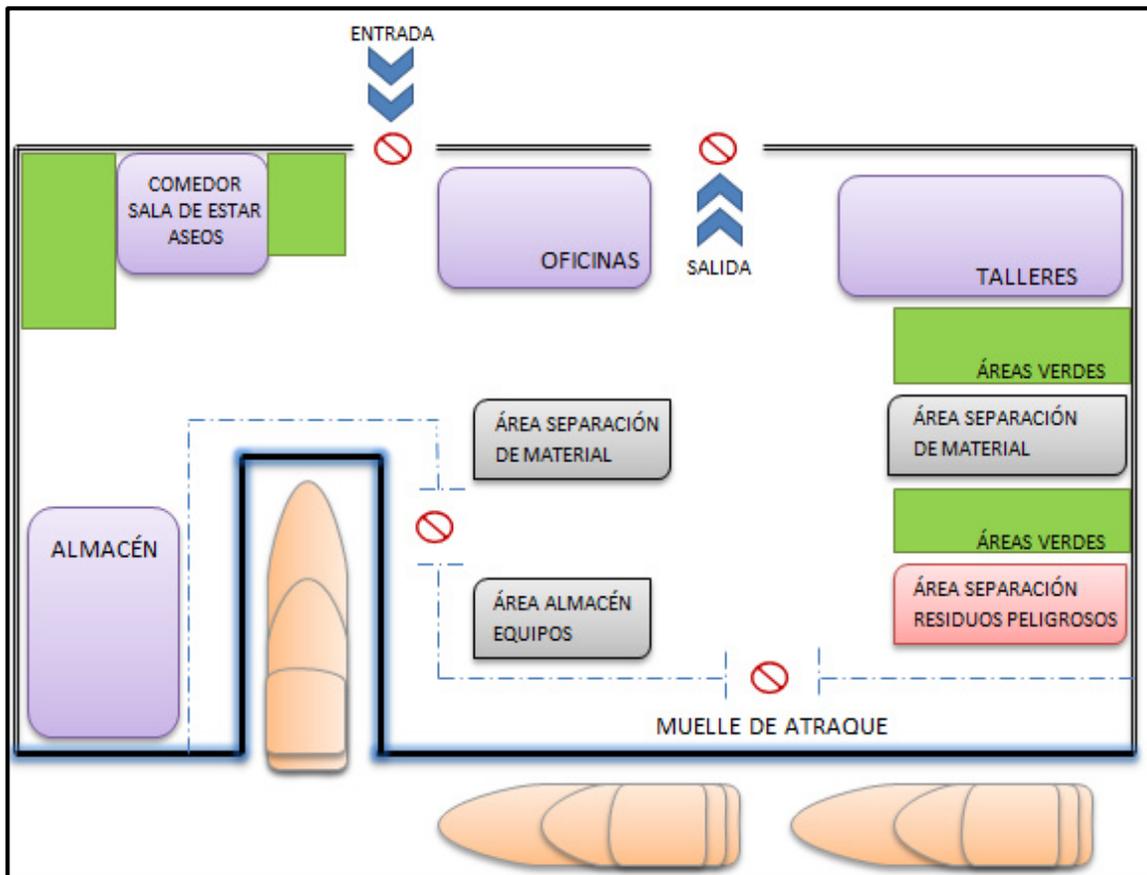


Figura 27: Disposición general de una instalación de reciclaje de buques,  
[Fuente: Elaboración Propia].

Con la finalidad de que la instalación de desguace sea eficiente, el acceso desde el mar debe contar con la suficiente profundidad para garantizar la seguridad de los buques hasta un fondeadero o a un dique seco directamente. Al momento de ubicar geográficamente una instalación de desguace se tiene que tener en cuenta también la infraestructura de carreteras existentes cerca del

área. Además evaluar el estado y capacidad de las vías de comunicación debido al tráfico que se originara con motivo del proceso de desguace. El traslado será para los materiales recuperados para su reutilización y también para los residuos no reutilizables que serán llevados a diferentes instalaciones de procesamiento o eliminación.

Otro aspecto a considerar es el nivel de desarrollo del sector donde estará localizada la instalación ya que esta no debe causar algún impacto ambiental o visual adverso, ni producir malestares relacionadas con el olor o el ruido. Se confía que toda instalación existente o potencial genere beneficios económicos a la población local, brindando empleo de manera directa e indirecta.

### ***Disposiciones del atraque para el desguace de buques***

Los puntos de atraque en una instalación de desguace deben de ser suficientes para abarcar todas las fases de este proceso, por ejemplo mientras las embarcaciones esperan ser atendidas o mientras son sometidas a preparaciones previas a la realización del desguace.

Un buque al entrar al astillero de desguace es atracado en un muelle con la disposición de cumplir los trabajos preliminares de desmantelamiento,

comenzando por la superestructura hasta llegar al casco. Las instalaciones que cuenten con dique seco realizarán los siguientes trabajos de desmantelamiento en esta condición, los que no, simplemente en espacios abiertos hacia el interior de la costa a modo de dique seco.

### ***Instalaciones necesarias dentro del astillero de desguace***

#### **a. Seguridad general.**

Como cualquier astillero, se cumplen ciertos requisitos así como también contar con un perímetro de seguridad. El acceso a la instalación se debe manejar con control.

#### **b. Talleres y almacenes.**

Cada componente del buque será inventariado y catalogado durante el proceso de desmantelamiento para su posterior utilización.

Para el almacenamiento de residuos líquidos en condiciones seguras se dispondrá de tanques de almacenamiento. Los residuos peligrosos serán separados y cada uno de sus componentes identificados y marcados.

También se requiere un taller dedicado a reparaciones generales y mantenimiento de los equipos utilizados en el desguace.

**c. Oficinas.**

En las oficinas se llevara a cabo la gestión de la empresa, la gestión comercial, las compras y la gestión de personal. Se llevara el registro de cada operación, de las diferentes autorizaciones, control de los planos y especificaciones de cada buque, listas de maquinarias, equipos, etc. Así como también para el control de los materiales almacenados.

**d. Servicios para el personal.**

El astillero deberá de contar con los medios necesarios e instalaciones con el tamaño adecuado para cumplir los requerimientos que estén en vigor sobre salud, seguridad y bienestar de los trabajadores. Áreas sanitarias y de aseo convenientes, y al menos un local de primeros auxilios.

Deberán de tener disponibles y de fácil acceso diferentes equipos de protección personal, además áreas de alimentación y descanso.

***Gestión medioambiental***

La Gestión Medioambiental es uno de los requisitos iniciales de cualquier empresa hoy en día, con la finalidad de actuar de manera correcta y sostenible.

Es necesario también un Estudio de Impacto Ambiental para obtener el permiso de funcionamiento. Se deben enumerar todos los posibles impactos ambientales relacionados con las actividades a realizarse, además las medidas factibles de mitigación para cumplir la legislación y la gestión medio ambiental.

Todas las áreas de trabajo abiertas serán totalmente pavimentadas y todos los sistemas de drenaje de aguas superficiales serán equipados con trampas de contaminación de gran capacidad para asegurar que los contaminantes sólidos o líquidos que puedan derramarse no pueden encontrar su camino en las vías fluviales locales. En general, para el desguace de buques, tendrán que ser gestionados, al menos, los siguientes aspectos medio ambientales:

- probable contaminación del agua;
- probable contaminación del aire;
- posible contaminación del suelo;
- control de residuos líquidos, peligrosos y no peligrosos;
- control de residuos sólidos, peligrosos y no peligrosos;
- impacto visual;
- control de ruidos y del olores;
- protección de la flora y fauna;

### **3.3.2. Estudio técnico del proyecto**

En nuestro proyecto no abarcaremos un estudio detallado de la localización del astillero de desguace, pero si bien es cierto el propósito del mismo sería ubicarlo en un sector que facilite el acceso de embarcaciones desde el mar, con suficiente profundidad de agua para que ingresen de manera segura buques de hasta 5 metros de calado, que el terreno sea amplio de aproximadamente 400000 metros cuadrados para situar las diferentes áreas de acopio, de corte, de manejo de materiales, movilización de maquinarias y oficinas.

Otro punto de análisis a la hora de localizar un centro de reciclaje es la infraestructura de carreteras locales. Los materiales recuperados tendrán que ser transportados fuera del sitio para su uso posterior, así como también los residuos que no pueden ser reutilizados son transportados a instalaciones de procesamiento o eliminación de residuos peligrosos.

Lugares que cumplen con las especificaciones dadas y apropiados para la construcción de un astillero se encuentran en la provincia del Guayas, ya sea en la ciudad de Guayaquil o en el canto Duran por donde atraviesa la Ría Guayas.

Debido a que el proyecto comenzara con la construcción de una instalación equipada y acondicionada para el desguace de buques se analizara el presupuesto necesario para la obra de construcción, además de la inversión para poner en marcha el proyecto, ambos de carácter fundamental al momento de realizar el análisis de pre-factibilidad.

### ***Presupuesto de Obra para la construcción del astillero***

El presupuesto de la obra consiste en el análisis de precios para la ejecución de diferentes actividades dirigidas a la realización del proyecto. Se pueden clasificar los presupuestos en dos tipos: aproximados y detallados, dependiendo al nivel de desarrollo del proyecto, ya que en todos los casos el presupuesto varía desde el inicio del proyecto hasta poco antes de la construcción.

El tipo de presupuesto de obra aproximada conceptual o de pre-factibilidad es el que se realiza al inicio de cualquier proyecto sin contar con mucha información, antes de elaborar planos o especificaciones técnicas y es basado simplemente en puntos generales como la calidad de la construcción, dimensiones del proyecto, el uso o los servicios que prestara, etc. El propósito principal de estos presupuestos es el de tener conclusiones sobre la factibilidad del proyecto y emprender la búsqueda del financiamiento.

*Para la elaboración de este proyecto procederemos a efectuar un presupuesto conceptual para la construcción de un astillero de desguace de buques en el Ecuador.*

La realización del proyecto comprende la construcción de una instalación industrial que ejercerá la actividad específica de desguace de buques, con áreas para acopio, de manejo de residuos, construcción de áreas auxiliares como oficinas para el personal administrativo, bodegas, muros, terrenos pavimentados, instalaciones Hidráulicas y eléctricas, además de un muelle con la longitud suficiente para el atraque de barcos de diferentes características y una excavaciones en la ribera de la ría a modo de dique semi-seco.

### ***Estimación de Costos***

Los costos implicados en la realización del proyecto son originados a partir de los recursos que se necesitan, el personal, equipos y herramientas que se utilizaran. Se pueden determinar los costos basándose en la experiencia de ingeniería, en publicaciones especializadas en el tema, información histórica de otras obras o una combinación entre ellas. Otros costos como el valor de compra de buques para el desguace fueron proporcionados por empresas dedicadas a esta actividad en el mercado local.

El costo total aproximado se determinara de la combinación de todos los factores mencionados anteriormente.

Debemos considerar que los costos de un proyecto basados en un diseño conceptual, tendrán un margen de error aproximado de 50%, con ingeniería básica el margen de error disminuye un 30% y únicamente con la ingeniería de detalle se puede obtener costos con margen de error de hasta el 10 %.

### ***Balance de Obras Físicas***

#### ***Los costos directos, los costos indirectos y honorarios del contratista.***

Los costos directos son los involucrados de manera directa en la ejecución de la obra, por otra parte, los indirectos son gastos varios o generales necesarios para la realización de los trabajos no incorporados en los costos directos que realiza el contratista. Los honorarios del contratista son un porcentaje de los costos directos.

En la siguiente tabla se resumen los costos involucrados en el presupuesto de la obra:

PROCESO	COSTO
<b>Terreno</b>	<b>\$ 3.600.000,00</b>
<b>Costos Indirectos</b>	
Planificación	\$ 15.000,00
Honorarios ejecutores	\$ 7.000,00
Relleno y Excavación	\$ 700.000,00
Cerramiento	\$ 6.500,00
Contenedores para oficina	\$ 8.400,00
Conversión de contenedores a oficina	\$ 18.240,00
Tasas, impuestos y legales	\$ 81.900,00
Estudios Ambientales	\$ 20.000,00
Imprevistos	\$ 15.000,00
<b>Subtotal Costos Indirectos</b>	<b>\$ 872.040,00</b>
<b>Costos Directos</b>	
Materiales	\$ 217.422,00
Mano de Obra	\$ 144.948,00
Equipos	\$ 36.237,00
<b>Subtotal Costos Directos</b>	<b>\$ 398.607,00</b>
<b>Total Costos</b>	<b>\$ 4.870.647,00</b>

Tabla 7: Inversión en obras física, [Fuente: Elaboración Propia].

Entre los valores más elevados se encuentra el de la compra de un terreno que en el mercado actual el costo promedio es de 80 dólares el metro cuadrado. Los valores de planificación y honorarios son porcentajes de los costos directos, los cuales fueron consultados con Ingenieros Civiles especializados en el tema. Cabe resaltar que en el valor por la compra del terreno no está incorporado la adecuación del mismo para la instalación de oficinas y operaciones de desguace, como lo es la excavación para el dique semi-seco en la rivera de la

ría; el costo por estas labores es de aproximadamente \$70 el metro cuadrado, dando un total de \$700000 dólares americanos.

Para facilitar la construcción de oficinas se adquirirá contenedores y se los adecuara convenientemente para su funcionamiento, algo muy utilizado en la actualidad, el costo por metro cuadrado para su conversión a oficina se encuentra alrededor de 380 dólares el metro cuadrado.

Los estudios ambientales se rigen a la iniciativa mundial de realizar diagnósticos de la situación ambiental en el área a realizarse cualquier proyecto de construcción, para identificar las actividades que causan efectos ambientales negativos y tratar de atenuar su efecto; estos estudios son muy complejos y toman tiempos prolongados para su análisis, por eso el motivo de su alto costo.

Al finalizar el presupuesto de obra aproximado del proyecto y sumar todos los costos implicados para la realización del mismo obtenemos que el costo basado en un diseño conceptual es de \$4.870,647 dólares americanos.

## **Balance de Maquinarias y Equipos**

### **Maquinaria Industrial**

Esta inversión será destinada a la maquinaria y equipos de mayor necesidad para el adecuado equipamiento del astillero. Otros equipos podrán ser obtenidos de forma gradual de las mismas embarcaciones por desmantelar, como grúas, bombas, etc. El método que se utiliza para hallar el valor de desecho de cada uno de los activos fijos es el método comercial y la tasa empleada es el 30% del costo de la inversión inicial.

MAQUINAS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL	VALOR DE DESECHO UNITARIO	VALOR DE DESECHO TOTAL
Equipo de Oxicorte	6	\$ 127,36	\$ 764,16	10	\$ 38,21	\$ 229,25
Soldadora TEKN	1	\$ 599,00	\$ 599,00	10	\$ 179,70	\$ 179,70
Soldadora Miller	1	\$ 3.718,00	\$ 3.718,00	10	\$ 1.115,40	\$ 1.115,40
Tanques de oxigeno	4	\$ 300,00	\$ 1.200,00	10	\$ 90,00	\$ 360,00
Tanques de acetileno	4	\$ 300,00	\$ 1.200,00	10	\$ 90,00	\$ 360,00
Generador Auxiliar Mitsubishi	1	\$ 747,00	\$ 747,00	10	\$ 224,10	\$ 224,10
Grúa Grove RT700	1	\$ 345.000,00	\$ 345.000,00	10	\$ 103.500,00	\$ 103.500,00
Máquina de manipulación de materiales	1	\$ 415.000,00	\$ 415.000,00	10	\$ 124.500,00	\$ 124.500,00
Montacargas Hyster	1	\$ 16.200,00	\$ 16.200,00	10	\$ 4.860,00	\$ 4.860,00
Plataforma Aeria Genie S-60	1	\$ 18.985,00	\$ 18.985,00	10	\$ 5.695,50	\$ 5.695,50
Tractor Kenworth T800	1	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00	10	\$ 33.000,00	\$ 33.000,00
Kit de seguridad industrial	10	\$ 300,00	\$ 3.000,00	10	\$ 90,00	\$ 900,00
Carro plataforma aluminio	2	\$ 207,00	\$ 414,00	10	\$ 62,10	\$ 124,20
Cizalla Hidráulica	1	\$ 13.000,00	\$ 13.000,00	10	\$ 3.900,00	\$ 3.900,00
Detector de Gas RLA 100	1	\$ 542,00	\$ 542,00	10	\$ 162,60	\$ 162,60
Skimmer para aceites	1	\$ 956,00	\$ 956,00	10	\$ 286,80	\$ 286,80
Generador 10 HP	1	\$ 1.110,00	\$ 1.110,00	10	\$ 333,00	\$ 333,00
<b>Equipos auxiliares para elevación</b>			\$ 1.489,95	10		\$ 446,99
<b>Herramientas manuales y equipos de comunicación</b>			\$ 9.698,26	10		\$ 2.909,48
<b>Equipo contra incendio</b>			\$ 7.857,46	10		\$ 2.357,24
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 951.480,83</b>			<b>\$ 285.444,25</b>

Tabla 8: Balance de maquinaria industrial, [Fuente: Elaboración propia].

### ***Equipamiento de oficinas***

Es necesario también el debido equipamiento de las oficinas administrativas del astillero con la respectiva tecnología y equipos electrónicos. Se detallara en resumen los equipos de mayor relevancia para la adecuación de estas áreas.

MUEBLES Y ENSERES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL	VALOR DE DESECHO UNITARIO	VALOR DE DESECHO TOTAL
Escritorios	4	\$ 200,00	\$ 800,00	10	\$ 60,00	\$ 240,00
Mesa de reunión	1	\$ 300,00	\$ 300,00	10	\$ 90,00	\$ 90,00
Sillones	4	\$ 48,00	\$ 192,00	10	\$ 14,40	\$ 57,60
Archivero	1	\$ 230,00	\$ 230,00	10	\$ 69,00	\$ 69,00
Sillas	6	\$ 35,00	\$ 210,00	10	\$ 10,50	\$ 63,00
Central telefónica	1	\$ 200,00	\$ 200,00	10	\$ 60,00	\$ 60,00
Teléfonos	4	\$ 50,00	\$ 200,00	10	\$ 15,00	\$ 60,00
Aires acondicionados	2	\$ 750,00	\$ 1.500,00	10	\$ 225,00	\$ 450,00
Equipo biométrico	1	\$ 130,00	\$ 130,00	10	\$ 39,00	\$ 39,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 3.762,00</b>			<b>\$ 1.128,60</b>

Tabla 9: Balance de muebles y enseres, [Fuente: Elaboración Propia].

EQUIPOS DE COMPUTACIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL	VALOR DE DESECHO UNITARIO	VALOR DE DESECHO TOTAL
Computadoras	4	\$ 400,00	\$ 1.600,00	3	\$ 120,00	\$ 480,00
Impresora Matricial	2	\$ 500,00	\$ 1.000,00	3	\$ 150,00	\$ 300,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 2.600,00</b>			<b>\$ 780,00</b>

Tabla 10: Balance de Equipos de Computación, [Fuente: Elaboración Propia].

En términos generales, se considera que la maquinaria industrial, muebles y enseres tienen una vida útil de 10 años y los equipos de computación de 3 años.

Una vez conocida la maquinaria y equipos necesarios para cumplir con una adecuada operación en la instalación de desmantelamiento de buques sumamos el costo de la maquinaria industrial y equipos de oficina, dando como resultado un costo Total de \$957.842,83 dólares americanos.

### **3.3.3. Estudio Financiero del proyecto**

Es necesario determinar si la inversión del proyecto de los puntos ya mencionados será rentable o no. Con las principales variables económicas que forman parte de los ingresos y egresos, se entenderá el comportamiento del flujo de caja en el astillero a través de los años. La inversión inicial será financiada en 60% por préstamos bancarios y amortizada en un periodo de diez años. Los Ingresos en si dependen del precio de compra, disponibilidad de los buques para desguace, y coste de los elementos obtenidos en el mercado nacional. Los egresos incluyen los gastos de producción, administrativos, y comerciales, es decir todo flujo de dinero negativo a la caja. Utilizando la tasa de mínima atractivita de retorno (TMAR), se podrá obtener el valor actual neto del proyecto (VAN), y también la tasa interna de retorno (TIR). Con estos criterios se

podrá saber si un astillero de desguace de buques en el país es viable económicamente

### ***Inversión Inicial***

Las actividades de operación en el astillero comenzarán luego de haber realizado un presupuesto de lo que se va a necesitar. El terreno, construcciones, maquinarias, equipos, etc., son parte de estos rubros para iniciar de forma correcta el proyecto de desguace. La tabla muestra el detalle de las inversiones realizadas para la posterior operación del astillero:

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
TERRENO	\$ 3.600.000,00
BALANCE DE OBRAS FÍSICAS	\$ 1.270.647,00
BALANCE DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	\$ 957.842,83
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5.828.489,83</b>

Tabla 11: Inversión inicial de proyecto, [Fuente: Elaboración propia].

En el estudio técnico ya se detalló cada uno de los elementos que dieron origen a la tabla mostrada.

***Ingreso anual: análisis y asunciones financieras.***

El desguace de buques en Ecuador es un negocio joven, pero con posibilidades de crecimiento. Relacionar el efecto que tiene el mercado de los fletes en el de desguace, en el caso de Ecuador es irrelevante, ya que su influencia en esta industria es pequeña, y únicamente la rentabilidad de construcción de un astillero para realizar esta actividad depende de los buques disponibles para desguaces que operen en territorio nacional y países cercanos.

Como ayuda importante en el desarrollo de este trabajo es utilizar las estadísticas de desguace de buques en los últimos años para una proyección futura. Es necesario recalcar que el diseño en detalle de un astillero de desguace no es parte de esta tesis, por lo que su análisis económico se enfoca exclusivamente en las variables económicas que tengan mayor importancia y de supuestos para desarrollar el modelo financiero.

Los siguientes supuestos han sido realizados para desarrollar el modelo financiero para este proyecto de análisis económico.

- De acuerdo a la información ofrecida por los diferentes astilleros de desguace de buques en el Ecuador, generalmente una embarcación se

desmantela en un periodo de tres meses, y con las estadísticas mostradas anteriormente se sabe que la mayoría de barcos son de tipo carga general y tanqueros. Entonces se asumirá que en el primer año se desmantelará una nave de cada tipo, segundo cuatro, tercero seis y finalmente a partir del cuarto año en adelante 8 barcos.

- El desplazamiento en rosca de las naves a desmantelar será de entre 5000 toneladas de peso en rosca. Esta asunción se basa en escoger los datos de desguace del 2011 con un promedio por año de 4000 LTD, pero se tomará una cifra más alta para ser optimistas.
- En el capítulo 1 en la tabla III se mostró la cantidad de elementos obtenidos de diferentes tipos de barcos en relación a su peso en rosca. Se asumirá que los elementos obtenidos serán el acero, los metales no ferrosos, maquinaria, madera, y desperdicios. En la tabla se muestra en porcentaje de estos elementos para nuestro caso. Entonces para un barco de 5000 LTD la cantidad de toneladas obtenidas para cada tipo de barco se muestra en la tabla.

TIPO DE BARCO	ACERO	METALES NO FERROSOS	MAQUINARIA	MADERA	DESPERDICIOS
CARGA GENERAL	77	1	6	5	11
TANQUERO	84	1,5	1,5	2	11

Tabla 12: Rendimiento en porcentaje de los elementos obtenidos en el desguace de buques de carga general y tanqueros,

[Fuente: Elaboración propia].

TIPO DE BARCO	ACERO	METALES NO FERROSOS	MAQUINARIA	MADERA	DESPERDICIOS
CARGA GENERAL	3850	50	300	250	550
TANQUERO	4200	75	75	100	550

Tabla 13: Rendimiento en peso de los elementos obtenidos en el desguace de buques de carga general y tanqueros, (Toneladas),

[Fuente: Elaboración propia]

- Los precios por toneladas de estos elementos es una parte primordial en este estudio, ya que de ello depende la rentabilidad del proyecto. En el mercado ecuatoriano el precio de la tonelada de chatarra de acero es de 300 dólares [47]. El precio de la tonelada de cobre (asumiéndolo como el total del material no ferroso) es de 6821 dólares. Para el precio de tonelada de maquinaria se tomó como referencia el costo de un motor de una tonelada

de peso con costo de 150 dólares y utilizando una ecuación básica de depreciación, su valor residual será de 45 dólares en un periodo de 15 años. Para la madera el precio por tonelada es de 950 dólares y de igual forma a 15 años su valor residual será de 285 dólares. Finalmente en la tabla se muestra el ingreso en dólares por cada elemento y tipo de barco, teniendo un ingreso trimestral de \$ 3288000, 00, en el caso del primer año.

TIPO DE BARCO	ACERO	METALES NO FERROSOS	MAQUINARIA	MADERA	TOTAL
CARGA GENERAL	1155000,00	341050,00	13500,00	2500,00	1512050,00
TANQUERO	1260000,00	511575,00	3375,00	1000,00	1775950,00

Tabla 14: Rendimiento en dólares de los elementos obtenidos en el desguace de buques de carga general y tanqueros,

[Fuente: Elaboración propia].

Luego del análisis y asunciones se puede obtener los ingresos del primer, segundo, tercer y cuarto año en adelante con 3.288.000,00, 6.576.000,00, 9.864.000,00, y 13152000,00 dólares respectivamente.

### **Costos de producción**

En el flujo de caja los costos corresponden al dinero que se necesita para cubrir la operación, administración, y comercialización, llamados en si costos de producción, que incurren al funcionamiento del astillero de desguace de buques.

**Costos de operación.-** Los costos de operación están conformados por una serie de gastos directa o indirectamente con la producción. Comenzando por la materia prima, se sabe que ciertos elementos se saben agotar, entonces se ha asumido un costo del 1% del ingreso por desguazar un barco. En el astillero, dos elementos principales son necesitados para poder cortar las planchas del barco, oxígeno y acetileno. De la información obtenida, para un barco de alrededor de 5000 LDT, el consumo trimestral de oxígeno y acetileno se muestra en la tabla 16.

ITEM	VALORES UNITARIOS	UND	VALOR TOTAL	UND2	COSTO
OXIGENO	1,7	USD/m3	1125	m3	\$ 1.912,50
ACETILENO	8,3	USD/KG	1747	KG	\$ 14.500,10
OTROS					\$ 8.879,75
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 25.292,35</b>

Tabla 15: `Costos de materia prima utilizada por año en el astillero,

[Fuente: Elaboración propia].

Para los gastos electricidad, agua potable y combustible se tomó referencia el costo local en la región, 0.119\$ KWH, 2\$ gal, y 0.55\$ m<sup>3</sup> respectivamente. Tomando como referencia el consumo anual de los dos primeros ítems de la empresa Astinave, y el consumo de combustible de los elementos que lo requerirían, se puede obtener estos gastos mostrados en la tabla 17.

DESCRIPCIÓN	VALORES	UNIDAD	CONSUMO POR MES	UNIDAD 2	COSTO ANUAL
ELECTRICIDAD	0,119	\$KW/H	12000	KW	\$ 17.136,00
COMBUSTIBLE	2	\$GAL	108	GAL	\$ 24.192,00
AGUA	0,55	\$M3	750	M3	\$ 4.950,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 46.278,00</b>

Tabla 16: Servicios en general utilizados por año en el astillero,

[Fuente: Elaboración propia].

Entre el personal que laboraría en el astillero de desguace encontraremos técnicos y profesionales en diferentes campos como: Ingeniería Naval, Ingeniería Mecánica, Medio Ambiente, Economía, Administración, Atención al Cliente y Técnicos en soldadura. La mano de obra directa, indirecta y sueldos eventuales se presentan en la tabla 18, muestra en forma resumida los sueldos del personal que afectan los costos de producción, y en adición se escoge un

valor de 35% por prestaciones. Se ha asumido que los sueldos eventuales serán un 25% del costo de mano de mano de obra directa.

DETALLE DEL PERSONAL	# PERSONAS	SUELDOS	PRESTACIONES(35%)	SUBTOTAL
<b>ÁREA OPERATIVA</b>				
<b>Personal de Supervisión</b>	3	\$ 33.600,00	\$ 11.760,00	\$ 45.360,00
<b>Personal Operario y Auxiliar</b>	22	\$ 111.840,00	\$ 39.144,00	\$ 150.984,00
<b>Técnicos Especialistas</b>	5	\$ 147.120,00	\$ 51.492,00	\$ 198.612,00
<b>ÁREA ADMINISTRATIVA</b>				
<b>Personal Administrativo</b>	21	\$ 20.400,00	\$ 7.140,00	\$ 27.540,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 312.960,00</b>	<b>\$ 109.536,00</b>	<b>\$ 422.496,00</b>

Tabla 17: Salarios por año del personal de trabajo, [Fuente: Elaboración propia].

Sumando un total único de 51 personas que laborarían en el astillero en un solo turno. Cabe señalar que las actividades de limpieza de los diferentes tanques como de combustible, lastre, aguas negras etc., serán realizadas por medio de compañías especializadas que cuentan con los permisos correspondientes.

El mantenimiento de máquinas y equipos en una labor necesaria para tener en forma óptima las operaciones en el astillero. El costo total de manteniendo será considerado como 1% de la inversión inicial.

El astillero operará con algunas contrataciones de servicios externos. La empresa Astidur S.A ofreció información del costo que lleva realizar ciertas

actividades, partes del desguace de buques para un barco de 4000 LDT, incluyen la legalización, permisos y vigilancia. En el ANEXO C, se muestra en forma detallada esta información.

Otra fuerte e importante salida de dinero es el costo por comprar una embarcación dispuesta al desguace. Según ciertas fuentes los buques de estas características en el país se están vendiendo en 150\$ por LDT.

Los costos de producción anuales dependen de la cantidad de buques que se desguazan en ese periodo, en la tabla 19 se muestran estos valores para el primer y cuarto año en adelante.

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 4
GASTOS DE SALARIOS	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00
GASTOS DE SERVICIOS BASICOS	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00
GASTOS DE COMBUSTIBLE	\$ 2.592,00	\$ 10.368,00
GASTOS PERMISOS Y MANTENIMIENTO	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87
GASTOS COMPRA BUQUE	\$ 1.500.000,00	\$ 6.000.000,00
GASTOS POR MATERIA PRIMA	\$ 50.584,70	\$ 202.338,80
GASTOS POR SERVICIOS DESGUACE	\$ 606.038,20	\$ 2.424.152,80
GASTOS LEGALIZACION CAMBIO BANDERA	\$ 110.656,94	\$ 55.328,47
GASTOS INTERESES BANCARIOS	\$ 594.505,96	\$ 500.553,08
GASTOR POR GARANTIA (4%)	\$ 131.520,00	\$ 526.080,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3.645.974,67</b>	<b>\$ 10.368.898,01</b>

Tabla 18: Costos de producción por año en el astillero,

[Fuente: Elaboración propia].

El ingreso neto será la diferencia entre el ingreso anual y el total de los egresos, obteniendo un valor positivo como se muestra en la tabla.

### ***Depreciación de Activos Fijos***

Todo bien pierde valor a medida que transcurre el tiempo, y esto no es una excepción en el astillero de desguace. Ya enumerados en el análisis técnico se sabe que el astillero contará con diferentes tipos de activos. El método de depreciación utilizado será el de línea recta, el que establece como un activo pierde un valor constante anualmente en el periodo de su utilización. La depreciación anual se calcula simplemente dividiendo el costo inicial del activo para la duración de vida útil, y multiplicando por el tiempo de uso transcurrido se obtiene la depreciación acumulada. En el ANEXO D se podrán observar las tablas detalladas de depreciación de los activos fijos antes mencionados.

### ***Capital de Trabajo***

Establecer la inversión del capital de trabajo es muy importante para determinar si el astillero tendrá éxito o no. Se utilizará el método del déficit acumulado por medio de los ingresos y egresos anuales. El saldo acumulado es la suma del

año anterior y el flujo del presente período. Los ingresos son producto de la venta de los elementos obtenidos a desmantelar un barco, en cambio los egresos serán los de costos de producción ya mencionados anteriormente.

En el ANEXO E se puede observar la proyección de los ingresos y egresos proyectados. El saldo acumulado es el valor presente más el del mes pasado. La inversión del capital sería entonces \$143.874,00, dado a q en este mes se encuentra el mayor déficit.

### ***Estructura y financiamiento***

El objetivo de un estudio financiero es definir la forma de captar recursos financieros con la intención de destinarlos a la inversión inicial de un proyecto.

Una vez analizado los costos para la ejecución del proyecto, tomando en consideración la inversión inicial, el equipamiento y otras inversiones que serán necesarias realizar durante la vida útil del proyecto como la compra de los primeros barcos para desguace, se determinara como financiar el mismo, con las condiciones más favorables y ventajosas.

*Las necesidades financieras para la ejecución del proyecto será la diferencia entre el total de la inversión inicial y el total del capital propio.*

Después de haber escogido la mejor alternativa para el financiamiento se debe preparar una estrategia financiera para ajustar el presupuesto con la inclusión de los pagos mensuales, trimestrales o semestrales en retorno al crédito obtenido. En el ANEXO F se muestra para un periodo de 10 años y una tasa de interés del 60%, los valores de las cuotas, los intereses, y amortizaciones.

### ***Flujo de caja***

Para poder identificar las altas y bajas del efectivo generado a los 15 años en el astillero, es necesario implementar este estado financiero. Los ingresos serán a partir de los elementos obtenidos al desmantelar un barco y su venta en el mercado, mientras los egresos serán aquellos costos para la operación del astillero, como ya se explicó anteriormente. Otros gastos son los no operativos, es decir aquellos que se generaron por el financiamiento del préstamo bancario, intereses y amortización del capital. Como se dijo los activos fijos al final de su vida útil tendrán un valor de venta, por lo que en el flujo anual se considerará este valor.

Cada Componente descrito en mayor detalle se muestra en el flujo de caja, ANEXO F, correspondiente a un periodo de 15 años. Se puede observar que a partir del tercer año los saldos son positivos para el astillero.

### ***Cálculos de índices financieros de rentabilidad.***

**Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR).**- Al momento de invertir se corre un riesgo, una forma de representar esto por medio de la tasa de rentabilidad. Con este valor se podrá descontar los flujos anuales para poder obtener el Valor Actual Neto (VAN).

Para el cálculo de la tasa de riesgo se debe usar la siguiente ecuación [45]:

$$Ke = Rf + B(RM - rf) + RP$$

Donde:

RF: es la tasa de rentabilidad libre de riesgo o de más mínimo riesgo.

B: Beta apalancado, parámetro de elasticidad con respecto a las variaciones del mercado.

RM: rendimiento promedio del mercado.

rf: la tasa promedio de libre riesgo, (USA).

RP: riesgo país, del país análisis (Ecuador)

Ke: riesgo por calcular la TMAR.

La fórmula la conforma la tasa promedio libre de riesgo, lo que es la rentabilidad de los bonos de tesoro de los Estados Unidos (T-Bonds). La tasa del rendimiento del mercado será de 7.08%, correspondiente a la variación porcentual del índice bursátil Nasdaq. El Beta apalancado, significa al riesgo operativo y financiero de la empresa. La fórmula se detalla a continuación:

$$\beta_{apalancado}: \beta_{noapalancado} * \left[ 1 + (1 - T) \frac{D}{P} \right]$$

$\beta_{noapalancado}$ : Beta en la industria de ingeniería.

T: Tasa de impuestos corporativos.

D: Porcentaje de endeudamiento.

P: Porcentaje de capital propio.

Reemplazando los valores en la ecuación [46].

$$\beta_{apalancado}: 0.92 * \left[ 1 + (1 - 0.25) \frac{60}{40} \right] = 1.96$$

Luego de obtener los datos se procede a reemplazar en la ecuación del riesgo para calcular la TMAR. En forma resumida se muestran los valores en la tabla:

BETA (B)	1,96%
RIESGO PAIS (RP)	7,28%
RM PROMEDIO	7,08%
RF	3,04%
RF PROMEDIO	4,52%
<b>Ke=TMAR</b>	<b>15,32%</b>

Tabla 19: Parámetros para el cálculo de la TMAR, [45].

La tasa exigida por el inversionista al aplicar la ecuación no tiene un valor muy elevado, debido al moderado riesgo que existe en invertir en el país. Ecuador en el presente posee un riesgo país de 728 puntos. Esto provoca que la TMAR sea de 15.32%.

**Valor Actual neto (VAN).**-El valor actual neto es un procedimiento que consiste en traer a valor presente un determinado flujo de efectivo producto de todas las variables económicas que afecten al proyecto. Aplicando la ecuación:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{I_i - E_i}{(1 + TMAR)^i} - I_0$$

Donde:

$I_i - E_i$  = Flujo de caja en los 15 años.

$I_0$  = Inversión inicial, año 0.

El flujo de dinero para los 15 años de vida del proyecto, con una TMAR del 15.32%, tendrá una VAN de \$2.757.786,05. Esto quiere decir que la inversión producirá ganancias por encima de la TMAR exigida.

**Tasa Interna de Retorno (TIR).**- En economía es un procedimiento que hace que el VAN de una inversión se haga cero. Si esta es superior a la TMAR, se puede deducir que es factible invertir en el proyecto de desguace de buques en el Ecuador. Aplicando la ecuación:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{I_i - E_i}{(1 + TIR)^i} - I_0 = 0$$

La TIR del proyecto sobre la construcción de un astillero de desguace de buques en el Ecuador será de 27.68%, por lo que su construcción sería factible.

**Método del Payback.-** es un método de selección estático que permite conocer el tiempo en que se recuperará la inversión. Se puede decir que a menor periodo de recuperación el riesgo será menor.

Dentro del payback se tiene que tener en cuenta el desembolso inicial y los flujos de caja. En el Anexo se puede observar que los flujos de caja son negativos desde el año 0 al 3 y luego se convierten en positivo, este punto del tiempo da conocer el instante que la inversión se recuperó. Entonces a partir del del cuarto año

## CONCLUSIONES

- Las directrices relacionadas al desguace de buques se ocupan de las necesidades en las diferentes etapas del proceso de desguace. OMI se ocupa de los requisitos antes de que el buque entre en las instalaciones de desguace, el Convenio de Basilea principalmente requisitos en relación con el desmantelamiento de los buques una vez arribado en las instalaciones de reciclaje y OIT se ocupa de la seguridad y los aspectos de salud ocupacional en todo el proceso. Ninguna de las directrices serán obligatorias o jurídicamente vinculantes.

- Sólo unas pocas instalaciones de reciclaje afirman realizar el desguace de buques de una manera aceptable en relación con el impacto ambiental y los trabajadores de la salud y la seguridad "reciclaje verde". Reciclaje verde está muy bien definido como desguace que se realiza en plena conformidad con las directrices de reciclado aplicables.
- Para este proyecto se asumió que en el primero, segundo, tercero, y del cuarto año en adelante se desguazarán 2, 4, 6, y 8 buques de 5000 LDT respectivamente. El ingreso anual será un desglose de la cantidad en porcentaje de los elementos obtenidos y su costo de venta en el mercado. Principalmente la chatarra de acero y elementos no ferrosos afectarán la variable mencionada.
- Como parte del desmantelamiento de buque, es necesaria la manipulación de residuos sólidos y líquidos peligrosos, así como limpieza de tanques de combustible, lastre, aguas negras, etc. Estos procesos deben ser llevados con sumo cuidado, por lo que se procederá a contratar los servicios de una compañía especializada con experiencia que cuente con los permisos correspondientes.

- Para que el astillero comience sus actividades de desguace es necesario realizar un cálculo de los costos de operación, que en sí, se ven mayormente afectados cuando hay disponibilidad de buques para desmantelar, pero cabe recalcar que el ingreso neto se compensa con la venta en el mercado de los elementos obtenidos.
- Para el financiamiento del proyecto se procedió a realizar un préstamo bancario del 60% de la inversión inicial, dejando el resto al capital propio. El elevado valor de los intereses anuales y préstamo, provocó que en el flujo de caja el ingreso neto sea considerablemente afectado.
- En el cálculo de los índices utilizados para la rentabilidad del proyecto, se obtuvo una TMAR de 15.32%, una VAN positiva, y finalmente una TIR superior a la rentabilidad exigida por los inversionistas. Así confirmando la factibilidad de la construcción del astillero de desguace en nuestro país.
- Para finalizar, cabe mencionar que al desguazar mundialmente un promedio anual de 706 buques, una importante carga laboral es generada, y contribuye con un volumen de negocios de aproximadamente \$ 1000 millones de dólares americanos. Viéndolo desde un enfoque medio ambiental, por la reutilización de cerca de 6 millones de toneladas de acero

se evitan emisiones a la atmosfera de millones de toneladas de CO<sub>2</sub> y consumo de energía por la producción de acero, además ahorro de alrededor de 20 millones de toneladas de mineral de hierro, carbón y fundente.

## RECOMENDACIONES

El proyecto de construcción de un astillero de desguace en el país constituye de real importancia, debido al crecimiento económico que puede causar a la industria siderúrgica. Actualmente la economía ecuatoriana va en alza por lo que se plantea las siguientes recomendaciones:

- Es esencial que la evaluación financiera se realice a largo plazo debido a las particularidades del proyecto de construcción, ya que este conlleva a una importante suma de inversión inicial antes de empezar las operaciones del negocio. Si bien es económicamente rentable en un periodo de 15 años, es

aconsejable que se examine un horizonte de evaluación de unos 20 años, para mediante esto percibir la rentabilidad potencial del proyecto.

**ANEXOS**

## **ANEXO A.- CERTIFICACIONES INTERNACIONALES QUE REGULAN AL DESGUACE DE BUQUES.**

Estos sistemas y guías internacionales son concedidos a aquellas empresas, astilleros, etc. que cumplan con los requisitos en el control de la salud, seguridad y gestión del medio ambiente correspondiente a la actividad del desguace de buques. En la tabla 21 se muestra en forma resumida algunos de ellos.

Con respecto a los estándares ISO, hoy en día hay más de 16500 documentos internacionales que abarcan a diferentes áreas. En relación a la actividad de desguace de buques existen las series ISO 14000, ISO 9000, ISO 30000, e ISO 19011. Para la aplicación hacia instalaciones de desguace, también existen las series OHSAS 18000, las que se dividen en dos partes: OHSAS 18001 y OHSAS 18002.

<b>Series ISO</b>	ISO 9000:2000, Fundamentos y vocabulario
	ISO 9001:2000, Requisitos
	ISO 9004:2000, Orientación para la mejora de la actuación.
	ISO 14001:2004, Requisitos con orientación y uso.
	ISO 14004:2004, Orientación general en principios, sistemas y soportes técnicos.
	ISO 14020:2000, Catalogados y declaraciones medioambientales, principios generales.
	ISO 14031:1999, Evaluación de la actuación medioambiental, orientación.
	ISO 14032, Ejemplos de evaluación de actuación medioambiental
	ISO 14040:2006, Evaluación del ciclo de vida, principios y marco
	ISO 14044:2006, Cálculo del ciclo de vida, orientación y requisitos
	ISO/PAS26 30000:2008, Barcos y tecnología marítima, Sistemas de gestión de reciclaje de barcos, especificaciones para los sistemas de gestión para las instalaciones de reciclaje de barcos seguras y medioambientalmente sostenible
	ISO/PAS 30003:2008, Barcos y tecnología marítima, Sistemas de gestión en reciclaje de barcos, requerimientos para auditorías y certificación de gestión del reciclaje de barcos.
	ISO 30001, Buenas prácticas para instalaciones de reciclaje de barcos, cálculos y planes
	ISO 30002, Orientación para la selección de empresas de reciclaje de barcos.
	ISO/PAS 30003, Requisitos para los organismos auditores y certificadores de instalaciones de reciclado de barcos
	ISO 30004, Orientación para la implementación de ISO 30000
	ISO 30005, Control de materiales tóxicos en la construcción y operación de barcos.
	ISO 30006, Localización de materiales tóxicos a bordo.
ISO 30007, Orientación para la prevención de emisiones de asbestos y exposiciones en el reciclaje de barcos.	
<b>Series OHSAS</b>	OHSAS 18001: Especificaciones del Sistema de Gestión en Salud y Seguridad en el Trabajo.
	OHSAS 18002: Guía para la implementación de OHSAS 18001

Tabla 20: Estandarización y Sistemas Internacionales referente al desguace de buques, [48].

## ANEXO B.- REGULACIONES AMBIENTALES ECUATORIANAS.

<b>Constitución Política de la República del Ecuador.</b>	Art. 14.- Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.
	Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable.
	Art. 85 al 91.- Garantizar un desarrollo sustentable.
	Art. 396.- Asumir la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental.
	Art. 397.- Lista las medidas a las cuales el estado se compromete para garantizar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.
	Art. 398.- Toda decisión estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad.
<b>Ley Reformativa al Código Penal.</b>	Art. 437.- Sancionar a los funcionarios que autoricen que se viertan residuos contaminantes de cualquier clase por encima de los límites fijados.
<b>Ley de Gestión Ambiental.</b>	Art. 1.- Establece los principios y directrices de política ambiental.
	Art. 41.- Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales permite denunciar la violación de las normas de medio ambiente.
<b>Ley de Patrimonio Cultural.</b>	Art. 30.- Se suspenderán las labores en el sitio donde se haya verificado el hallazgo de interés arqueológico y paleontológico
<b>Ley Orgánica de Salud.</b>	Art. 95.- Se establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana
<b>Ley de Régimen Municipal.</b>	Art. 164.- Se velará por el fiel cumplimiento de las normas legales sobre saneamiento ambiental.
<b>Ley de Aguas.</b>	Art. 87.- Se tomarán las medidas técnicas más aconsejables para conservar, proteger y mejorar la explotación de los recursos hídricos.
<b>Reforma al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Ministerio del Ambiente, Títulos V y VI.</b>	Art. 161.- Identifica dentro de las fases de gestión de las sustancias químicas peligrosas al Almacenamiento y la Utilización.
	Art. 162.- Dispone responsabilidades para el importador, formulador, fabricante, al igual que el titular de las sustancias químicas peligrosas.
	Art. 167.- Es obligación de todas las personas naturales registradas realizar una declaración anual de la gestión de sustancias químicas peligrosas.
	Art. 181 al 186.- Establece las responsabilidades del generador en la generación y la recolección de desechos peligrosos.
	Art. 187-188.- Establece que los desechos peligrosos deben permanecer envasados, almacenados y etiquetados correctamente.
	Art. 191.- Establece que los lugares para el almacenamiento de desechos peligrosos deben cumplir con las condiciones mínimas.
	Art. 196.- Establece que el gestor de almacenamiento debe llevar una bitácora de los desechos peligrosos.
<b>Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social.</b>	Art. 6.-Fortalecer la aplicación de un proceso de evaluación de impacto ambiental y disminuir los riesgos ambientales.
<b>Régimen Nacional para la gestión de productos químicos peligrosos</b>	Art. 230.- Establece la obligatoriedad de la inscripción de los productos químicos utilizados para el correcto manejo y manipulación.
<b>Productos químicos peligrosos sujetos de control por el Ministerio del Ambiente.</b>	Las sustancias del presente acuerdo como productos químicos peligrosos que estarán sujetas al control por parte del Ministerio del Ambiente.
<b>Ley de Régimen Municipal.</b>	Art. 164.- Velar por el fiel cumplimiento de las normas legales sobre saneamiento ambiental.
<b>Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.</b>	Tiene como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del ambiente laboral.

Tabla 21: Regulaciones Ambientales Ecuatorianas. [49].

## **ANEXO C.- SERVICIOS CONTRATADOS POR EL ASTILLERO PARA EL DESGUACE DE BUQUES.**

Desmantelar un barco conlleva realizar diferentes tipos de operaciones, como se mencionó en el capítulo 1 en el proceso de reciclaje. Este proyecto se llevará a cabo con la contratación de servicios prestados, de una empresa que tenga los permisos ambientales para realizar estas actividades, aparte del desguace y corte de las planchas de acero se requiere realizar lo siguiente:

1. Retiro o limpieza de desperdicios sólidos líquidos.
2. Desgasificación, que consiste en la introducción de aire fresco en válvulas, bombas, y tanques con el fin de eliminar los gases. Finalmente se procede con la medición de concentración de oxígeno en el ambiente y límite de explosividad, para luego proceder con trabajos calientes.
3. Una vez realizado el punto 2, se generaran desechos como aguas oleosas, aguas de sentinas y combustibles, que finalmente serán retirados por el gestor ambiental,

En la tabla 23 se muestra una descripción de cada uno de ellos con su costo en un periodo de tres meses, lo que demora desguazar un barco de 5000 LDT.

DESCRIPCION	V. UNITARIOS	UND	VALOR TOTAL	UND2	SUBTOTAL
SEGURIDAD	1800	USD/MES	3		\$ 5.400,00
OTROS DESMANTELAMIENTO					\$ 67.377,60
DESMONTAJE DE EQUIPOS VARIOS					\$ 75.000,00
DESMONTAJE DE EQUIPOS VARIOS					\$ 50.000,00
EXTRACCION DE AGUAS DE SENTINA	0,25	USD/GAL	81650	GAL	\$ 20.412,50
DESGACIFICACION Y LIMPIEZA SS.MM, TQ COM Y SENTINAS	1	UND	3000		\$ 3.000,00
EXTRACCION DE MEZCLAS OLEOSAS	0,25	USD/GAL	41400	GAL	\$ 10.350,00
DESGACIFICACION DE TQ COM	1	UND	20000	GAL	\$ 20.000,00
EXTRACCION DE LODOS DEL TQ DE AGUAS SERVIDAS	0,8	USD/KG	1810	KG	\$ 1.448,00
EXTRACCION DE AGUAS DE SENTINA	0,2	USD/GAL	2800	GAL	\$ 560,00
RECOLECCION Y TRANSPORTE AGUAS OLEOSAS	0,24	USD/GAL	119700	GAL	\$ 28.728,00
RECOLECCION Y TRANSPORTACION DE LODOS	0,7	USD/KG	13850	KG	\$ 9.695,00
LIMPIEZA Y DESGACIFICACION	6	USD/m2	1608	M2	\$ 9.648,00
DESALOJO DE MATERIARES	1,75	USD/m2	800	m2	\$ 1.400,00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 303.019,10</b>

Tabla 22: Costos de servicios contratados por el desguace de un buque de 5000 LDT,

[Fuente: Información proporcionada por ASTIDUR S.A].

### ANEXO D.- DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS

EQUIPOS DE COMPUTACION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	VIDA UTIL	VALOR DE DESECHO UNITARIO	VALOR DE DESECHO TOTAL
Computadoras	4	\$ 400,00	\$ 1.600,00	3	\$ 120,00	\$ 480,00
Impresora Matricial	2	\$ 500,00	\$ 1.000,00	3	\$ 150,00	\$ 300,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 2.600,00</b>			<b>\$ 780,00</b>

MUEBLES Y ENSERES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	VIDA UTIL	VALOR DE DESECHO UNITARIO	VALOR DE DESECHO TOTAL
Escritorios	4	\$ 200,00	\$ 800,00	10	\$ 60,00	\$ 240,00
Mesa de reunión	1	\$ 300,00	\$ 300,00	10	\$ 90,00	\$ 90,00
Sillones	4	\$ 48,00	\$ 192,00	10	\$ 14,40	\$ 57,60
Archivero	1	\$ 230,00	\$ 230,00	10	\$ 69,00	\$ 69,00
Sillas	6	\$ 35,00	\$ 210,00	10	\$ 10,50	\$ 63,00
Central telefónica	1	\$ 200,00	\$ 200,00	10	\$ 60,00	\$ 60,00
Teléfonos	4	\$ 50,00	\$ 200,00	10	\$ 15,00	\$ 60,00
Aires acondicionados	2	\$ 750,00	\$ 1.500,00	10	\$ 225,00	\$ 450,00
Equipo biométrico	1	\$ 130,00	\$ 130,00	10	\$ 39,00	\$ 39,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 3.762,00</b>			<b>\$ 1.128,60</b>

MAQUINAS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	VIDA UTIL	VALOR DE DESECHO UNITARIO	VALOR DE DESECHO TOTAL
Equipo de Oxicorte	6	\$ 127,36	\$ 764,16	10	\$ 38,21	\$ 229,25
Soldadora TEKN	1	\$ 599,00	\$ 599,00	10	\$ 179,70	\$ 179,70
Soldadora Miller	1	\$ 3.718,00	\$ 3.718,00	10	\$ 1.115,40	\$ 1.115,40
Tanques de oxigeno	4	\$ 300,00	\$ 1.200,00	10	\$ 90,00	\$ 360,00
Tanques de acetileno	4	\$ 300,00	\$ 1.200,00	10	\$ 90,00	\$ 360,00
Generador Auxiliar Mitsubishi	1	\$ 747,00	\$ 747,00	10	\$ 224,10	\$ 224,10
Grúa Grove RT700	1	\$ 345.000,00	\$ 345.000,00	10	\$ 103.500,00	\$ 103.500,00
Máquina de manipulación de materiales	1	\$ 415.000,00	\$ 415.000,00	10	\$ 124.500,00	\$ 124.500,00
Montacargas Hyster	1	\$ 16.200,00	\$ 16.200,00	10	\$ 4.860,00	\$ 4.860,00
Plataforma Aeria Genie S-60	1	\$ 18.985,00	\$ 18.985,00	10	\$ 5.695,50	\$ 5.695,50
Tractor Kenworth T800	1	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00	10	\$ 33.000,00	\$ 33.000,00
Kit de seguridad industrial	10	\$ 300,00	\$ 3.000,00	10	\$ 90,00	\$ 900,00
Carro plataforma aluminio	2	\$ 207,00	\$ 414,00	10	\$ 62,10	\$ 124,20
Cizalla Hidráulica	1	\$ 13.000,00	\$ 13.000,00	10	\$ 3.900,00	\$ 3.900,00
Detector de Gas RLA 100	1	\$ 542,00	\$ 542,00	10	\$ 162,60	\$ 162,60
Skimmer para aceites	1	\$ 956,00	\$ 956,00	10	\$ 286,80	\$ 286,80
Generador 10 HP	1	\$ 1.110,00	\$ 1.110,00	10	\$ 333,00	\$ 333,00
<b>Equipos auxiliares para elevación</b>			\$ 1.489,95	10		\$ 446,99
<b>Herramientas manuales y equipos de comunicación</b>			\$ 9.698,26	10		\$ 2.909,48
<b>Equipo contra incendio</b>			\$ 7.857,46	10		\$ 2.357,24
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 951.480,83</b>			<b>\$ 285.444,25</b>

Tabla 23: Costo de depreciaciones de los activos fijos., [Fuente: Elaboración Propia].

## ANEXO E.- CAPITAL DE TRABAJO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
I. POR DESGUACE				\$ 1.096.000,00	\$ 1.096.000,00	\$ 1.096.000,00
G. DE SALARIOS	\$ 35.208,00	\$ 35.208,00	\$ 35.208,00	\$ 35.208,00	\$ 35.208,00	\$ 35.208,00
G. DE SERVICIOS BASICOS	\$ 12.750,00	\$ 12.750,00	\$ 12.750,00	\$ 12.750,00	\$ 12.750,00	\$ 12.750,00
G. DE COMBUSTIBLE				\$ 864,00	\$ 864,00	\$ 864,00
G. PERMISOS				\$ 36.885,65	\$ 36.885,65	\$ 36.885,65
G. COMPRA BUQUE				\$ 500.000,00	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00
G. POR MATERIA PRIMA				\$ 16.861,57	\$ 16.861,57	\$ 16.861,57
G. POR SERVICIOS DESGUACE				\$ 202.012,73	\$ 202.012,73	\$ 202.012,73
G. LEGALIZACION CAMBIO BANDERA				\$ 36.885,65	\$ 36.885,65	\$ 36.885,65
FLUJO MENSUAL	\$ (47.958,00)	\$ (47.958,00)	\$ (47.958,00)	\$ 254.532,41	\$ 254.532,41	\$ 254.532,41
FLUJO ACUMULADO	\$ (47.958,00)	\$ (95.916,00)	\$ (143.874,00)	\$ 110.658,41	\$ 365.190,81	\$ 619.723,22
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
I. POR DESGUACE						
G. DE SALARIOS	\$ 35.208,00	\$ 35.208,00	\$ 35.208,00	\$ 35.208,00	\$ 35.208,00	\$ 35.208,00
G. DE SERVICIOS BASICOS	\$ 12.750,00	\$ 12.750,00	\$ 12.750,00	\$ 12.750,00	\$ 12.750,00	\$ 12.750,00
G. DE COMBUSTIBLE						
G. PERMISOS						
G. COMPRA BUQUE						
G. POR MATERIA PRIMA						
G. POR SERVICIOS DESGUACE						
G. LEGALIZACION CAMBIO BANDERA						
FLUJO MENSUAL	\$ (47.958,00)	\$ (47.958,00)	\$ (47.958,00)	\$ (47.958,00)	\$ (47.958,00)	\$ (47.958,00)
FLUJO ACUMULADO	\$ 571.765,22	\$ 523.807,22	\$ 475.849,22	\$ 427.891,22	\$ 379.933,22	\$ 331.975,22

Tabla 24: Capital de trabajo, [Fuente: Elaboración Propia].

### ANEXO F.- FINANCIAMIENTO DE LA DEUDA

<b>PRESTAMO</b>	60%						
<b>VALOR DE DEUDA</b>	\$ 3.497.093,90						
<b>TASA DEL BANCO</b>	17,00%						
<b>AÑOS PRESTAMO</b>	10						
<b>CUATO ANUAL</b>	\$ 750.674,27						
<b>Años</b>	<b>Saldo Inicial</b>	<b>Cuotas</b>	<b>Interés</b>	<b>Capital</b>	<b>Saldo Final</b>	<b>PW (17,0)</b>	<b>FCP</b>
1	\$ 3.497.093,90	\$ 750.674,27	\$ 594.505,96	\$ 156.168,31	\$ 3.340.925,59	\$ 0,85	\$ 641.601,94
2	\$ 3.340.925,59	\$ 750.674,27	\$ 567.957,35	\$ 182.716,92	\$ 3.158.208,66	\$ 0,73	\$ 548.377,73
3	\$ 3.158.208,66	\$ 750.674,27	\$ 536.895,47	\$ 213.778,80	\$ 2.944.429,86	\$ 0,62	\$ 468.698,91
4	\$ 2.944.429,86	\$ 750.674,27	\$ 500.553,08	\$ 250.121,20	\$ 2.694.308,66	\$ 0,53	\$ 400.597,36
5	\$ 2.694.308,66	\$ 750.674,27	\$ 458.032,47	\$ 292.641,80	\$ 2.401.666,86	\$ 0,46	\$ 342.390,91
6	\$ 2.401.666,86	\$ 750.674,27	\$ 408.283,37	\$ 342.390,91	\$ 2.059.275,95	\$ 0,39	\$ 292.641,80
7	\$ 2.059.275,95	\$ 750.674,27	\$ 350.076,91	\$ 400.597,36	\$ 1.658.678,59	\$ 0,33	\$ 250.121,20
8	\$ 1.658.678,59	\$ 750.674,27	\$ 281.975,36	\$ 468.698,91	\$ 1.189.979,67	\$ 0,28	\$ 213.778,80
9	\$ 1.189.979,67	\$ 750.674,27	\$ 202.296,54	\$ 548.377,73	\$ 641.601,94	\$ 0,24	\$ 182.716,92
10	\$ 641.601,94	\$ 750.674,27	\$ 109.072,33	\$ 641.601,94	\$ 0,00		

Tabla 25: Amortización de la deuda, [Fuente: Elaboración Propia].

## ANEXO G.- FLUJO DE CAJA Y CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
<b>INGRESO</b>		\$ 3.288.000,00	\$ 6.576.000,00	\$ 9.864.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00	\$ 13.152.000,00
<b>GASTOS OPERATIVOS</b>																
GASTOS DESALARIOS		\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00	\$ 422.496,00
GASTOS DESERVICIOS BASICOS		\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00	\$ 153.000,00
GASTOS DE COMBUSTIBLE		\$ 2.592,00	\$ 5.184,00	\$ 7.776,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00	\$ 10.368,00
GASTOS PERMISOS Y MANTENIMIENTO		\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87	\$ 74.580,87
GASTOS COMPRA BUQUE		\$ 1.500.000,00	\$ 3.000.000,00	\$ 4.500.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00
GASTOS FORMATERIA PRIMA		\$ 50.584,70	\$ 101.169,40	\$ 151.754,10	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80	\$ 202.338,80
GASTOS POR SERVICIOS DESGUACE		\$ 606.038,20	\$ 1.212.076,40	\$ 1.818.114,60	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80	\$ 2.424.152,80
GASTOS LEGALIZACION CAMBIO BANDERA		\$ 110.656,84	\$ 221.313,68	\$ 331.970,52	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36	\$ 442.627,36
GASTOS INTERESES BANCARIOS		\$ 594.505,96	\$ 567.957,35	\$ 536.895,47	\$ 500.553,08	\$ 458.032,47	\$ 408.283,37	\$ 350.076,91	\$ 281.975,36	\$ 202.296,54	\$ 109.072,33					
GASTOS POR GARANTIA (4%)		\$ 131.520,00	\$ 263.040,00	\$ 394.560,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00	\$ 526.080,00
GASTOS DEP. MAQUINARIA		\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08
GASTOS DEP. MUEBLES Y ENSERES		\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20
GASTOS DEP. COMPUTACION Y COMUNICACION		\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67
UTILIDAD VENTA MAQUINARIA											\$ 285.444,25					\$ 475.740,42
UTILIDAD VENTA MUEBLES Y ENSERES											\$ 3.536,28					\$ 1.881,00
UTILIDAD VENTA COMPUTACION				\$ 2.022,22			\$ 2.022,22				\$ 2.022,22		\$ 2.022,22			\$ 2.022,22
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>		\$ (454.365,62)	\$ 458.791,15	\$ 1.378.483,41	\$ 2.686.711,04	\$ 2.341.932,35	\$ 2.393.703,68	\$ 2.448.887,91	\$ 2.517.989,46	\$ 2.599.690,50	\$ 2.979.873,02	\$ 2.799.964,82	\$ 2.801.987,04	\$ 2.799.964,82	\$ 2.799.964,82	\$ 3.279.608,46
PARTICIPACION DE TRABAJADORES (15%)		\$ (68.154,84)	\$ 68.818,67	\$ 206.772,51	\$ 403.006,66	\$ 351.289,85	\$ 359.055,55	\$ 367.483,19	\$ 377.698,42	\$ 389.953,57	\$ 446.980,95	\$ 419.994,72	\$ 420.298,06	\$ 419.994,72	\$ 419.994,72	\$ 491.941,27
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>		\$ (386.210,78)	\$ 389.972,48	\$ 1.171.710,90	\$ 2.283.704,38	\$ 1.990.642,50	\$ 2.034.648,13	\$ 2.082.404,72	\$ 2.140.291,04	\$ 2.209.736,92	\$ 2.532.892,07	\$ 2.379.970,10	\$ 2.381.688,99	\$ 2.379.970,10	\$ 2.379.970,10	\$ 2.787.667,19
IMPUESTOS (25%)		\$ (96.552,69)	\$ 97.493,12	\$ 292.927,73	\$ 570.925,10	\$ 497.660,62	\$ 508.662,03	\$ 520.601,18	\$ 535.072,76	\$ 552.434,23	\$ 633.223,02	\$ 594.992,52	\$ 595.422,25	\$ 594.992,52	\$ 594.992,52	\$ 696.916,80
<b>UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS</b>		\$ (289.658,08)	\$ 292.479,36	\$ 878.783,18	\$ 1.712.779,29	\$ 1.492.981,87	\$ 1.525.986,09	\$ 1.561.803,54	\$ 1.605.218,28	\$ 1.657.302,69	\$ 1.899.669,05	\$ 1.784.977,57	\$ 1.786.266,74	\$ 1.784.977,57	\$ 1.784.977,57	\$ 2.090.750,39
GASTOS DEP. MAQUINARIA		\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08	\$ 95.148,08
GASTOS DEP. MUEBLES Y ENSERES		\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20	\$ 376,20
GASTOS DEP. COMPUTACION Y COMUNICACION		\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67	\$ 866,67
TERRENO		\$ (3.600.000,00)														
INV. COSTRUCCION		\$ (1.270.647,00)														
INV. MAQUINARIA		\$ (951.480,83)														
INV. MUEBLES Y ENSERES		\$ (3.762,00)														
INV. EQUIPOS DE COMPUTACION Y COMUNICACION		\$ (2.600,00)														
REPOSICION MAQUINARIA											\$ (951.480,83)					
REPOSICION MUEBLES Y ENSERES											\$ (3.762,00)					
REPOSICION DE EQUIPOS COMPUTACION Y COM.				\$ (2.600,00)			\$ (2.600,00)			\$ (2.600,00)			\$ (2.600,00)			\$ (2.600,00)
PRESTAMO		\$ 3.497.093,90														
AMORTIZACION			\$ (156.168,31)	\$ (182.716,92)	\$ (213.778,80)	\$ (250.121,20)	\$ (292.641,80)	\$ (342.390,91)	\$ (400.597,36)	\$ (468.698,91)	\$ (548.377,73)	\$ (641.601,94)				
CAPITAL DE TRABAJO		\$ (143.874,00)														
VALOR RESIDUAL DEL PROYECTO																\$ 4.395.283,17
<b>FLUJO ANUAL</b>		\$ (2.475.269,93)	\$ (349.435,45)	\$ 206.153,38	\$ 758.795,32	\$ 1.559.048,04	\$ 1.296.731,02	\$ 1.277.386,14	\$ 1.257.597,13	\$ 1.232.910,32	\$ 1.202.715,91	\$ 399.215,23	\$ 1.881.368,52	\$ 1.880.057,69	\$ 1.881.368,52	\$ 2.184.541,34
<b>TMAR</b>		15,32%														
<b>VAN</b>		\$ 2.757.786,05														
<b>TIR</b>		27,68%														

Tabla 26: Rentabilidad del proyecto, [Fuente: Elaboración Propia].

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 M. Stopford, Los cuatro mercados que controlan el transporte marítimo, Nueva York, 2007, pp. 200-238.
- [2] A. Falkanger, An analysis of the inconsistencies within the legislation regarding ship recycling, Oslo, 2007.
- [3] C. Lamb, J. Hair and C. McDaniel, Marketing, Santa Fe, 2002.
- [4] E. N. Service, Environment News Service, Londres, 2005.
- [5] "Robim des Bois," 1986. [Online]. Available: <http://www.robindesbois.org/>. [Accessed 15 11 2013].
- [6] E. Commission, Oil Tanker Phase Out and the Ship Scrapping Industry, 2004.
- [7] StuerFrank, N. Kristensen and S. Jesper, Shipbreaking in OECD,

Dinamarca, 2013.

- [8] R. Kumar, Ship Dismantling: A status report on South Asia, New Delhi, 2007.
- [9] L. Register, Ship recycling, Practice and regulation today, Londres, 2011.
- [10] Defra, Overview of Ship Recycling in the UK, Londres, 2007.
- [11] BIMCO, DEMOLISHCON, 2003.
- [12] N. Mikelis, The Emergence of an International Regulatory regime for the Ship Recycling Industry, London, 2012.
- [13] Defra, Overview of ship recycling in the UK, Londres, 2007.
- [14] M. Pérez, De la baja de un buque de la armada como recurso socio-económico y ambiental, Barcelona, 2001.
- [15] I. E. Limited, Technical EIA Guidance Manual for Shipbreaking Yards, Alang, 2009.
- [16] kojima and Michida, Economic Integration and Recycling in Asia, 2011.
- [17] Fidh, Shipbreaking continues to kill workers in Bangladesh, NGOs call on Europe to stop illegal traffic of toxic ships, 2012.
- [18] M. Sultana, "Equal Times," BANGLADESHI SHIP BREAKERS LEFT OUT TO SEA, 02 06 2013. [Online]. Available: <http://www.equaltimes.org/>. [Accessed 05 12 2013].
- [19] "Dawn," Shipbreaking at Gadani, 23 10 2011. [Online]. Available: <http://www.dawn.com/>. [Accessed 20 12 2013].
- [20] J. Fonseca, "Marinelink," Shipbreaking, 21 12 2012. [Online]. Available: <http://www.marinelink.com/>. [Accessed 26 12 2013].

- [21] "Isra," Jiang Xiagang Changjiang Shiprecycling Yard, [Online]. Available: <http://www.isranetwork.com/>. [Accessed 29 12 2013].
- [22] "Jiangmen Zhongxin Shipbreaking," BRIEF INTRODUCTION, 10 2010. [Online]. Available: <http://www.greenshipbreaking.com/>. [Accessed 30 12 2013].
- [23] E. Vardar and M. Harjono, Greenpeace Report on Environmental, Health and Safety Conditions in Aliağga Shipbreaking Yards, Izmir, Turkey, Turquía, 2012.
- [24] A. Nijkerk, "Environmental expert," Shipbreaking thrives again in Belgium, 01 09 2007. [Online]. Available: <http://www.environmental-expert.com/>. [Accessed 02 08 2013].
- [25] "Expatica," Ship scrapping in Ghent, 02 05 2012. [Online]. Available: <http://www.expatica.com>. [Accessed 03 08 2013].
- [26] "Fornaes," Shipbreaking in Denmark, [Online]. Available: <http://www.fornaes.dk/>. [Accessed 20 08 2013].
- [27] E. Sánchez, "ABC," Desgucace ilegal de barcos, 10 06 2013. [Online]. Available: <http://www.abc.es/>. [Accessed 25 08 2013].
- [28] F. Lauridsen, M. Jensen and T. Odgaard, Ship Dismantling and, 2007.
- [29] "the center for land use interpretation," American Shipbreaking: It all Comes Apart at the Bottom of America, 2010. [Online]. Available: <http://clui.org/>. [Accessed 27 08 2013].
- [30] N. Joseph, Maritime Law, [Online]. Available: <http://www.britannica.com/>. [Accessed 31 08 2013].
- [31] "IMO: International Maritime Organization," Brief History of IMO, [Online]. Available: <http://www.imo.org/>. [Accessed 02 09 2013].

- [32] The Law of the Sea Treaty, [Online]. Available: <http://www.unlawoftheseatreaty.org/>. [Accessed 16 09 2013].
- [33] "Shipbreaking Platform," International Policy, [Online]. Available: <http://www.shipbreakingplatform.org/>. [Accessed 25 09 2013].
- [34] "IMO," The development of the Hong Kong Convention, [Online]. Available: <http://www.imo.org/>. [Accessed 27 09 2013].
- [35] IMO, Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter, London, 1996.
- [36] IMO, Convenio Internacional de Nairobi sobre la Remoción de Restos de Naufragios, Nairobi, 2007.
- [37] J. Fonseca, "Maritime Professional," Beaching method of ship recycling could get Class certification, 26 08 2013. [Online]. Available: <http://www.maritimeprofessional.com/>. [Accessed 30 09 2013].
- [38] Convenio Internacional sobre el Control de los Sistemas Antiincrustantes Perjudiciales en los Buques, Naurobi, 2001.
- [39] IMO, Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de Buque, 2004.
- [40] OMI, MARPOL 73/78, Lóndres, 2002.
- [41] Directrices de la OMI sobre el Reciclaje de Buques, 2004.
- [42] OMI, Convenio Internacional para el Reciclaje Seguro y Ambientalmente Racional de los Buques, Hong Kong, 2009.
- [43] "DIRNEA," Direccion Nacional de Espacios Acuaticos, [Online]. Available: <https://www.dirnea.org/>. [Accessed 05 01 2014].
- [44] J. Gaythwaite, Desing of Marine Facilities for the Berthing, Mooring, and

Repair of Vessels, 2004.

- [45] I. N. d. Preinversión, Estudio Basico de la Industria Siderurgica en el Ecuador, Guayaquil, 2013.
- [46] R. Gutiérrez, R. Barrio and M. García, Sostenibilidad de los desguaces de buques, Madrid, 2008.
- [47] F. Buri, G. Shunta and T. Suarez, Valoracion de marcas bajo el enfoque de ingresos beneficios utilizando el metodo de flujo descontado caso confites arcos producto rocklets, Ecuador, 2014.
- [48] M. Macias, L. Orrala and J. Peña, Proyecto de inversión para la construcción de residencia para estudiantes politecnicos de provincia para la ciudad de guayaquil, Guayaquil, 2009.
- [49] C. Muños, El Desguace de Buques: Aspectos Juridicos y Operativos, Barcelona, 2010.
- [50] E. E. y. Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental, Guayaquil, 2013.
- [51] O. I. d. Trabajo, Seguridad y salud en el desguace: directrices para los países asiáticos y Turquía, Bangkok, 2003.
- [52] B. o. I. R. F. Division, World Steel Recycling in Figures, Bruselas, 2013.
- [53] N. Mikelis, Ship Recycling Markets And the Impact of the Hong Kong Convention, Malmo, 2013.
- [54] OECD, The Shipbuilding Industry in Turkey, Turquía, 2011.
- [55] "ShipRecycling," ShipBreaking yard: LEYAL Ship Recycling Ltd., Turkey, 2011 04 2001. [Online]. Available: <http://recyclingships.blogspot.com/>. [Accessed 15 10 2013].

- [56] "ShipRecycling," ShipBreaking yard: LEYAL Ship Recycling Ltd., Turkey, 04 04 2011. [Online]. Available: <http://recyclingships.blogspot.com>. [Accessed 16 10 2013].
- [57] "The Independent," Industry under criticism from environmentalists, labour rights activists, 08 07 2014. [Online]. Available: <http://www.theindependentbd.com>. [Accessed 15 12 2013].
- [58] I. Muro, "Siete navieras españolas en la lista negra del desguace," Interviu, 01 07 2013. [Online]. Available: <http://www.interviu.es/>. [Accessed 01 12 2013].
- [59] A. Shashank, The serious business of ship recycling, The snapshot over the years, 08 09 2013. [Online]. Available: <http://www.shippingtribune.com/>. [Accessed 25 12 2013].
- [60] M. Stopford, "Revisión de los cuatro mercados del transporte marítimo," 20 06 2012. [Online]. Available: <http://www.marinemoney.com/>. [Accessed 12 11 2013].
- [61] T. economist, "Heingartner," Green ship-breaking making waves, 05 12 2005. [Online]. Available: <http://heingartner.com/>. [Accessed 05 08 2013].
- [62] "Harland and Wolff Heavy Industries Limited," Ship and offshore unit decommissioning, [Online]. Available: [harland-wolff.com](http://harland-wolff.com). [Accessed 10 08 2013].
- [63] "Shipbreaking Platform," Green Ship Recycling in Europe, 24 07 2013. [Online]. Available: <http://www.shipbreakingplatform.org>. [Accessed 22 08 2013].
- [64] ElVigía, "Cordinadora solidaria," El Gobierno aspira a convertir los astilleros españoles en base para el desguace de buques, 07 11 2012. [Online]. Available: <http://www.coordinadora.org/>. [Accessed 26 08 2013].
- [65] BaselNetwork, Industrial Capabilities of North America: A Report on 'Green' Ship recycling Capacity in the United States, Canada and Mexico, Seattle,

2012.

- [66] N. S. Platform, Annual Report, Brussels, 2012.
- [67] "SteelWorks," Steel is the World's Most Recycled Material, [Online]. Available: <http://www.steel.org/>. [Accessed 30 08 2013].
- [68] M. Sarraf, F. Stuer, M. Dyoulgerov, R. Bloch, S. Wingfield and R. Watkinson, Ship Breaking and Recycling Industry in Bagladesh and Pakis, 2010.
- [69] "Basel Action Network," The Basel Ban: A Triumph Over Business-As-Usual, 01 10 1997. [Online]. Available: <http://www.ban.org/>. [Accessed 05 09 2013].
- [70] "Parliamentary business," 3 Existing legislation and guidelines regulating ship dismantling , [Online]. Available: <http://www.publications.parliament.uk/>. [Accessed 15 09 2013].
- [71] P. Mawson, "BBC," The legacy of Hartlepool's US Navy 'ghost ships', 11 11 2013. [Online]. Available: <http://www.bbc.com/>. [Accessed 18 09 2013].
- [72] OTI, Seguridad y salud en el desguace de buques: directrices para los países asiáticos y Turquía, Bangkok, 2003.
- [73] IMO, Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales, Londres, 1996.
- [74] "Cedre," Tricolor, [Online]. Available: <http://www.cedre.fr/>. [Accessed 28 09 2013].
- [75] EU, Official Journal of the European Union, Luxembourg, 2013.
- [76] Zurück, "Recycling Portal," New EU ship recycling regulation needs financial incentive, 23 10 2013. [Online]. Available: <http://www.recyclingportal.eu/>. [Accessed 02 10 2013].
- [77] G. International, Greenpeace International, 2003.

- [72] OTI, Seguridad y salud en el desguace de buques: directrices para los países asiáticos y Turquía, Bangkok, 2003.
- [73] IMO, Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales, Londres, 1996.
- [74] "Cedre," Tricolor, [Online]. Available: <http://www.cedre.fr/>. [Accessed 28 09 2013].
- [75] EU, Official Journal of the European Union, Luxembourg, 2013.
- [76] Zurück, "Recycling Portal," New EU ship recycling regulation needs financial incentive, 23 10 2013. [Online]. Available: <http://www.recyclingportal.eu/>. [Accessed 02 10 2013].
- [77] G. International, Greenpeace International, 2003.
- [78] A. S. A., "Memoria técnica de la embarcación Lancha Guayas," Guayaquil, 2011.
- [79] A. S. M. Inc.. [Online]. Available: <http://asm.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=MA5086H116>.
- [80] D. Benitez, Pruebas experimentales para determinar la influencia de flaps en la resistencia al avance de una lancha planeadora de 11 metros, Guayaquil, 2012.
- [81] J. Marin, L. Miranda and F. Macas, "Análisis de resultados propulsivos en una lancha planeadora de 11 [m]," in *Jornadas Técnicas sobre*

*Propulsión de Buques*, Guayaquil, 2011.

- [82] BMT Fleet Technology, "Course of Fatigue and fracture analysis of ship structures", 2011.
- [83] Hamilton Jet, "Manual de diseño de la serie HJ de Hidrojets", 2007.
- [84] Cummins Inc., [Online]. Available:  
[https://marine.cummins.com/MarineECM/MarineContent/SiteContent/en/Binary\\_Asset/attachments/Products/Commercial\\_Propulsion/QSC8\\_3/QSC8\\_3\\_SS.pdf](https://marine.cummins.com/MarineECM/MarineContent/SiteContent/en/Binary_Asset/attachments/Products/Commercial_Propulsion/QSC8_3/QSC8_3_SS.pdf).
- [85] Det Norske Veritas, "Rules for classification of Speed, Light Craft and Naval Surface Craft", DNV, 2011.
- [86] American Bureau of Shipping, "Structural direct analysis for High Speed Craft", 2011.
- [87] Bannantine, Comer and Handrock, "Fundamentals of Metal Fatigue Analysis" Pearson Edition, 1990.
- [88] L. Chester, "Marine Engineering", 1992.
- [89] P. E., T. and Balan, "Mecánica de sólidos", 1999.
- [90] A. Inc., "Manual de usuario AutoCad", 2000.
- [91] C. a. S. Inc., "SAP2000", California, 2005.
- [92] A. Korotkin, "Added masses of ship structures", St. Petersburg, 2007.
- [93] V. Moreno, "Motores de combustión interna", ESCUELA TECNICA

SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES, 1980.

- [94] R. Mott, "Diseño de elementos de máquinas", Pearson Educación, 2006.
- [95] A. B. o. Shipping, "GUIDE FOR BUILDING AND CLASSING HIGH-SPEED CRAFT", Houston, 2012.
- [96] F. Singer and F. Pytel, "Introducción a la mecánica de sólidos", 1994.
- [97] E. C. F. STANDARDIZATION, "Eurocode 9: Design of aluminium structures", 2011.
- [98] L. Hora, La chatarra vieja vale oro, Quito, 2014.
- [99] H. a. W. H. I. Limited, Ship and offshore unit decommissioning, 2013.