

TRABAJO DE FIN DE GRADO

RECICLAJE DE BUQUES

GRADO EN NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO

MENCIÓN EN GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN MARÍTIMA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

SEPTIEMBRE - 2022

AUTOR: MOHAMMED HOSSINI

DIRECTORA: ANGÉLICA DÍAZ DE LA ROSA

Resumen

El reciclaje, en principio, es la fase final de la vida de todo buque. A pesar de ello, es una etapa que en la industria ha sido siempre eclipsada por la construcción y la navegación.

En este trabajo de fin de grado, se expone, en un primer momento, la importancia del reciclaje como concepto general, resaltando su impacto sobre el medio ambiente. Se hace también una introducción a la industria del transporte marítimo y las acciones de la Organización Marítima Internacional por disminuir la huella de carbono y proteger mejor los ecosistemas.

A continuación, se presentan datos y gráficas que demuestran la importancia del reciclaje de los buques desde un punto de vista económico, indicando también los factores que llevan a un propietario a tomar la decisión de desguazar, como son el mantenimiento de clase o el precio del acero. Se hará también una referencia a la economía circular como sistema a estudiar para su aplicación futura.

Seguidamente, se analiza de manera extensa la legislación actual aplicable (el Convenio de Basilea y el Reglamento 1257/2013 de la Unión Europea), a la vez que se exponen los vacíos legales que aprovechan los propietarios para desguazar sus buques en las costas del Sur de Asia. Esta zona geográfica es a su vez analizada, presentando los países que dominan este negocio y la situación precaria de sus trabajadores.

Finalmente, se comentan ciertos aspectos técnicos y de seguridad implicados en esta actividad y se hace referencia al Convenio de Hong Kong como normativa proyectada.

Resumo

A reciclaxe, en principio, é a fase final da vida de todo buque. A pesar diso, é unha etapa que na industria foi sempre eclipsada pola construción e a navegación.

Neste Traballo de Fin de Grao, expónse, nun primeiro momento, a importancia da reciclaxe como concepto xeral, resaltando o seu impacto sobre o medio ambiente. Faise tamén unha introdución á industria do transporte marítimo e as accións da Organización Marítima Internacional por diminuír a pegada de carbono e protexer mellor os ecosistemas.

A continuación, preséntanse datos e gráficas que demostran a importancia da reciclaxe dos buques desde un punto de vista económico, indicando tamén os factores que levan a un propietario para tomar a decisión de despezar, como son o mantemento de clase ou o prezo do aceiro. Farase tamén unha referencia á economía circular como sistema a estudar para a súa aplicación futura.

Seguidamente, analízase de xeito extenso a lexislación actual aplicable (o Convenio de Basilea e o Regulamento 1257/2013 da Unión Europea), á vez que se expoñen os baleiros legais que aproveitan os propietarios para despezar os seus buques nas costas do Sur de Asia. Esta zona xeográfica é á súa vez analizada, presentando os países que dominan este negocio e a situación precaria dos seus traballadores.

Finalmente, coméntanse certos aspectos técnicos e de seguridade implicados nesta actividade e faise referencia ao Convenio de Hong Kong como normativa proxectada.

Abstract

Recycling, in theory, is the final phase of a ship's life cycle. Despite this, it is a stage that has always been overshadowed by construction and navigation.

In this end project, the importance of recycling as a concept is exposed in first instance, highlighting its impact on the environment. An introduction is also made about the shipping industry and the actions taken by the International Maritime Organization to reduce its carbon footprint and protect the ecosystems in a better way.

Next, data and graphs are presented to demonstrate the importance of ship's recycling from an economic standpoint, also indicating the factors that lead a shipowner to dismantle it, such as class maintenance or steel prices. A short reference will also be made in regard to the circular economy as a system to be studied for future applications.

After that, the current legislation (Basel Convention and Regulation 1257/2013 of the European Union) will be extensively analyzed, exposing the legal loopholes that owners take advantage of to scrap their ships on the coasts of South Asia. This region is also analyzed, presenting the countries that dominate this business and the precarity that their workers suffer.

Finally, certain technical and safety aspects involved in this activity are discussed and a reference is made to the Hong Kong Convention as future regulation.

Índice general

Objeto	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. RECICLAJE	11
2.1. ¿Qué es el reciclaje?	11
2.2. Cambio climático	14
2.3. Relación entre cambio climático y reciclaje	18
3. TRANSPORTE MARITIMO E IMPACTO MEDIOAMBIENTAL	22
3.1. Transporte marítimo	22
3.2. Impacto medioambiental del transporte marítimo	24
3.3. Respuesta de la Organización Marítima Internacional	27
4. CICLO DE VIDA DE UN BUQUE	30
4.1. Concepto y datos relevantes	30
4.2. ¿Desguazar o no desguazar?	32
4.2.1. Las sociedades de clasificación	34
4.2.2. La economía del acero	36
4.3. Economía circular y aplicación a la industria marítima	37
5. MARCO LEGAL ACTUAL DEL RECICLAJE DE BUQUES	38
5.1. Introducción	38
5.2. Convenio de Basilea	39
5.2.1. Origen	39
5.2.2. Estados partes	39
5.2.3. Objetivos	40
5.2.4. Desechos, desechos peligrosos y otros desechos	41
5.2.5. ¿Es un buque un desecho?	43
5.2.6. Obligaciones generales	44
5.2.7. Enmienda BAN	45
5.2.8. Critica al Convenio de Basilea en su aplicación al reciclaje de buques	45
5.3. Reglamento europeo	46
5.3.1. Origen	46
5.3.2. Objetivo	48
5.3.3. Aplicación precisa	48
5.3.4. Materiales peligrosos	49
5.3.5. Obligaciones “prereciclado”	50
5.3.6. Plan de reciclado	51
5.3.7. Instalaciones de reciclado de buques	51

5.3.8. Lista europea de instalaciones de reciclado	52
5.3.9. Crítica al reglamento	56
6. PROBLEMÁTICA DE LAS BANDERAS DE CONVENIENCIA	57
6.1. ¿Qué son las banderas de conveniencia?	57
6.2. Banderas de conveniencia en el final del ciclo de vida de los buques	59
6.3. Proceso habitual de compraventa de buques para desguace	61
7. SITUACIÓN ACTUAL EN EL SUR DE ASIA.....	62
7.1. Introducción.....	62
7.2. Bangladés.....	63
7.3. India	66
7.4. Pakistán.....	67
8. ASPECTOS TÉCNICOS DEL RECICLAJE DE BUQUES	69
8.1. Opciones de desmantelamiento	69
8.2. Instalaciones de reciclaje	70
8.2.1. Equipos operacionales	71
8.2.2. Equipos de protección individual.....	72
8.3. Sustancias destacadas	73
8.3.1. Asbestos.....	74
8.3.2. Difenilos policlorados.....	76
8.4. Precauciones en el trabajo en caliente.....	77
9. NORMATIVA EN PROYECCIÓN: EL CONVENIO DE HONG KONG	78
9.1. Origen y objetivos.....	78
9.2. Estructura.....	79
9.3. Estados parte y entrada en vigor	80
9.4. Crítica al convenio	82
Conclusiones	83
Bibliografía, referencias, disposiciones legales y normas de referencia aplicadas	85
Bibliografía.....	85
Referencias	86
Disposiciones legales	94
Normas de referencia aplicadas.....	95
Definiciones y abreviaturas.....	96
Índice de tablas.....	99
Índice de figuras.....	100
Anexo I	103
Anexo II	105

Anexo III 106

Objeto

Mediante la realización de este trabajo se persiguen varios objetivos que se pueden formular en forma de preguntas a las que dar respuesta:

- ¿Puede realmente el reciclaje ralentizar el cambio climático?
- ¿Hasta qué punto es la industria del transporte marítimo perjudicial?
- ¿A qué edad finaliza el ciclo de vida de los buques?
- ¿Qué lleva un buque a ser desguazado?
- ¿Qué leyes rigen el reciclado de los buques?
- ¿Dónde y en qué condiciones se reciclan los buques?
- ¿Qué sustancias son más peligrosas en un buque?
- ¿Permitirán las nuevas leyes controlar mejor este negocio?

Todas estas preguntas persiguen conocer mejor la fase final de la vida de los buques desde un punto de vista económico, legislativo, técnico y ético. La elección de esta temática se debe al interés en la protección del medio ambiente y el descubrimiento de una actividad de la que no se tiene mucho conocimiento, incluso dentro de la propia industria.

1. INTRODUCCIÓN

Reciclar es una idea que nos persigue en el día a día y que ha sido implantada en los hábitos diarios de muchos de nosotros. Sin embargo, existen personas escépticas que señalan el reciclaje como una pérdida de tiempo porque “al final se mezcla todo en el mismo camión”.

Lo cierto es que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) identifica el reciclaje como instrumento fundamental para el futuro de la Tierra y la estabilización del cambio climático, sobre todo considerando que en 2100 la población mundial rozará los 11 billones de personas. (Rosser, 2019) Los sucesos climatológicos recientes han puesto a la comunidad científica en alerta y la sociedad está cada vez más inquieta e involucrada.

La mayoría de nosotros sabemos dónde poner una lata de aluminio, una botella de plástico o una caja de cartón para que sean reciclados correctamente. Pero la pregunta que se analiza en este Trabajo de Fin de Grado es: ¿qué se hace con un barco?

Antes que nada, señalar que las palabras reciclaje y desguace de buques se utilizan con el mismo significado a lo largo de esta exposición ya que es simplemente una diferencia de nomenclatura que varía según el texto consultado. De hecho, en inglés existen cuatro términos que identifican lo mismo: “Recycling”, “Dismantling”, “Breaking” y “Salvaging”.

El proceso que se ha seguido para este trabajo es un proceso deductivo, donde se empieza por la explicación detallada de lo que es el reciclaje y su impacto sobre el cambio climático, hasta describir sustancias peligrosas precisas que se pueden encontrar en los buques.

2. RECICLAJE

2.1. ¿Qué es el reciclaje?

El Diccionario de la Lengua Española define el verbo “reciclar” como *someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar*. (Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014)

A pesar de la escasez de pruebas, ciertos historiadores señalan a los artesanos de la Edad de Bronce como posibles primeros impulsores de esta práctica. Así, se puede decir que el reciclaje ha acompañado al ser humano desde sus inicios. (PAPREC, 2022)

La primera evidencia verificable que se aproxima a este concepto se remonta a la Grecia Antigua, alrededor del año 500 antes de Cristo (a. C.). Leyes específicas indicaban con precisión a qué distancia mínima de las murallas de las “polis” podía un ciudadano desprenderse de sus desechos. Esta imposición resultó en los primeros vertederos municipales de la historia de Occidente. (World Wildlife Fund, 2019)

Mucho más adelante, en el Japón del siglo XI, comenzó la reutilización de papel desechado. Este hecho es considerado por muchos investigadores como el verdadero inicio del reciclaje como tal, aunque algunos como Dard Hunter atribuyen este fenómeno a China, alegando que ya reaprovechaban este material en el siglo I después de Cristo (d. C.) (Hunter, 1943). La escasez de las fibras provenientes de plantas como la mora, el gampi o el cáñamo ofrecía esta técnica como única solución. Su único inconveniente era la impregnación del papel con un tono grisáceo que se iba oscureciendo a medida que se repetía el proceso a causa de la tinta concentrada en el material. (World Wildlife Fund, 2019)

Manteniéndonos en la industria papelera, habría que esperar hasta 1690 para el siguiente gran avance en el mundo del reciclaje. En aquel entonces, el inmigrante alemán William Rittenhouse adquirió más de 8 hectáreas recién asentado en la ciudad americana de Filadelfia. En ellas, basándose en una industria de reciclaje de papel que daba sus primeros pasos en Inglaterra, nació la primera “megafactoría” dedicada a la extracción de pulpa de celulosa. La planta conoció tanta demanda que se conectaron a ella vías ferroviarias, transportando todo tipo de materias que contenga fibras, desde trapos viejos hasta piezas de lino. Estos materiales provenían tanto de la misma

Inglaterra, como de sus colonias y, durante 40 años, fue la única planta de reciclaje de Norteamérica. *(BBVA OpenMind, 2020)*

Con el paso de los años, la industria fue abarcando nuevos componentes a medida que los desarrollos científicos, tecnológicos y logísticos lo iban permitiendo. Así, el siglo XIX fue el siglo de las patentes en este sector, con el emprendedor Matthias Koops a la cabeza. *(Hunter, 1943)*

Estos progresos favorecieron que, a finales de siglo, el gobierno de la ciudad de Baltimore iniciara el primer programa dedicado a la organización selectiva de los desechos en los hogares, introduciendo por primera vez el sistema de contenedores de colores. En 1897, la ciudad de Nueva York fue la primera en disponer de un centro de reciclaje municipal hacia donde se transportaban los desechos recogidos, previamente separados en materiales como textiles, papel y caucho.

Habría que esperar hasta 1904 para la apertura de las dos primeras plantas de reciclaje, en Chicago y Cleveland, dedicadas exclusivamente al aluminio en todas sus formas.

Sin embargo, el momento en el que el reciclaje se convierte en un asunto de estado fue la Segunda Guerra Mundial (1939 - 1945). En esta época de gran incertidumbre económica, el gobierno británico llegó incluso a imponer el racionamiento de las prendas a su población: un simple trozo de tela podría servir de vendaje a un soldado herido.

En los Estados Unidos, el presidente Roosevelt urgió a su población a aportar todo tipo de metales, latas y materiales a los que se les pueda dar un nuevo uso para fabricar armas y explosivos. *(BBVA OpenMind, 2020)* . Incluso el aceite usado de cocina era solicitado por el gobierno, haciendo uso de campañas televisivas para atraer la atención de los ciudadanos como la presentada a continuación:

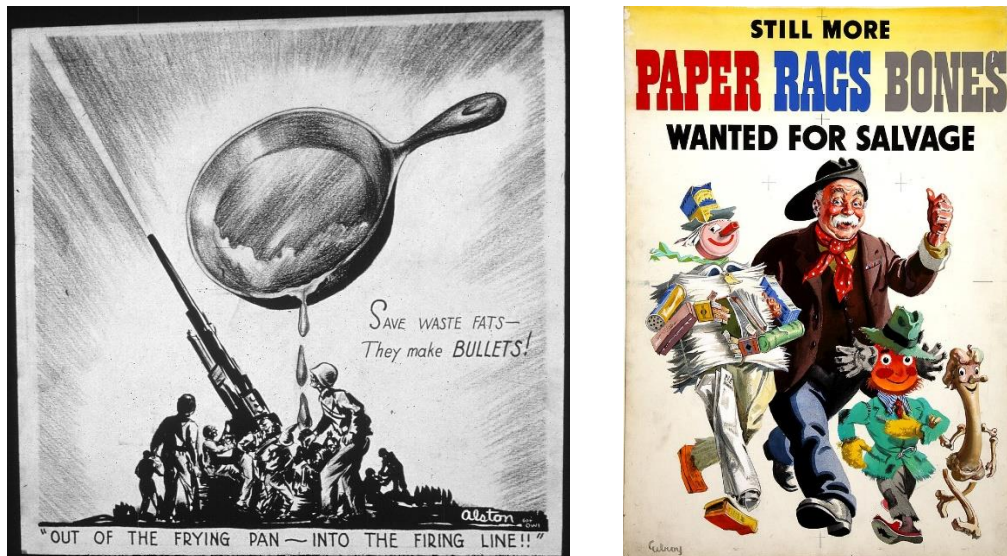


Figura 2.1.1. Campaña americana de colecta de aceite de cocina usado y poster británico de reciclaje durante la Segunda Guerra Mundial (*Alston, 1943*) (*Gilroy, 1939-1946*)

Una cosa que tiene en común toda la exposición anterior, es que en todo momento se hace mención al reciclaje como un sistema de aprovechamiento focalizado en el ámbito económico o por la escasez de recursos. No obstante, habría que esperar al 22 de abril de 1970, fecha en la que se celebró el primer Día de la Tierra, para la introducción por primera vez de la noción de reciclaje moderno, estrechamente vinculado a la protección del medio ambiente y a la sostenibilidad.

Este movimiento emerge en respuesta al auge de una cultura en la que el consumismo a gran escala compromete seriamente el futuro del planeta. La sobreproducción y la alta demanda de productos en los países desarrollados permitía prever una expansión de este fenómeno a nivel global, hecho que empezaba a preocupar a científicos de la época.

Fue aprovechando este evento que se introdujo el símbolo universal de este movimiento como se conoce hoy en día, inspirado en la banda de Möbius. Creado por Guy Anderson, consiste en tres flechas verdes representando las “3 Rs”: Reducir, Reutilizar y Reciclar.



Figura 2.1.2. Símbolo universal del reciclaje (*Símbolo de reciclaje clipart*)

El concepto de reciclaje fue cogiendo magnitud con el paso de las décadas, tanto que hoy forma parte de nuestro día a día, incluso en nuestros propios hogares. En el caso de España, por ejemplo, la Administración tiene la obligación de ofrecer a los ciudadanos los medios para reciclar. Aunque no existe una obligación para realizar esta acción, la personas que no realicen correctamente el triaje pueden ser sancionadas dependiendo de las ordenanzas de cada municipio. (*El Economista, 2018*)

2.2. Cambio climático

Históricamente, la temperatura media de la Tierra ha ido sufriendo cambios causados por ligeras variaciones en su órbita. Estas variaciones afectan a la cantidad de energía solar que se recibe, estimándose que en los últimos 650.000 años se han atravesado siete periodos glaciales. El último de ellos ocurrió hace 11.700 años y tras él, se inició la era climática moderna, favoreciendo el desarrollo de la civilización humana como la conocemos hoy en día. (*National Aeronautics and Space Administration, 2022*)

En 1824, el matemático francés Joseph Fourier calculó que un planeta del tamaño de la Tierra, a tal distancia del Sol, debería de experimentar temperaturas mucho más bajas de las que sufre. Así, fue el primer científico en sugerir que algo en la atmósfera actuaba como una especie de manta aislante en su obra “Memoria sobre las temperaturas del globo terráqueo y de los espacios planetarios”. *(Fourier, 1827)*

En 1856, la climatóloga estadounidense Eunice Foote descubrió este fenómeno. Tras realizar varios experimentos con distintos tipos de gases expuestos al Sol durante varias horas, la científica se percató de dos compuestos que destacaban por su gran capacidad de retención de temperatura: el vapor de agua y el dióxido de carbono (CO₂). En el artículo que escribió a posteriori en el “American Journal of Science and Art” titulado “Circunstancias que afectan al calor de los rayos del Sol”, Foote llega a la siguiente conclusión: *Una atmósfera [compuesta] de este gas [CO₂] daría a nuestra Tierra una temperatura elevada.* *(Foote, 1856)* Este texto se convirtió en la base para explicar el proceso conocido como “efecto invernadero”, simplificado a continuación:

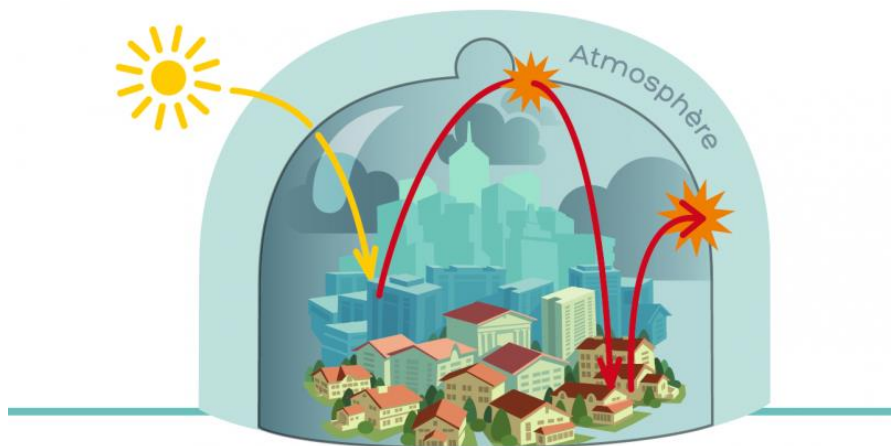


Figura 2.2.1. Efecto invernadero simplificado *(Ministère de l'Écologie, 2018)*

A finales del siglo XIX, el físico John Tyndall describe este fenómeno en mayor detalle e insinuando que leves modificaciones en la composición atmosférica podrían provocar variaciones climatológicas. *(Tyndall, 1863)* En esta misma época, el químico sueco Svante Arrhenius señala al CO₂ como el gas cuyos niveles poseen mayor repercusión en el efecto invernadero. *(Arrhenius, 1896)*

Finalmente, en 1938, el ingeniero inglés Guy Callendar relaciona el aumento del CO₂ en la tierra con el cambio climático en un artículo publicado en el volumen 64 de la revista cuatrimestral de la Sociedad Real de Meteorología inglesa. *(Callendar, 1938)* Basándose en este texto, el físico canadiense Gilbert Plass formula la “Teoría del Dióxido de Carbono y el cambio climático” en 1956. *(Plass, 1956)* En ella se identifica al ser humano y su actividad como los responsables inequívocos de este desajuste.

Acontecimientos como el aumento de la temperatura global, el calentamiento de los océanos, el repliegue de los glaciares, la subida de los niveles del mar, la acidificación de los océanos y todo tipo de sucesos extremos están ocurriendo a ritmos sin precedentes. Las gráficas presentadas a continuación reflejan la evolución de tres de estos eventos:

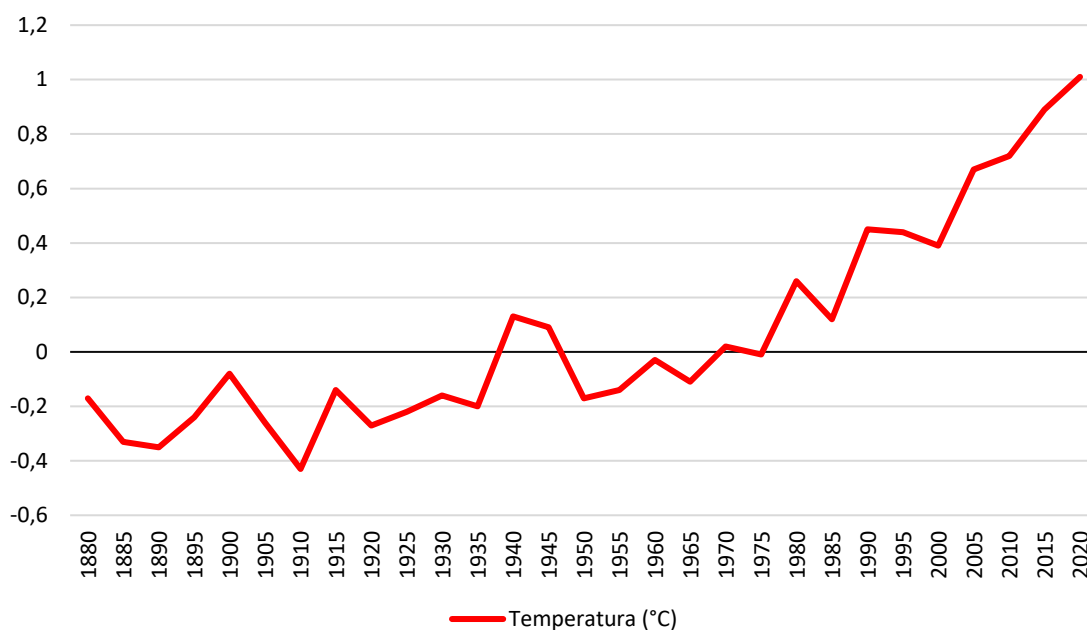


Figura 2.2.2. Evolución de la temperatura global tierra-océano

(NASA's Goddard Institute for Space Studies, 2022)

La gráfica anterior representa anomalías en la temperatura basándose en las temperaturas medias registradas en el siglo XIX. En ella se aprecia que 19 de los años más cálidos ocurrieron en los años 2000.

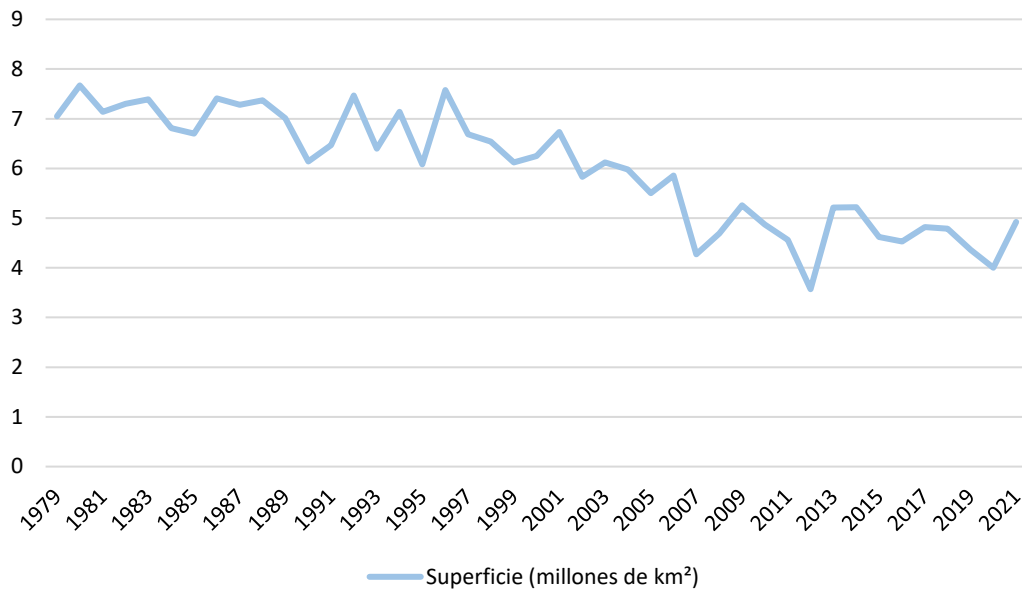


Figura 2.2.3. Evolución de la extensión del hielo marino ártico

(*National Snow and Ice Data Center, 2022*)

La gráfica anterior refleja la disminución significativa de la extensión del hielo marino ártico. Estos datos han sido tomados por satélite desde 1979 en los meses de septiembre, ya que en ellos la superficie de hielo alcanza su mínimo. El 2012 representa el mínimo histórico registrado, siendo la media de disminución del 13% por década.

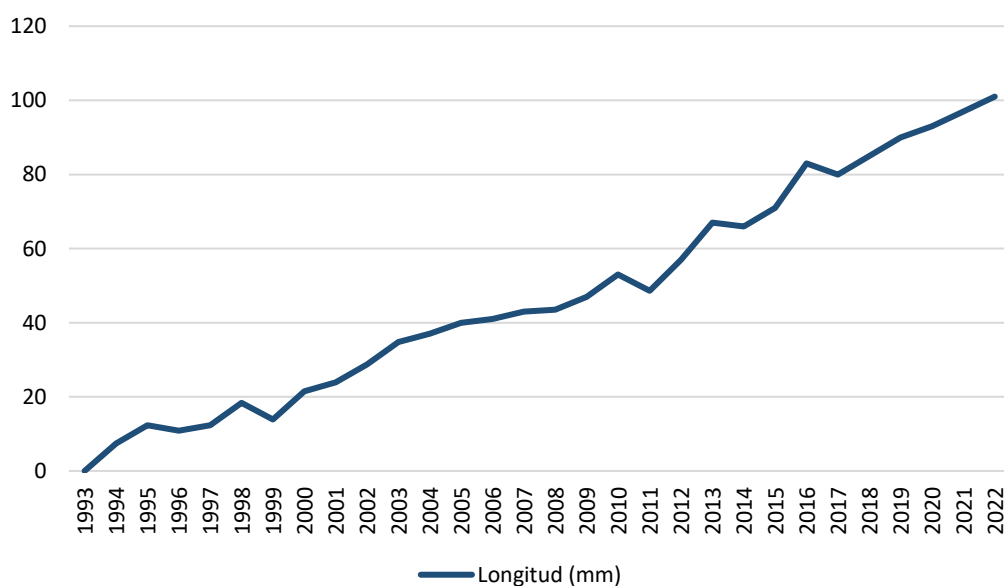


Figura 2.2.4. Evolución del nivel del mar (*NASA's Goddard Space Flight Center, 2022*)

Finalmente, la gráfica anterior refleja la subida del nivel del mar desde 1993 con una aproximación de 4 milímetros (mm). La última observación satelital se remonta a febrero de 2022 y denota un incremento total superior a 1 metro (m) en menos de 20 años.

2.3. Relación entre cambio climático y reciclaje

Como se ha explicado anteriormente, no fue hasta los principios de los 70 cuando el reciclaje dejó de verse desde una perspectiva puramente económica y oportunista a suponer uno de los pilares esenciales en la lucha contra el cambio climático.

Sin embargo, uno puede preguntarse: si simplemente dejó algo en desuso apartado, ¿por qué este hecho participa en la emisión de gases de efecto invernadero?; ¿en qué afecta que se recicle o no al calentamiento global?

A pesar de las fuertes presiones de las multinacionales, en el año 2000, la Agencia de Protección Ambiental estadounidense (EPA) confirmó la estrecha relación entre desechos y calentamiento global. A su vez, declararon que el gran método viable y realista para contrarrestar estos efectos es el reciclaje. *(recycle coach, 2020)* Este hecho supuso un antes y un después ya que, a partir de este momento, las grandes empresas debían adaptarse de manera urgente a esta nueva realidad.

Para la EPA, la reducción de los desechos y el reciclaje proporcionan entre ambos las siguientes ventajas notables:

- Disminución de las emisiones provenientes del consumo energético. El reciclaje ahorra energía. Esto se debe a que, en la gran mayoría de los casos, fabricar bienes a partir de materiales reciclados requiere mucha menos energía que fabricarlos a partir de materias primas nunca aprovechadas. La reducción de desechos es todavía más efectiva porque se requiere a su vez de menos energía para extraer transportar y procesar las materias primas. Lógicamente, cuando la demanda energética disminuye, se quema menos combustible fósil y por lo tanto se emite menos CO₂ al medio.

- Disminución de emisiones por incineración. Alejando ciertos materiales de ser incinerados mediante reducción de desechos y reciclaje, se colabora enormemente en minimizar la emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera.
- Disminución de emisiones de vertederos. La reducción de los desechos y el uso del reciclaje mediante procesos como el compostaje acortan enormemente las expulsiones de metano (CH₄) formado durante la descomposición de materias orgánica.
- Incremento de la retención del carbono en los árboles. Los bosques retiran grandes cantidades de CO₂ de la atmosfera, almacenándolo en un proceso conocido como “secuestro de carbono”. La reducción de los desechos y el reciclaje de los productos derivados de la celulosa permiten que haya más árboles que participan activamente en la absorción de los gases que afectan negativamente la situación medioambiental.

(Environmental Protection Agency, 2016)

En cuanto a los pactos a nivel internacionales sobre esta cuestión, cabe destacar especialmente dos: el Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de Paris.

El Protocolo de Kyoto entró en vigor en 1997 tras unas negociaciones internacionales que pretendían fortalecer la respuesta mundial frente al cambio climático de forma uniforme. Actualmente cuenta con 192 países miembros, obligados jurídicamente a cumplir unas metas de reducción de emisiones en distintos periodos de compromiso. La primera fase tuvo lugar entre 2008 y 2012 y la última completada se desarrolló entre 2013 y 2020. *(Naciones Unidas, 2022)*

Uno de los aspectos más importantes de este protocolo fue la identificación clara y sin rodeos de los gases de efecto invernadero a los que tenemos que atender con urgencia, incluyendo:

- CO₂: El dióxido de carbono entra en la atmosfera por la quema de combustibles fósiles (carbón, gas natural y petróleo), de desechos sólidos, de árboles y materias biológicas y también surge como reacción resultante de ciertas combinaciones químicas utilizadas en ciertas industrias. Los árboles y su capacidad de retención del carbono representan uno de los escasos métodos de control de esta sustancia.

- CH_4 : El metano se expulsa durante la producción y el transporte de carbón, gas natural y petróleo. Su emisión también proviene del ganado, de ciertas prácticas agrónomas, de los métodos de aprovechamiento del terreno y de los desechos orgánicos que se acumulan diariamente en los vertederos.
- Óxido de nitrógeno (NO_x): El óxido de nitrógeno, especialmente el protóxido de nitrógeno (N_2O), es emitido en actividades agrónomas, ciertos métodos de aprovechamiento de terreno y durante las actividades industriales. También se produce durante la quema de combustibles fósiles y en el proceso de tratamiento de aguas residuales.
- Gases fluorados: Los gases fluorados de mayor impacto medioambiental son los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs), el hexafluoruro de azufre (SF_6) y el trifluoruro de nitrógeno (NF_3). Todos ellos producen un elevado efecto invernadero procedentes de la industria, de ciertos sectores comerciales e incluso de hogares. Generalmente se emiten en cantidades muy bajas en comparación con los otros tres tipos de gases, pero su “potencial de calentamiento global” (GWP) es muy alto. *(Environmental Protection Agency, 2022)*

A continuación, presento una gráfica y una tabla sobre estos gases de efecto invernadero para tener una mejor representación de la situación:

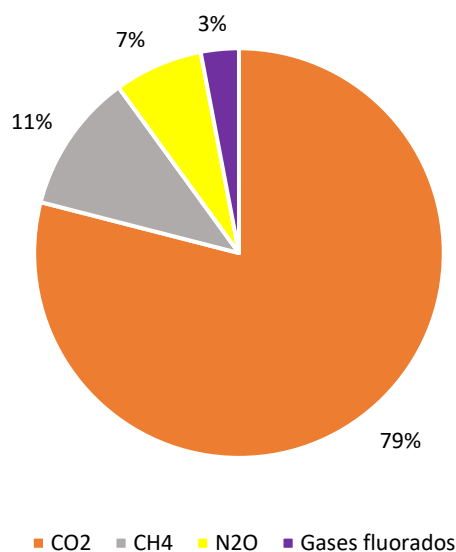


Figura 2.3.1. Porcentaje de emisiones totales en Estados Unidos en 2020

(Environmental Protection Agency, 2022)

Gas	GWP	Concentración preindustrial en partes por billón (ppb)	Concentración en 2011 en partes por billón (ppb)
CO ₂	1	278 000	390 000
CH ₄	25	722	1 803
N ₂ O	265	271	324
PFCs	10 200	0	0,527
HFCs	12 400	0	0,024
SF ₆	23 500	0	0,0073
NF ₃	16 100	0	0,00086

Tabla 2.3.1. GWP y concentraciones preindustriales y en el 2011 de los gases de efecto invernadero
(*Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014*)

Finalmente, hacer referencia a la 21ª Conferencia de París del 2015. En ella, los países componentes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) alcanzaron un acuerdo histórico con el objetivo de combatir el cambio climático y acelerar las acciones y las inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. (*Naciones Unidas, 2022*)

Este Acuerdo de París identifica el reciclaje como un pilar fundamental para este proceso, siendo el objetivo marcado el de no alcanzar un aumento de la temperatura superior a los 2 °C en este siglo XXI.

Los 191 países firmantes se comprometen a perseguir una “huella de carbono 0”, englobando no solo el CO₂, sino todos los gases de efecto invernadero. Esta huella incluye emisiones directas e indirectas y no se limitan únicamente a las industrias y a las multinacionales, sino que abarcan todos los aspectos de nuestro día a día, comenzando por nosotros mismos como individuos participantes.

3. TRANSPORTE MARITIMO E IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

3.1. Transporte marítimo

El ser humano ha movido bienes sobre el agua desde el Paleolítico, mucho antes del descubrimiento de la rueda (sobre el 3500 a.C.), y lo sigue haciendo hoy en día. Es el método más práctico y eficiente energéticamente para los desplazamientos a larga distancia. *(Draffin, 2014)*

Desde las canoas hasta los Ultra Large Crude Carriers (ULCC), el sector ha experimentado avances impresionantes ligados siempre al desarrollo científico y tecnológico de cada época, convirtiéndose en una industria cada vez más especializada, sometida a una progresión constante.

Pilar fundamental del comercio internacional, el transporte marítimo mueve alrededor del 90% de la mercancía mundial en volumen. Su evolución ha permitido el fomento de los intercambios entre países gracias a su precios económico y competitivo, su capacidad de adaptación a los distintos tipos de carga y a las situaciones climatológicas adversas, además de su gran alcance. No hay que olvidar que $\frac{3}{4}$ de la superficie de la tierra es agua.



Figura 3.1.1. Rutas de la flota mercante mundial: portacontenedores (amarillo), graneleros (azul), petroleros (rojo), gaseros (verde) y Ro-Ro (violeta). *(Kiln, 2012)*

La gran capacidad de carga, reflejada a través del “dead-weight tonnage” (DWT), es otro elemento muy importante a tener en cuenta, no solo a nivel singular, sino de manera global. A continuación, presento una tabla y una gráfica que demuestran los números mayúsculos del sector:

Tipo de buque	Miles de DWT	Porcentaje de DWT
Graneleros	913 032	42,77%
Petroleros	619 148	29,00%
Portacontenedores	281 784	13,20%
Gaseros	77 455	3,63%
Carga general	76 754	3,60%
Quimiqueros	48 858	2,29%
Otros	117 610	5,51%
TOTAL	2 134 640	100%

Tabla 3.1.1. Capacidad de carga de la flota mundial según tipo de buque en 2021

(UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021)

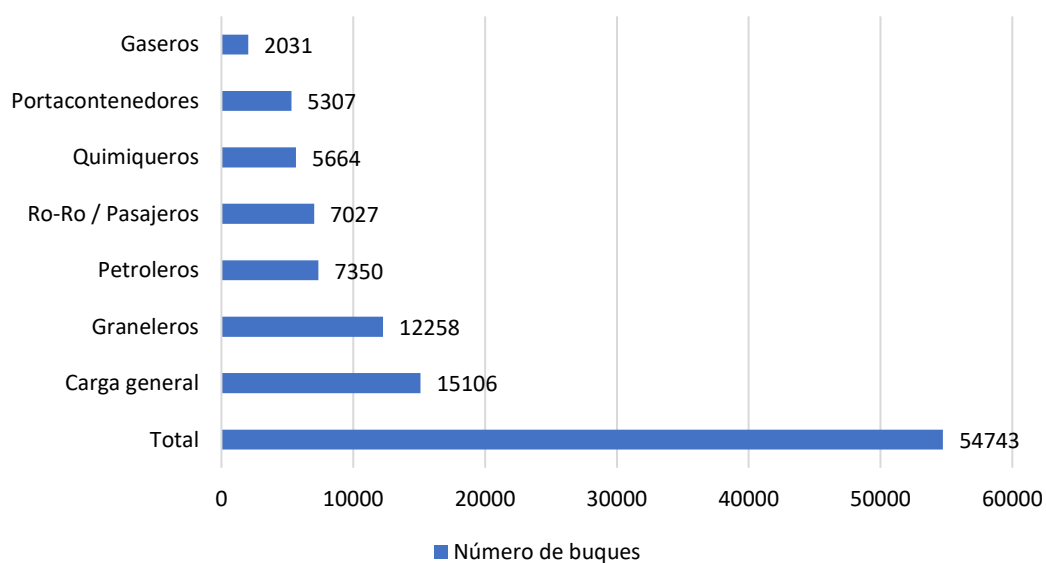


Figura 3.1.2. Buques de la flota mercante mundial según tipo en 2021

(Statista Research Department, 2021)

3.2. Impacto medioambiental del transporte marítimo

Antes de comenzar este apartado, señalar que el transporte marítimo es el medio más eficiente, seguro y respetuoso del medio ambiente en el mundo.

Esta idea puede chocar con muchas opiniones infundadas, pero lo cierto es que los datos objetivos lo avalan. La Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) publicó a finales del 2021 el primer informe independiente que analiza en profundidad el impacto medioambiental del sector en la Unión Europea (UE). En él, se describe a esta industria como la principal conductora del crecimiento económico a nivel continental e internacional, además de ser uno de los modos de transporte con menor emisiones por distancia y peso de carga. También se aplauden los progresos conseguidos en este ámbito en comparación con las últimas décadas, señalando que los esfuerzos van en el camino correcto, aunque se deben unificar, acelerando las medidas para conseguir los objetivos ecológicos fijados a medio plazo. *(European Environment Agency, 2021)*

En este mismo texto de la EEA, se indica que *“en 2018, las emisiones procedentes del transporte marítimo representan el 13,5% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el sector del transporte en la UE, muy por detrás de las emisiones generadas por el transporte por carretera (71%) y ligeramente por detrás de las de aviación (14,4%)”*. *(European Environment Agency, 2021)*

Aunque es evidente, resaltar también que las enormes cantidades que puede transportar un buque son remotamente comparables a las de otros medios, todo ello sin hablar de las limitaciones geográficas impuestas.

Lo cierto es que toda actividad humana tiene un impacto sobre el entorno y el transporte marítimo no es una excepción. Los riesgos y efectos negativos ligados al sector se pueden clasificar en dos grandes categorías: las que ocurren durante los periodos de navegación o explotación económica y los que ocurren durante las fases de construcción y desguace.

Las repercusiones resultantes de la fase intermedia del ciclo de vida de un buque se dividen a su vez en varios tipos de contaminación y posibles riesgos que se describen brevemente a continuación:

- Contaminación atmosférica. Esta categoría se debe principalmente a la expulsión de gases a efecto invernadero causados por el quemado del combustible fósil necesario para el funcionamiento de motores, motores auxiliares y calderas. Los sistemas de refrigeración presentes en los barcos también son responsables de este tipo de emisiones.
- Derrames de hidrocarburos y sustancias nocivas potencialmente peligrosas (SNP). Sin lugar a duda, el primero de estos es el que más reacción causa en la sociedad por su impacto visual. El daño medioambiental puede ser enorme, afectando a la fauna y a la flora de la zona y resultando por consecuente en grandes pérdidas económicas para las regiones afectadas. Es importante tener en cuenta las características físicas y químicas de la sustancia en cuestión (viscosidad, densidad, tensión superficial...) para conocer el posible alcance del daño y poder predecir el movimiento de la mancha.
- Aguas residuales. Otro ejemplo de contaminación oceánica es la causada por el vertido de aguas residuales procedentes de los diversos subsistemas que existen a bordo de un buque. Esto incluye el líquido resultante de los circuitos de depuradores de gases de exhaustación (77%), las aguas grises (16%), las aguas negras (5%) y el agua de sentina (2%). El proceso más destacado como consecuencia de estas sustancias es la eutrofización. Consiste en el crecimiento incontrolado de ciertos organismos a causa de un exceso de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo. Esto puede dar lugar a desequilibrios del ecosistema con efecto dominó hacia otras especies vegetales y animales.
- Antiincrustantes. Los buques están recubiertos en su obra viva por pintura antiincrustante, también conocida como “antifouling”. Su función es de evitar, en la medida de lo posible, que la flora y la fauna se adhiera al casco, previniendo así rozamientos que dificulten el deslice del barco, lo que supondría un mayor consumo de combustible. Esta pintura puede contener biocidas cuya concentración sea peligrosa para el ecosistema.
- Agua de lastre. El lastre es esencial para mantener la estabilidad durante las operativas de carga y descarga y para equilibrar el buque en condiciones meteorológicas adversas. El proceso requiere llenar los tanques bombeando agua de los alrededores del puerto

de salida y luego descargarlos en el puerto de destino, frecuentemente desplazando organismos a otros ecosistemas. Esto puede resultar en desequilibrios medioambiental de difícil reparación.

- Alteración del fondo marino. La turbulencia provocada por un buque puede sentirse hasta 30 metros por debajo de la quilla. Los sedimentos en el fondo marino son mezclados y agitados, creando un ambiente turbio para los organismos, especialmente aquellos dependientes de la luz solar como las plantas acuáticas.
- Contaminación acústica. El ruido subacuático que producen los buques es cada vez más reconocido como un factor altamente significativo a tener en cuenta en los ecosistemas a escala global. Las medidas tomadas durante los últimos 50 años muestran como este fenómeno está en constante crecimiento afectando especialmente a mamíferos marinos y tortugas, además de ciertos peces e invertebrados. *(European Environment Agency, 2021)*

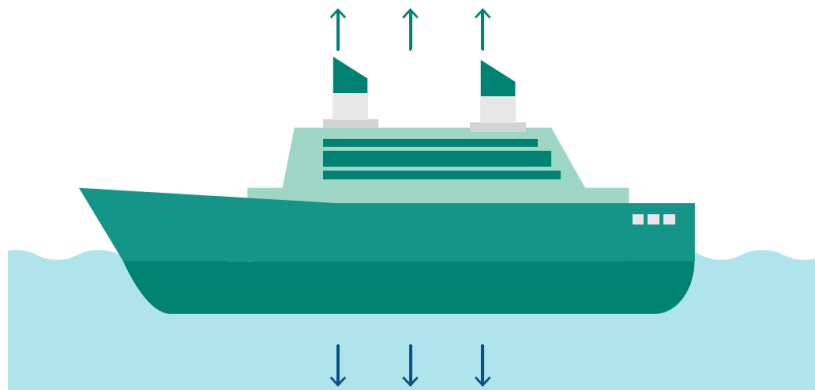


Figura 3.2.1. Imagen representativa del impacto medioambiental de un buque durante su fase operativa *(European Environment Agency, 2021)*

Como expliqué al principio de este apartado, el impacto medioambiental no se limita únicamente a la fase operativa del buque, sino que se extiende también a las etapas de construcción y desguace. Este último aspecto es el que será analizado desde un punto de vista legal, técnico y ético en los próximos capítulos del trabajo.

3.3. Respuesta de la Organización Marítima Internacional

Desde el momento en que el transporte de personas y mercancías por vía marítima fue adquiriendo un carácter internacional, las sociedades fueron desarrollando normas y reglas comunes para su evolución de manera regular y uniforme. Este proceso culmina hoy en la Organización Marítima Internacional (OMI), organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa de la seguridad y la protección del transporte marítimo internacional y de la prevención de la contaminación por los buques.

Con su primera reunión registrada en 1959 bajo el nombre de Organización Marítima Consultiva Intergubernamental (OCMI), el organismo cuenta actualmente con 175 Estados Miembro que se reúnen cada dos años. La Asamblea adopta las resoluciones y las recomendaciones técnicas del sector, además de desarrollar los convenios internacionales con la ayuda de los órganos auxiliares. *(Organización Marítima Internacional, 2022)*

Hay que resaltar que el objetivo inicial de la OMI era de reforzar y estructurar la seguridad marítima. Sin embargo, poco después de sus inicios asumió la responsabilidad de ocuparse de los problemas relacionados con la contaminación como consecuencia del transporte marítimo, desde las operaciones hasta los accidentes marítimos, pasando por el reciclaje de los buques.

Este último aspecto que da título a este Trabajo de Fin de Grado, será regulado en el conocido como Convenio de Hong Kong, un texto muy criticado y todavía no ha entrado en vigor será descrito en el capítulo 9.



Figura 3.3.1. Sede de la OMI en Londres *(IMO, 2021)*

Por ahora, y en relación al apartado anterior, voy a presentar una lista de Convenios Internacionales y de acuerdos que ayudan enormemente a reducir la huella de carbono de esta industria a la vez que disminuye la polución y el impacto medioambiental:

- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL). El Convenio MARPOL entró en vigor en 1983 como el principal pacto internacional sobre este aspecto. Actualmente rige el 99% de la flota mercante mundial, sometiéndose a actualizaciones constantes mediante la incorporación de enmiendas. Actualmente consta de seis anexos que se presentan a continuación:

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

Otros convenios relativos a la prevención de la contaminación del mar incluyen:

- Convenio internacional relativo a la intervención en alta mar en casos de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos (1969)
- Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias (1972)
- Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos (1990)
- Protocolo sobre cooperación, preparación y lucha contra los sucesos de contaminación por sustancias nocivas y potencialmente peligrosas (2000)
- Convenio internacional sobre control de los sistemas antiincrustantes perjudiciales en los buques (2001)

- Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (2004)
- Convenio internacional de Hong Kong para el reciclaje seguro y ambientalmente racional de los buques (2009)

El Convenio de Nairobi es otro texto que requiere de una mención especial. Adoptado en 2007 y entrado en vigor en 2015, este texto llenó un vacío legal internacional al establecer unas reglas uniformes destinadas a garantizar la pronta y eficaz remoción de los restos de naufragios situados más allá del mar territorial de un estado miembro.

De los 51 convenios adoptados por la OMI hasta la fecha, 21 guardan relación directa con el medio ambiente. Este hecho muestra la implicación de este organismo con esta cuestión, adoptando además medidas adicionales para ir reduciendo año tras año la huella de carbono del transporte marítimo global.

Un ejemplo reciente es la regla internacional que entró en vigor el 1 de enero del 2020 que fija el límite del contenido de azufre del combustible en menos del 0,5%. Este número, que hasta la fecha era del 3,5%, es aún menor en ciertas zonas geográficas como el Mar Báltico o la región del Mar Caribe de los Estados Unidos (inferior al 0,1%).

(Organización Marítima Internacional, 2019)

Proyectos como GreenVoyage2050, en el que el Gobierno de Noruega y la OMI colaboran, buscan transformar el sector del transporte marítimo hacia un futuro con menos emisiones de carbono, promoviendo la innovación y la difusión de nuevas tecnologías. Con esta tarea, el sector se sitúa en concordancia con el objetivo mundial de cero emisiones para antes de finales de siglo. *(Organización Marítima Internacional, 2022)*

4. CICLO DE VIDA DE UN BUQUE

4.1. Concepto y datos relevantes

Se entiende por ciclo de vida de un buque todo el tiempo que transcurre desde la proyección y diseño del mismo, hasta que se finaliza su reciclaje. La fase intermedia, también conocida como fase activa o fase de explotación, es el periodo en el que se aprovechan las características del buque como su tamaño, su especificidad y su capacidad de carga, para desarrollar una actividad económicamente rentable, una vez deducidos todos los gastos. Es con diferencia la fase más extensa y un resumen de su impacto medioambiental fue presentado en el capítulo anterior.

La edad media de la mayor parte de la capacidad de carga mundial se sitúa entre los 5 y los 9 años. Sin embargo, este número varía según el tipo de buque. A continuación, se presenta una gráfica que muestra la distribución de los tipos de buque de la flota mundial según su edad en porcentaje de DWT en 2021:

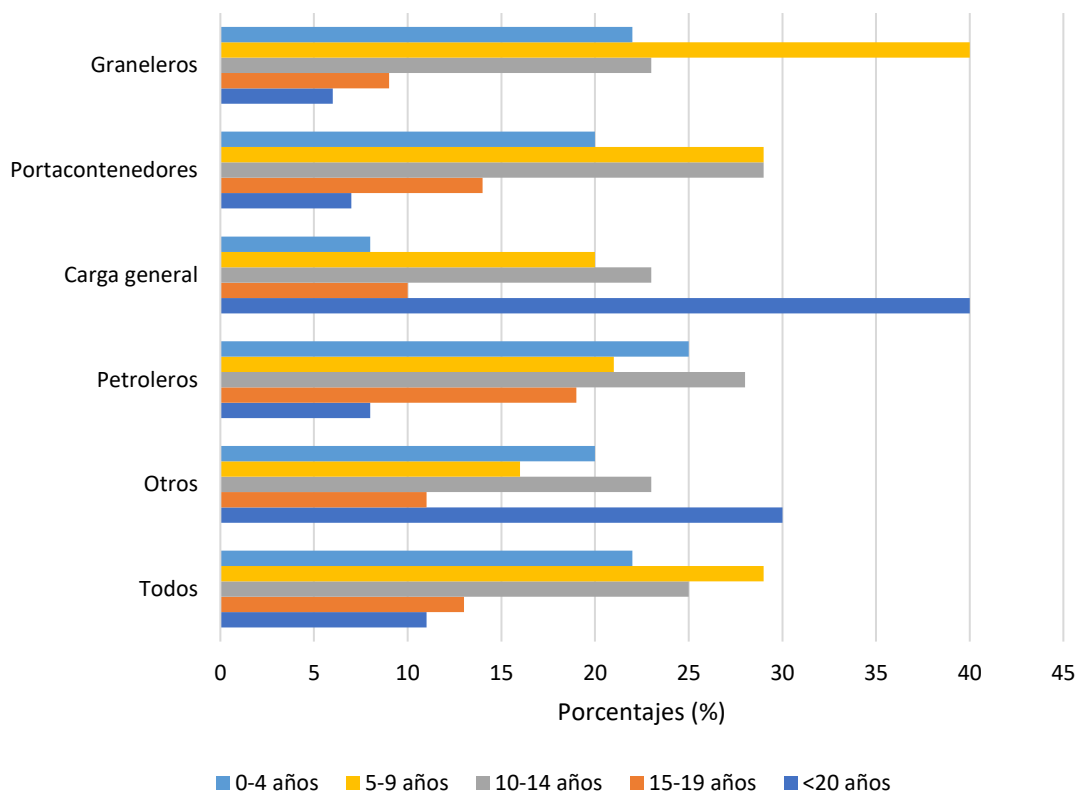


Figura 4.1.1. Distribución del porcentaje del DWT de la flota mundial según edad en 2021

(UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021)

Los mayores constructores de buques son Japón, Corea del Sur y especialmente China, aunque esta última sufrió un fuerte impacto por la pandemia. La flota mundial, sin embargo, conoce una expansión constante, habiendo alcanzado un máximo tasa de crecimiento en 2010 que se estabilizó relativamente en 2013:

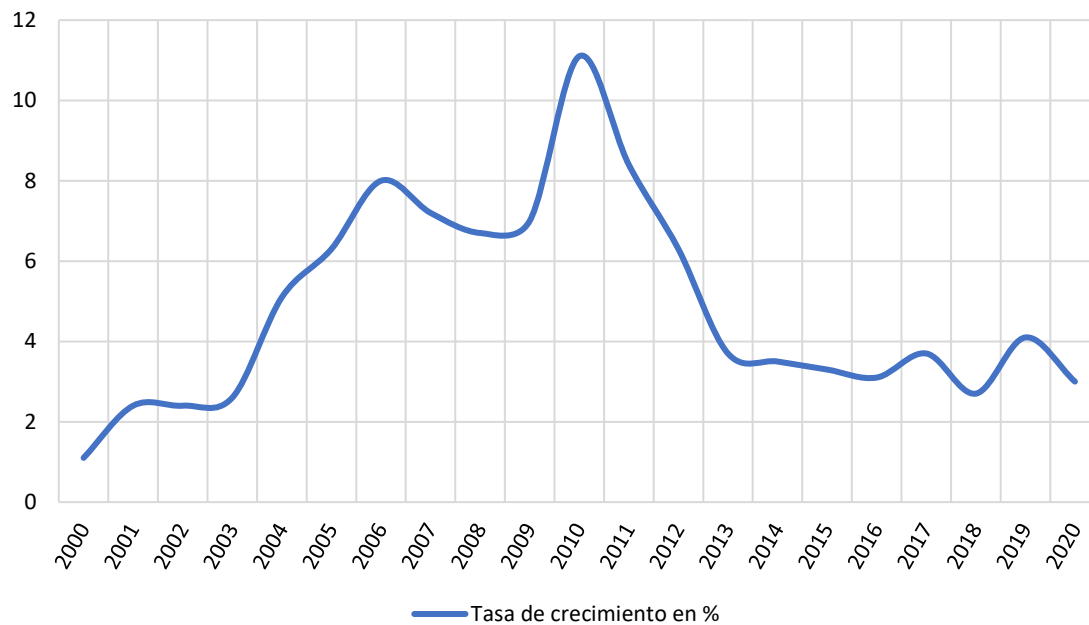


Figura 4.1.2. Tasa de crecimiento de la flota mundial desde el año 2000 al 2020

(UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021)

Ambas graficas presentadas sugieren que en los próximos años el número de barcos seguirá en aumento, renovándose con una mayor frecuencia debido a los avances tecnológicos y a la inestabilidad de la economía mundial. Por ello, la necesidad de implementación de unos estándares internacionales de seguridad y responsabilidad medioambiental para el fin de vida de los buques es un pilar básico para el futuro de la industria.

Sin embargo, y con el fin reducir problemas por venir y facilitar el proceso de reciclaje, esta noción se debe tener presente desde la fase inicial del ciclo de vida de un buque. Así, durante la proyección y construcción, los arquitectos navales deben procurar utilizar el mínimo de materiales peligrosos e identificando claramente su situación y cantidad.

A continuación, se presenta una gráfica con las toneladas de arqueo bruto (GT) de buques construidos en 2020 y clasificados según tipo:

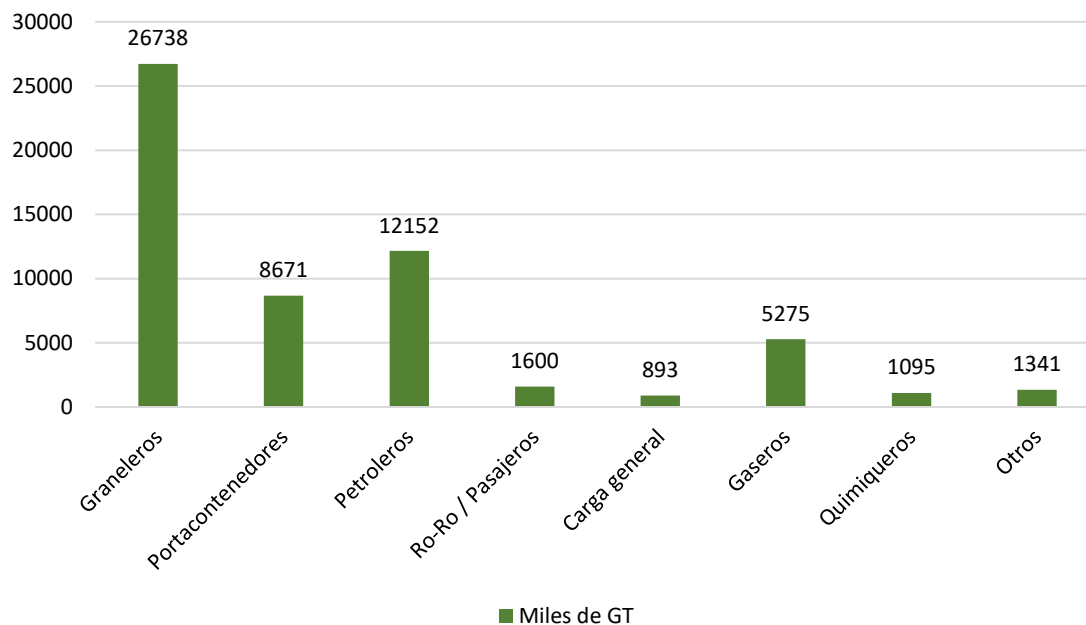


Figura 4.1.3. GT construido en 2020 según tipos de buques
(*UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021*)

4.2. ¿Desguazar o no desguazar?

El propietario de un buque se suele decidir por vender un buque para desguace cuando los costes de operación son menores que los ingresos de explotación. Esto puede ocurrir por diversos factores como la situación económica internacional, el precio de los fletes, el coste de los trabajos de mantenimiento...

Por lo general, los buques son vendidos a distintos propietarios en varias ocasiones a lo largo de sus vidas, antes de alcanzar el momento en que el desguace es la única y última opción. Generalmente, la mayoría de los buques desguazados en el Sur de Asia suelen rondar los 25-30 años, llegando a alcanzar incluso los 50 en casos puntuales.

Sin embargo, grandes crisis en el sector, como la surgida a causa de la pandemia de COVID-19, puede obligar a compañías a tomar medidas drásticas. Por ejemplo, tras unas pérdidas registradas de más de 4 billones de dólares americanos (USD) en la segunda

mitad de 2020, la empresa Carnival Cruise Line se decidió por vender 6 cruceros para ser desguazados, sin ninguno de ellos superando los 10 años de vida. Este reciclaje se realizó en Aliğa (Turquía) que, a diferencia de otros países como los presentados en el capítulo 7, posee instalaciones relativamente seguras y avanzadas tecnológicamente.

(Business Insider, 2021)



Figura 4.2.1. Imagen satelital de la costa de Aliğa a finales del 2020 *(Ibbetson, 2020)*

A continuación, se presenta una gráfica con las toneladas de arqueo bruto desguazadas en 2020 en todo el mundo, clasificadas según tipos de buques:

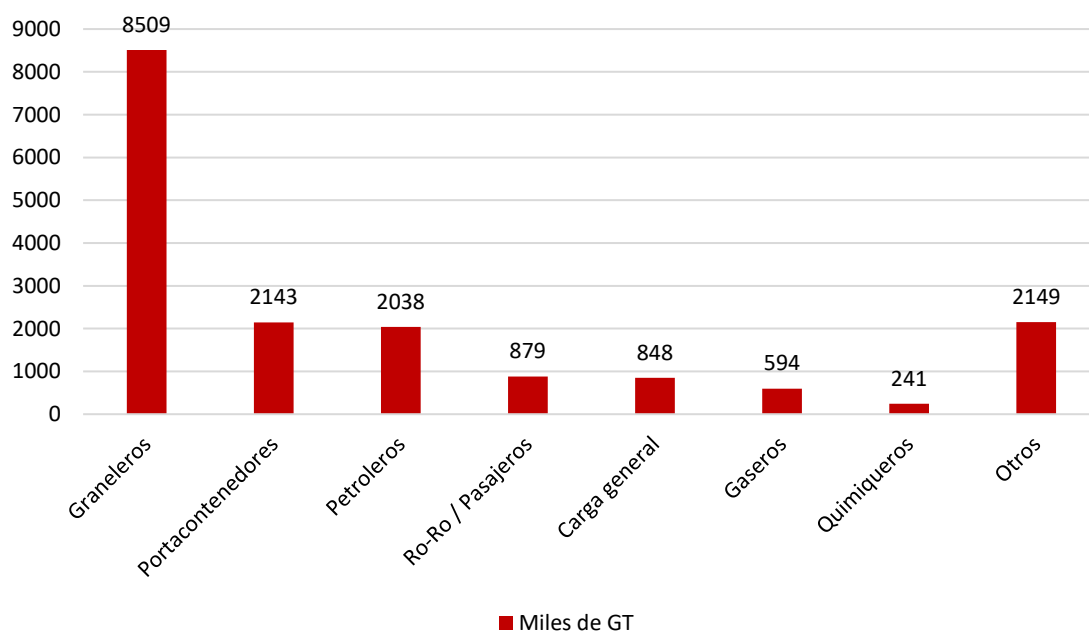


Figura 4.2.2. GT desguazado en 2020 según tipos de buques

(UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021)

4.2.1. Las sociedades de clasificación

Las sociedades de clasificación son uno de los organismos básicos que influyen en la decisión de reciclar un buque o no. Englobados en su mayoría en la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), actualmente cubren el 90% del GT de la flota mundial.

Su función básica es el desarrollo y la implementación de las reglas internacionales a cerca de la resistencia del casco y las partes esenciales de los buques, además de comprobar la seguridad y el buen funcionamiento de los sistemas de propulsión y maniobra para asegura que el buque opere de manera idónea. Además, en un gran número de casos, estos organismos son confiados la responsabilidad de realizar inspecciones en nombre de los estados de registro.

El trabajo de las sociedades de clasificación está estrechamente relacionados a los avances científicos y tecnológicos, llegando a colaborar con la OMI en el desarrollo de reglas y convenios.

Además, sus altos estándares, especialmente de los miembros de la IACS, hacen que un buque con su certificación demuestre garantías frente a clientes comerciales y futuros propietarios. Sin embargo, estas garantías requieren de un seguimiento especial que comienza desde la fase inicial del proyecto de construcción de un buque hasta su botadura, prestando especial atención a los materiales utilizados, la estructura del casco y el correcto y eficiente funcionamiento de la maquinaria, el sistema eléctrico y los equipos de navegación. Una vez que todo este proceso es completado, se puede decir que un buque está bajo clase, obteniendo el Certificado de Casco y Maquina. *[Broad, 2009]*

La importancia de las sociedades de clasificación en el reciclaje de buques reside en el mantenimiento de dicho certificado. Como es lógico, los organismos deben comprobar regularmente que los estándares impuestos soportan el paso del tiempo. Así, todo buque debe pasar por un ciclo de inspecciones como se presenta a continuación:

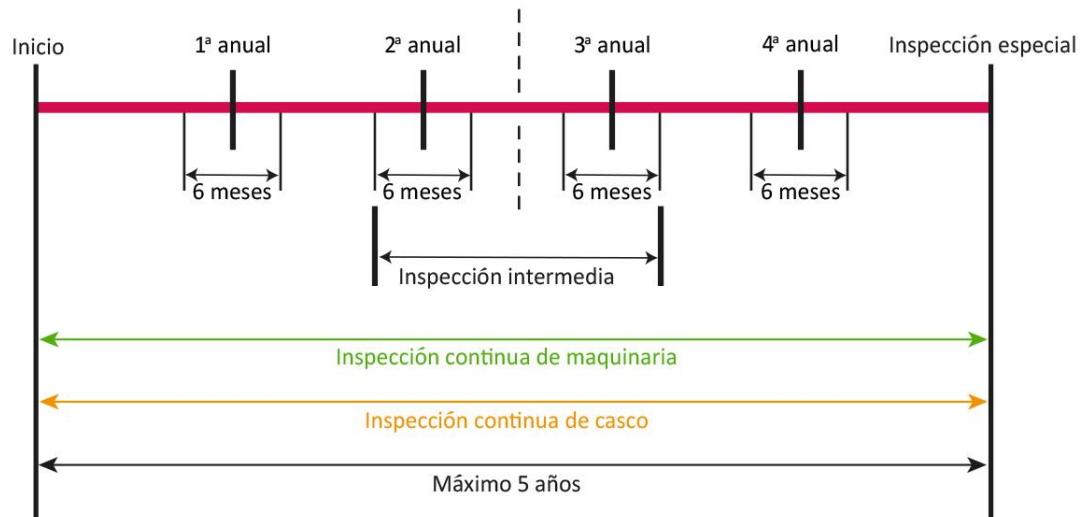


Figura 4.2.3. Ciclo de inspecciones habitual *(Broad, 2009)*

Como se puede observar, para mantener la clase un buque debe estar sometido a inspecciones continuas de casco y maquinaria desde el momento de su botadura. Además, cada año debe ser sometido a una inspección más exhaustiva, a la que generalmente se otorga tres meses antes y después de la fecha indicada para su realización. Es responsabilidad del propietario asegurarse de que el buque está listo para ser revisado, adaptando los compromisos comerciales si así se requiere.

Sin embargo, la inspección más estricta con diferencia es la “inspección especial”. Ésta se lleva a cabo cada 5 años en dique seco y consiste en una revisión total de la condición del buque, prestando especial interés al casco. Estas inspecciones especiales se hacen cada vez más rígidas con el paso de los ciclos y en muchas ocasiones, la pérdida de clase obliga al propietario a vender el buque para desguace al no poder realizar el mantenimiento por falta de tiempo o por el alto coste que supondría la reparación o modificación.

En los últimos años comenzaron conversaciones entre la OMI la IACS donde se estudia la posibilidad de expandir el papel de las sociedades de clasificación para que también supervisen el proceso de reciclado de buques en sus fases finales. *(Broad, 2009)*

4.2.2. La economía del acero

Los buques, cuando alcanzan su fin de vida, se clasifican según su peso real conocido como desplazamiento en rosca o light displacement tonnage (LDT). Esto excluye carga, fuel, pasajeros y tripulación, agua de lastre, agua potable y, en definitiva, todo lo que no forme parte de la unidad estructural del buque. Esto se debe a que lo que le da mayor valor a un buque para su desguace es la cantidad de acero que contiene. *(Fraile, 2017)*

Del LTD de un buque, entre el 80% y un 95% es acero. El resto lo componen elementos de valor como maquinaria, metales no ferrosos y otro tipo de equipos. Se estima también que el valor de venta para desguace ronda el 10% del valor de compra original. *(Mikelis, 2018)*

El valor del acero depende también de la situación económica actual, la disponibilidad de chatarra de acero procedente de otras industrias y el lugar en el que se haga el desguace. Con diferencia, los precios más elevados se obtienen en Bangladés, India y Pakistán. Turquía se sitúa en cuarta posición, alcanzando números hasta un 40% inferiores a los países anteriores, donde la seguridad humana y medioambiental prácticamente no existe. Actualmente (julio 2022), los precios de la chatarra de acero rondan los 550 USD/LTD en el Sur de Asia y los 250 USD/LTD en Turquía. *(go-shipping, 2022)*

El acero del buque es clasificado en diferentes categorías según espesor y resistencia a bajas temperaturas. Su alta calidad, supervisada por las sociedades de clasificación, permite su reciclaje y reutilización sin necesidad de alcanzar temperaturas relativamente elevadas. Según la Asociación Mundial del Acero, al producir una tonelada de acero se expulsan 1,9 toneladas de CO₂ al medio, mientras que, si se funde chatarra procedente de buques, este número es tres veces menor. Sin embargo, si en vez de fundirlo se utiliza procesos como el laminado, este número puede llegar a ser hasta seis veces inferior. *(SSI, 2021)*

Estos datos muestran la importancia del reciclaje de los buques y su efecto positivo sobre la preservación del medio ambiente. Sin embargo, estas tecnologías deben desarrollarse a nivel mundial para reducir al máximo la producción de gases a efecto invernadero.

4.3. Economía circular y aplicación a la industria marítima

La economía circular se entiende como un sistema económico que se restaura y regenera consigo mismo. Para ello, todos los elementos deben conceptualizarse como una única o unidad.

Basándose en los principios de las tres Rs, este concepto se aplica fundamentalmente a los materiales con el fin de reducir la producción de gases a efecto invernadero resultantes de su extracción y contrarrestar así el cambio climático.

Tomando ejemplo de la industria automóvil con Honda a la cabeza, la industria del transporte marítimo debe dar un paso adelante y adaptarse a los requerimientos de los tiempos actuales basándose en los avances tecnológicos y la innovación. A continuación, se presenta un esquema que simplifica el concepto:

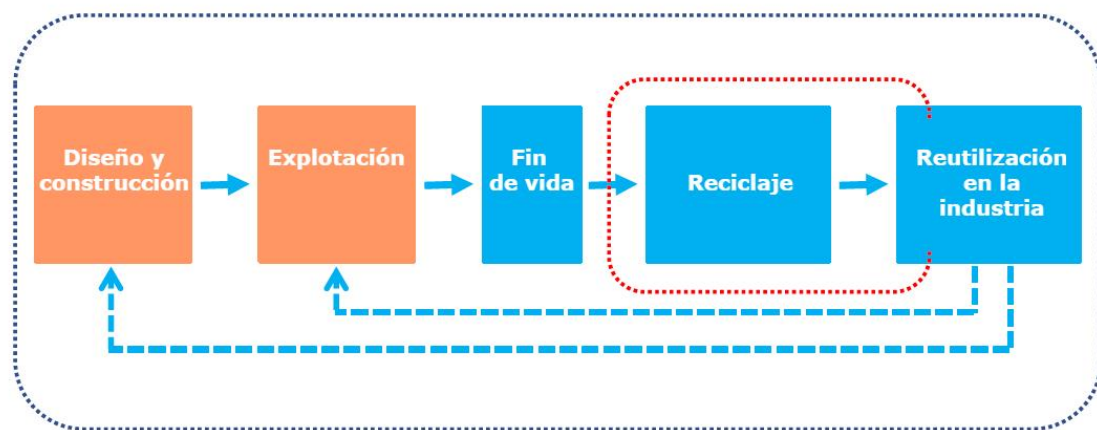


Figura 4.3.2. Esquema de la economía circular aplicada a la industria del transporte marítimo *(SSI, 2021)*

La economía circular, por lo tanto, deberá comenzar desde la fase inicial, reduciendo materiales, eligiendo opciones alternativas y disminuyendo las emisiones derivadas de la construcción. Los buques, deberán ser diseñados para permitir un desguace simplificado, facilitando la accesibilidad y la localización de determinados materiales.

El aspecto económico puede ser el mayor incentivo para motivar a los accionistas de las grandes compañías marítimas para apostar por este sistema económico. Países como Noruega, Dinamarca y Suecia están empezando a estudiar seriamente su aplicación en un futuro próximo. *(CBC MARITIME, 2021)*

5. MARCO LEGAL ACTUAL DEL RECICLAJE DE BUQUES

5.1. Introducción

Actualmente, se puede decir que la industria del reciclaje de los buques está regulada y sustentada a nivel mundial por el Convenio de Basilea, un texto adoptado en 1989 y ratificado por la inmensa mayoría de los estados.

Sin embargo, y como se presentará a continuación, su falta de especificidad a causa de su terminología inexacta hace que sea fuertemente criticado por organizaciones no gubernamentales (ONGs), que identifican este texto como la excusa legal perfecta bajo la cual se protegen propietarios de buques y estados para desarrollar sus negocios con los máximos beneficios y el mínimo de consideración hacia los trabajadores y la protección del medio ambiente.

En respuesta a estas reclamaciones, la OMI adoptó el Convenio internacional de Hong Kong para el reciclaje seguro y ambientalmente racional de los buques, a través de una conferencia diplomática en 2009. Con este texto, diseñado específicamente para el final del ciclo de vida de los buques, se pretende evitar todo riesgo innecesario para la salud pública, la seguridad o el medio ambiente derivado de la industria del desguace de buques.

Como se explicará en el capítulo 9, este convenio todavía no ha entrado en vigor, 13 años después, aunque se espera que lo haga próximamente. Mientras tanto, la Unión Europea, a través de sus agencias y comisiones medioambientales, se adelantó a este hecho, no solamente incorporando el Convenio de Hong Kong a la legislación comunitaria en 2013, si no que dio un paso más allá, agregando un número limitado de requerimientos adicionales.

Por ello, aprovechando la casi igualdad de ambos textos, analizaré y expondré los contenidos legales destacados para ambos en el apartado 5.3., dedicando el capítulo 9 al análisis de los orígenes, los criterios de entrada en vigor y la crítica del Convenio de Hong Kong, entre otros.

5.2. Convenio de Basilea

5.2.1. Origen

El Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, conocido comúnmente como “Convenio de Basilea”, fue adoptado el 22 de marzo de 1989 tras varios años de negociación.

Su origen se debe a la reacción de la opinión pública ante el aumento del transporte de desechos desde países desarrollados hacia África para desprenderse de ellos sin ningún tipo de regulación ni control. Los países del Europa del Este se aprovechaban especialmente de esta situación vistos los bajos costes que suponían y el desconocimiento y la poca conciencia ecológica en ciertas partes del mundo. (Basel Convention, 2022)

La prensa mundial se fue haciendo eco de esta actividad y, a pesar de la presión de las multinacionales, varios artículos empezaban a indagar en esta industria. Una de las noticias que más alentó a la opinión pública fue la escrita por Keneth L. Whiting el 22 de noviembre de 1988. En este artículo publicado por la Associated Press (AP) estadounidense se describe la situación del buque Pelicano que transportaba ceniza tóxica procedente de Filadelfia, a bordo de él desde hace más de dos años. Tras haber sido rechazado por varios puertos alrededor del mundo, consiguió hacer la descarga en paradero desconocido, lo que supuso un antes y un después por las repercusiones. (Whiting, 1988)

Este hecho llevó al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente a considerar esta actividad como un tema prioritario, dando lugar al Convenio de Basilea tras largas negociaciones, alcanzando su entrada en vigor el 5 de mayo de 1992.

5.2.2. Estados partes

Actualmente, el Convenio de Basilea cuenta con 189 estados ratificadores, todos ellos con el texto integrado como parte de sus legislaciones. España es uno de los 53 países que lo firmaron originalmente en 1989, ratificándose en febrero de 1994 y entrando en vigor en mayo en mismo año. (Basel Convention, 2022)

Cabe destacar especialmente la ausencia de Estados Unidos, país que también fue uno de los impulsores de este texto. El senado americano dio el consentimiento para su

5.2.4. Desechos, desechos peligrosos y otros desechos

En los tres primeros artículos del convenio se presenta la definición de “desecho” como aquella que se considere en el ámbito nacional de aplicación. En el caso de España, según el Diccionario de la Lengua Española, un desecho es simplemente *residuo o basura*. (*Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014*)

Sin embargo, la definición de “desecho peligroso” viene claramente reflejada en el Anexo I del convenio. Aquí se presenta una lista de 45 desechos a controlar clasificados según la “corriente de desecho” y de sus “constituyentes”, todos ellos precedidos de la letra “Y”. Unos ejemplos de la primera categoría son los desechos resultantes del tratamiento de la superficie de metales y plásticos (Y17) o los desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos (Y6). La segunda categoría, según los constituyentes, se presenta en la tabla a continuación:

Y19	Metales carbonilos	Y33	Cianuro inorgánico
Y20	Berilio	Y34	Soluciones y ácidos solidos
Y21	Cromo hexavalente	Y35	Soluciones y bases solidas
Y22	Cobre	Y36	Asbestos (polvo y fibra)
Y23	Zinc	Y37	Fosforo
Y24	Arsénico	Y38	Cianuros orgánicos
Y25	Selenio	Y39	Fenoles
Y26	Cadmio	Y40	Éteres
Y27	Antimonio	Y41	Solventes orgánicos halogenados
Y28	Telurio	Y42	Disolventes orgánicos
Y29	Mercurio	Y43	Dibenzofuranos policlorados
Y30	Talio	Y44	Dibenzoparadioxinas policloradas
Y31	Plomo	Y45	Organohalogenados
Y32	Flúor		

Tabla 5.1.1. Clasificación de desechos peligrosos por constituyentes
según el Convenio de Basilea (*Basel Convention, 2019*)

En el Anexo III se presentan las características peligrosas que pueden poseer estos residuos según el sistema de numeración recomendado por las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas:

H1	Explosivos	H6.1	Tóxicos (venenos) agudos
H3	Líquidos inflamables	H6.2	Sustancias infecciosas
H4.1	Sólidos inflamables	H8	Corrosivos
H4.2	Sustancias susceptibles de combustión espontánea	H10	Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o con el agua
H4.3	Sustancias que en contacto con el agua emiten gases inflamables	H11	Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)
H5.1	Oxidantes	H12	Ecotóxicos
H5.2	Peróxidos orgánicos	H13	Sustancias que pueden dar origen a otra sustancia a posteriori

Tabla 5.1.2. Lista de características peligrosas según el Convenio de Basilea (*Basel Convention, 2019*)

Si un desecho peligroso no posee ninguna de las características presentadas anteriormente, entonces se puede considerar simplemente como “desecho” y viceversa.

En el Anexo II se describen 3 grupos de residuos denominados como “otros desechos” a efectos del convenio, aunque también se conocen como “desechos que requieren una consideración especial”. Estos incluyen: desechos recogidos de los hogares (Y46), residuos resultantes de la incineración de desechos de los hogares (Y47) y desechos plásticos salvo ciertas excepciones (Y48).

Para finalizar con este apartado, señalar que también se consideraran “desechos peligrosos” todos aquellos que así se consideren en la legislación propia de cada estado.

5.2.5. ¿Es un buque un desecho?

Tras lo expuesto en el subapartado anterior, la pregunta que uno se hace en relación con este trabajo es: ¿podemos considerar un barco como un desecho? La respuesta sencilla es: depende de la parte del mundo en el que nos encontramos.

Es evidente que un buque a la hora de ser desguazado contiene sustancias que aparecen en la lista del Anexo I o que poseen características acordes al Anexo III. Sin embargo, definir un buque en su totalidad como “desecho” o “desecho peligroso” es un tema que lleva a disputas constantes a nivel mundial a causa de la ambigüedad del concepto.

Uno puede alegar, por ejemplo, que un buque no puede ser considerado desecho ya que hasta el momento en el que es llevado a la costa, sigue en plenas condiciones de navegabilidad. Sin embargo, varias ONGs ecologistas como Greenpeace y otras especializadas en el sector urgen a todos los gobiernos a considerar al buque en su totalidad como desecho móvil desde el momento en el que se pretende su desguace, prohibiendo así que se dirija a otro país ya que se incumpliría el Convenio de Basilea.

Esta confusión es vista como una oportunidad por parte de un sector de la industria del transporte marítimo, ya que les proporciona una amplia flexibilidad para buscar el precio de desguace más competitivo. En muchas ocasiones hacen uso de intermediarios conocidos como “cash buyers” para no manchar la reputación de sus empresas.

Otra problemática común es la interpretación de la palabra desecho a ambos lados de la negociación. Por ejemplo, en Dinamarca un barco puede ser considerados desechos al final de su vida útil, pero no en India y viceversa.

Un caso notorio de aplicación del Convenio de Basilea a un buque es el conocido como “BELA v. Bangladés”. En él, la Asociación Medioambiental de Abogados de Bangladés (BELA) ganó un juicio en el tribunal supremo bengalés frente al departamento de transporte marítimo del país. La disputa se debía a la interpretación de un buque como “desecho peligroso” o no. El director del departamento afirmó que el buque contenía sustancias del Anexo I con características del Anexo III, pero resaltaba que formaban parte del buque como una única unidad estructural y que en ningún momento podrían ser perjudiciales ni para la tripulación, ni para la carga. Sin embargo, el juez rechazó este argumento, señalando que dichas sustancias, una vez comenzado el desguace en la

costa, suponen un peligro para los trabajadores que, en su gran mayoría, no disponen de los equipos de protección individual (EPI) necesarios. *(Ahmed, 2020)*

En cuanto a los países de la Unión Europea y como se explicará en la legislación en el próximo apartado, desde el 31 de diciembre de 2018 los buques en la fase final de sus ciclos de vida dejan de ser considerados “desechos” para reducir ambigüedades y se les aplica su propia legislación específica.

5.2.6. Obligaciones generales

Todos los estados partes del convenio deben:

- Prohibir la exportación de desechos peligrosos a los países que hayan prohibido su importación, a menos que éstos hayan dado su consentimiento de manera oficial por escrito.
- Reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos.
- Establecer instalaciones adecuadas de eliminación de desechos peligrosos.
- Velar por la seguridad de las personas que participen en su manejo.
- Velar por los movimientos transfronterizos de dichos residuos.
- Impedir su explotación, especialmente en los países en vía de desarrollado que hayan prohibido toda importación de residuos.
- Cooperar con las demás partes y organizaciones interesadas.
- Adoptar medidas jurídicas y administrativas para que se cumplan las disposiciones del convenio.
- Prohibir la exportación de desechos peligrosos para su eliminación en latitudes inferiores a los 60° de latitud sur, sean o no movimientos transfronterizos.
- Asegurar el correcto etiquetado, embalaje y transporte de los desechos peligrosos en caso de movimiento, además de acompañarlos, desde el momento de salida, con la documentación pertinente.

Se considerará tráfico ilícito todo movimiento transfronterizo que vaya sin notificar a todos los estados interesados, sin el consentimiento del estado receptor o con un consentimiento falsificado. Si se da el caso, dicho desecho deberá ser devuelto de inmediato al lugar de procedencia.

En el caso en el que se suscite una controversia y, siguiendo el Artículo 20 del convenio, las partes deberán procurar alcanzar un acuerdo a través de la negociación. Si no se alcanza un resultado, se podrá hacer recurso a la Corte Internacional de Justicia u otro tipo de arbitrajes siempre y cuando todos los implicados en el caso estén de acuerdo. Si no es el caso, las negociaciones podrán proseguir hasta alcanzar un pacto.

Además, junto al Convenio de Basilea existe el Protocolo de Basilea sobre responsabilidad e indemnización por daños resultantes de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, cuyo objetivo es establecer un régimen global que se aplique desde la salida de dicho residuo.

5.2.7. Enmienda BAN

La enmienda BAN del Convenio de Basilea fue acordada por los estados partes con el fin de impedirles a los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), de la UE y Liechtenstein a que puedan exportar desechos peligrosos a países en vía de desarrollo o en transición económica.

Esta enmienda fue propuesta en 1995 y se decidió que sería ratificada como parte del Convenio de Basilea cuando $\frac{3}{4}$ de los estados miembros voten a favor. Este número se alcanzó recientemente, entrando en vigor el 5 de diciembre de 2019 y siendo impuesta o todos los estados partes en el nuevo Artículo 4a del convenio. Es importante destacar que los países de la UE ya llevaban tiempo aplicando esta enmienda al haber sido integrada a la legislación europea con anterioridad.

5.2.8. Crítica al Convenio de Basilea en su aplicación al reciclaje de buques

Como se ha podido apreciar en lo expuesto anteriormente, el Convenio de Basilea es un texto destinado a todo tipo de objetos y sustancias que contengan o que se consideren en si desechos peligrosos. Pero, a decir verdad, abarca tanta superficie que da lugar a un gran desajuste impidiendo su aplicación eficaz, en este caso, a los buques que alcanzan el final de su vida útil.

En las distintas reuniones y conferencias a las que asisten los estados partes, se insiste a todos los gobiernos, presionados por varias ONGs, a considerar los barcos como desechos peligrosos móviles y limitar su desplazamiento transfronterizo. Pero, a decir verdad, tanto el convenio original como la adición del Artículo 4a mediante la enmienda

BAN no impide que una gran mayoría de buques escapen la legalidad. En el 2003 el PNUMA incluso publicó la Guía Técnica para la Gestión Ecológicamente Responsable del Desguace Pleno o Parcial de Buques sin mucho éxito, tras la insistencia de varios gobiernos por la falta de especificidad del texto. Aspectos de esta guía son expuestos en el capítulo 8.

Para poner un ejemplo de la realidad, un barco de propietario alemán puede ser vendido para ser desguazado en la India. Sin embargo, la decisión de convertir el buque en desecho se toma mientras está atracado en Singapur. En este caso, es este país el que se convierte en el exportador del residuo y no Alemania. Por ello, es ahora Singapur el responsable de aplicar el convenio, todo ello sin haber sido notificadas las autoridades de que el próximo destino del buque es una playa de Alang, en el noroeste de la India, para su desguace en condiciones precarias.

A pesar de todas estas vacíos legales y la falta de control, el Convenio de Basilea se mantiene como el principal texto que rige y pone cierto orden al desguace y reciclaje de los buques a nivel mundial. Muchos expertos también señalan que a pesar de que el Convenio de Hong Kong está en vía para entrar en vigor en los próximos años, muchos gobiernos seguirán dando prioridad al Convenio de Basilea por la ventaja que ofrece su ambigüedad, especialmente en los países del Sur de Asia.

5.3. Reglamento europeo

5.3.1. Origen

Como se presentó en el subapartado 5.1.7., los países de la UE aplicaron la “enmienda BAN” del Convenio de Basilea mucho antes de su entrada en vigor en 2019. Concretamente, este impedimento de trasladar desechos a países en vía de desarrollo fue introducido en el Reglamento 1013/2006 relativo a los traslados de residuos, texto que prohibía implícitamente llevar un buque para su reciclaje a países del Sur de Asia, siempre y cuando su puerto de origen pertenezca a un país miembro de la UE.

Sin embargo, la identificación de un buque como un desecho móvil seguía dando lugar a confusión, provocando litigios constantes entre propietarios y gobiernos. Además, la

falta de precisión de la ley seguía siendo fuertemente criticadas por las ONGs que exigían una normativa específica para el reciclado de buques.

A principios del 2012, la Comisión Europea reconoció de manera pública la falta de eficacia del Reglamento 1013/2006 a lo hora de ser aplicado a barcos y comenzó a desarrollar una legislación exclusivamente destinada al reciclaje de buques con banderas de países miembro de la UE.

Siguiendo el sistema político y legislativo de la Union, la Comisión Europea publicó la Propuesta de Ley, acompañada de un Memorando Explicativo citando que *la Regulación propuesta supone una pronta implementación de los requerimientos del Convenio de Hong Kong, acelerando su entrada en vigor de manera global.* (Mikelis, 2018)

Este primer borrador pasó entonces a la mesa de negociación entre los diferentes Grupos de Trabajo del Consejo y el Comité Medioambiental del Parlamento Europeo. El tema más delicado y que más retardó el proceso fue la prohibición de la varada de los buques en las costas, acción que, por cierto, es contempla en el Convenio de Hong Kong como perfectamente legal al no tener mención expresa.

Finalmente, y con el objetivo de apaciguar las protestas del Grupo de Los Verdes del Parlamento Europeo, se decidió no solamente mantener todos los mecanismos del Convenio de Hong Kong, sino que se añadió la obligatoriedad de que todas las instalaciones de reciclaje deban *operar desde estructuras construidas* (Artículo 13.1 (c)). (UE, 2013)

Aunque la interpretación de lo que es una “instalación con estructuras construidas” es ambigua, gracias a esta frase se alcanzó un acuerdo el 27 de junio del 2013, publicándose el texto en el Diario Oficial de la Unión Europea el 30 de diciembre de 2013 como Reglamento (UE) N° 1257/2013 relativo al reciclado de buques, conocido coloquialmente como “Reglamento 1257/2013” o Ship Recycling Regulation (SRR) en inglés.

5.3.2. Objetivo

Al igual que el Convenio de Basilea, el SRR fue ideado con la finalidad de proteger la salud de los seres humanos y del medio ambiente, solo que en esta ocasión lo especifica a sector del reciclaje de buques. Para ello, se pretende impedir accidentes, lesiones y otro tipo de efectos adversos que puedan derivarse de esta industria, respetando el medio marino en particular y prestando especial atención a los residuos peligrosos de los buques, gestionándolos de manera racional.

A su vez, otro objetivo fundamental de este reglamento es facilitar la ratificación del Convenio de Hong Kong a nivel mundial, mostrando que su aplicación no solo es posible, si no que se puede ir más allá con el fin de obtener una actividad segura, eficaz y ecológica.

5.3.3. Aplicación precisa

Las ambigüedades y las confusiones sobre si un buque es o no un desecho desaparecen por completo ya que el reglamento fue diseñado específicamente para barcos que alcanzan el final de sus vidas útiles, a la vez que enarbolan pabellón de un Estado miembro.

Así, el Artículo 3.1 (1) define “buque” como *toda nave, del tipo que sea, que opere o haya operado en el medio marino, incluidos los sumergibles, los artefactos flotantes, las plataformas flotantes (...)*.

Las únicas excepciones como indica el Artículo 2.2. son:

- Buques de guerra
- Buques que solo hayan desarrollado su actividad en aguas territoriales del pabellón que enarbolan
- Buques de arque inferior a 500 GT

En el caso de estos últimos, ciertos gobiernos como el francés poseen legislación específica para embarcaciones de recreo hasta cierto límite de eslora, obligando a los astilleros que las construyen a hacerse cargo de ellas una vez finalizado su ciclo de vida útil. (Secrétaire d'Etat chargé de la Mer, 2021)

5.3.4. Materiales peligrosos

El texto define “material peligroso” como *todo material o sustancia que pueda ocasionar riesgos para la salud humana o el medio ambiente*. La presencia de estas sustancias a bordo de los buques constituye la mayor amenaza contra los objetivos de este reglamento, cuestión que se trata de atajar a través de una serie de medidas.

La primera de ellas consiste en prohibir la nueva instalación de ciertas materias a bordo de los buques. Éstas aparecen en el Anexo I de SRR y son:

- Materiales que contengan amianto
- Materiales que contengan sustancias destructoras de ozono, definidas en el Protocolo de Montreal de 1987
- Materiales que contengan policlorobifenilos (PCBs)
- Materiales que contengan ácido perfluorooctano-sulfónico (PFOS) y derivados
- Sistemas antiincrustantes que contengan compuestos organoestánicos, en concordancia con el “Convenio AFS” (Convenio internacional sobre control de los sistemas antiincrustantes perjudiciales en los buques, 2001)

La segunda medida, presentada en el Artículo 5 del reglamento, establece la obligación de llevar a bordo del buque un inventario que identifique los materiales peligrosos, conocido también como Inventory of Hazardous Materials (IHM). En el Anexo II de este Reglamento 1257/2013 se reflejan los materiales que deben hacerse constar, además de las materias presentadas anteriormente del Anexo I. Estos son:

Cadmio y compuestos de cadmio	Polibromodifenileteres PBDE
Cromo hexavalente y compuestos de cromo hexavalente	Naftalenos policlorados (más de tres átomos de cloro)
Plomo y compuestos de plomo	Sustancias radiactivas
Mercurio y compuestos de mercurio	Determinadas parafinas cloradas de cadena corta
Polibromobifenilos (PBB)	Material ignífugo bromado (HBCDD)

Tabla 5.2.1. Elementos a consignar en el IHM además de las materias del Anexo I ([UE, 2013](#))

El inventario de materiales peligrosos de un buque que vaya a ser reciclado, según el Artículo 5.5., deberá constar de tres partes:

- Parte 1: una lista de los materiales peligrosos contemplados en los Anexos I y II del reglamento, presentes en la estructura o en los equipos del buque, con la indicación de su ubicación y cantidades aproximadas. **(VER ANEXO I)**
- Parte 2: una lista de los residuos generados por las operaciones, que estén presentes a bordo del buque.
- Parte 3: una lista de las provisiones que estén el buque.

Además, el inventario deberá ser específico para cada buque y serán verificados todos los datos por la administración competente del Estado miembro cuyo pabellón se enarbole o por una organización reconocida. Sin un inventario real y actualizado adecuadamente, las instalaciones de reciclado pueden rechazar el buque.

5.3.5. Obligaciones “prereciclado”

Una vez que se ha tomado la decisión de finalizar la vida útil de un buque y presentarlo para su reciclaje, el propietario del mismo deberá cumplir una serie de obligaciones expuestas en el Artículo 6 entre las que destacan:

- Obtener el certificado de buque listo para reciclado por la autoridad competente
- Elegir una instalación de reciclado que figure en la lista europea
- Notificar a la administración competente
- Reducir al mínimo la cantidad de residuos de la carga, el fuel remanente y otros residuos que permanezcan a bordo
- Proporcionar a la instalación de reciclado toda la información necesaria para elaborar el plan de reciclado

Además, en el caso de los buques tanque, el propietario deberá garantizar la llegada del buque a la instalación de reciclado con los tanques de carga y las cámaras de bombas en un estado listo para la obtención del correspondiente certificado de espacio seguro para trabajar (Artículo 6.3.).

5.3.6. Plan de reciclado

El SRR, basándose en la Resolución MEPC.196(62) del Convenio de Hong Kong en su totalidad, contempla dos tipos de planes de reciclaje, ambos basados en las Directrices de la OMI sobre Reciclaje de Buques. Así, las instalaciones de reciclaje deben elaborar un plan general y otro específico para cada buque. Ambos textos deberán ser validados por las autoridades competentes.

En el primero de ellos, denominado formalmente como “plan de instalación de reciclado de buques”, se describen los procesos y procedimientos de la instalación, las medidas de seguridad y formación de trabajadores, las medidas de protección de la salud humana y del medio ambiente, las funciones y responsabilidades del personal, los planes de emergencia y los sistemas de supervisión, información y registro.

El plan específico en cambio, es exclusivo para cada buque que haya sido encomendado para su reciclaje en una determinada instalación. En ocasiones, ciertas fases del desguace requieren llevarse a cabo en sitios distintos a las propias instalaciones. Este hecho deberá ser reflejado en este apartado. *(Martín-Peña, 2020)*

5.3.7. Instalaciones de reciclado de buques

El Reglamento 1257/2013 contempla una serie de requisitos que, con carácter general, deben cumplirse para que las instalaciones de reciclado sean incluidas en la lista europea. Estas vienen contempladas en el Artículo 13 de esta ley y se basan en su casi totalidad en la Resolución MEPC.211(63) del Convenio de Hong Kong. La única diferencia es que el SRR, como se ha explicado con anterioridad, exige que las instalaciones operen desde “estructuras construidas” para intentar evitar la varada directa del buque en la costa.

Entre los requisitos y obligaciones de estas instalaciones destacaría:

- Artículo 13.1. (g-i). Confinamiento de todos los materiales peligrosos presentes a bordo a fin de prevenir toda liberación al medio.
- Artículo 13.1. (g-i). Manipulación de materiales peligrosos y residuos generados únicamente sobre suelos impermeables con sistemas de drenaje efectivos.

- Artículo 13.1. (g-ii). Documentación de todos los residuos generados por la actividad de reciclado.
- Artículo 13.1. (g-ii). Transferencia de los materiales únicamente a instalaciones de gestión de residuos, incluidas las instalaciones de reciclado autorizadas para el tratamiento y la eliminación de materiales de manera respetuosa al medio ambiente.
- Artículo 13.1. (i). Formación de los trabajadores, garantizando el uso de EPIs en las operaciones que lo requieran por seguridad.
- Artículo 13.1. (j). Elaboración de registros de sucesos, accidentes, enfermedades profesionales y efectos crónicos, entregándose, en caso de solicitud, a las autoridades competentes.
- Artículo 13.2. (c). Remisión de una declaración de conclusión por parte del responsable de la instalación a la autoridad competente en un máximo de 14 días siguientes a la finalización del reciclado. Esto se hará utilizando un modelo similar al presentado en el Apéndice 7 del Convenio de Hong Kong. **(VER ANEXO II)**

5.3.8. Lista europea de instalaciones de reciclado

Las instalaciones de reciclado de buques, una vez aprobadas por la Comisión como aptas para el reciclaje de buques según el SRR, pasarán a formar parte de la conocida como “lista europea de instalaciones de reciclado”. Actualmente cuenta 46 instalaciones autorizadas, con 2 españolas y 11 en países fuera de la UE (Reino Unido, Turquía y Estados Unidos).

Estos últimos se deben al Artículo 15 del reglamento que prevé que las instalaciones de países terceros que alcancen un nivel de exigencia equivalente a los de la UE puedan postular a su adhesión a la lista, previa revisión de verificadores independientes y de la Comisión.

Los Estados miembro que cuentan con instalaciones de reciclado a partir de la 9ª actualización son: Noruega (8), Dinamarca (6), Países Bajos (5), Francia (4), Lituania (4), España (2), Bélgica (1), Estonia (1), Italia (1), Letonia (1), Finlandia (1) e Irlanda (1). A continuación, aparecen señalados en un mapa:

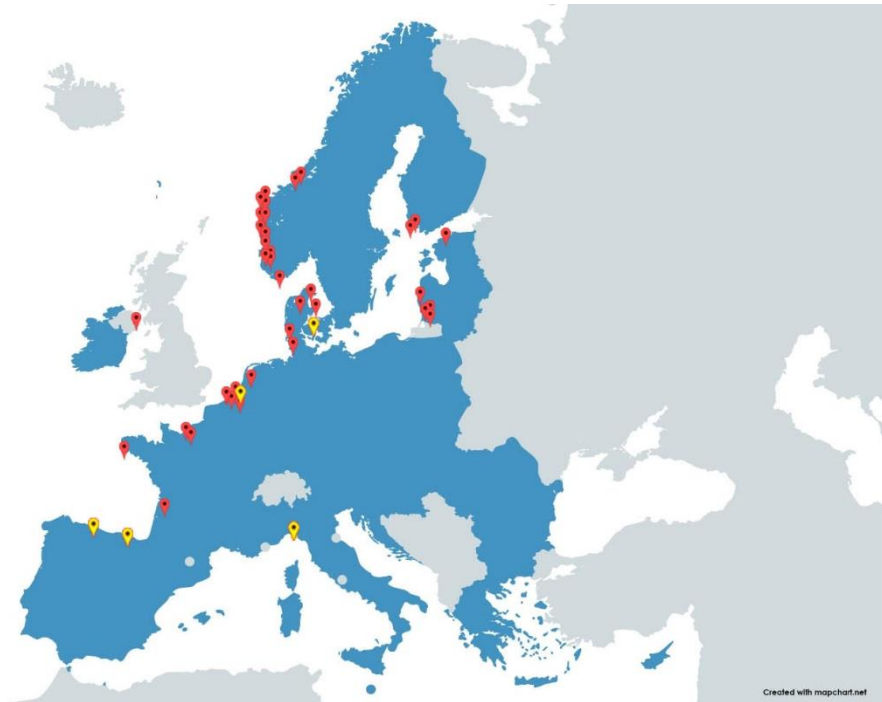


Figura 5.2.1. Mapa señalando las instalaciones europeas de reciclado de los estados miembro

A continuación, se presentan tres instalaciones europeas destacadas:

- FAYARDS A/S

- Localización: Munkebo, Dinamarca
- Método de reciclado: Dique seco
- Dimensiones máximas de buque: 415 m de eslora, 90 m de manga y 7,8 m de calado
- Autorización a renovar antes del: 7 de noviembre de 2023



Figura 5.2.2. Imagen aérea de las instalaciones de FAYARD A/S *(DSM, 2020)*

- San Giorgio el Porto S.p.A

- Localización: Génova, Italia
- Método de reciclado: Atraque en muelle y dique seco
- Dimensiones máximas de buque: 350 m de eslora, 75m de manga y 16m de calado
- Tonelada de arqueo bruto máximas: 130 000
- Autorización a renovar antes del: 6 de junio de 2023

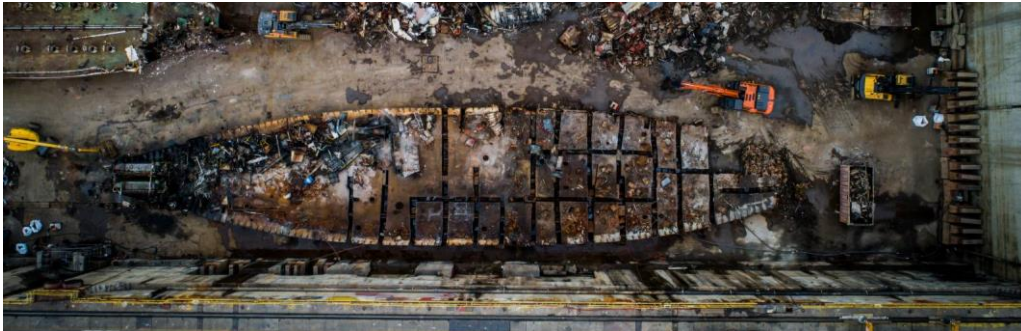


Figura 5.2.3. Buque en fase final de desguace en un dique seco de las instalaciones de San Giorgio el Porto S.p.A.(SAN GIORGIO DEL PORTO, 2022)

- Damen Verolme Rotterdam B.V.

- Localización: Rotterdam, Países Bajos
- Método de reciclado: Dique seco
- Dimensiones máximas de buque: 400 m de eslora, 90 m de manga y 12 m de calado
- Autorización a renovar antes del: 21 de mayo de 2026



Figura 5.2.4. Buque siendo desguazado en las instalaciones de Damen Verolme Rotterdam B.V. (DAMEN, 2022)

A continuación, se presentan las dos instalaciones españolas de reciclado de buques:

- DESGUACE INDUSTRIAL Y NAVAL, S.L.U. (DINA)
 - Localización: Barakaldo, España
 - Método de reciclado: Atraque en muelle, rampa de desarme
 - Dimensiones máximas de buque: 120 m de eslora, 20 m de manga y 6 m de calado
 - Autorización a renovar antes del: 3 de marzo del 2026

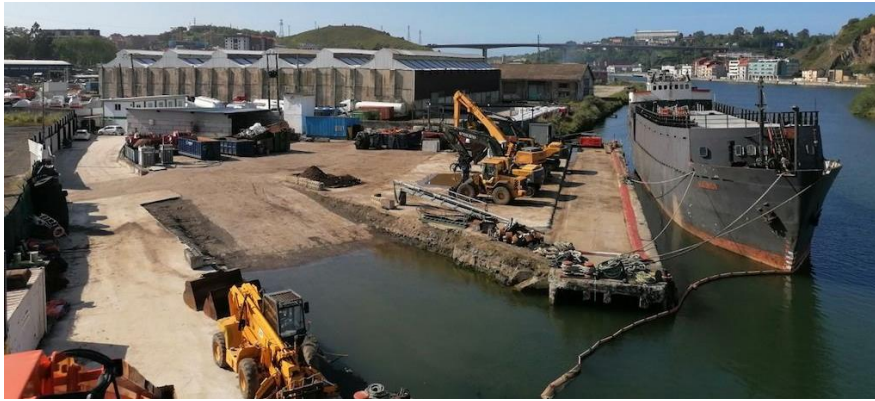


Figura 5.2.5. Panorámica de las instalaciones DINA [\(LORENZO, 2021\)](#)

- DDR VESSELS XXI, SL.
 - Localización: Gijón, España
 - Método de reciclado: Atraque en muelle, rampa de desarme
 - Dimensiones máximas de buque: 169,9 m de eslora y 25 m de manga
 - Autorización a renovar antes del: 28 de julio de 2025



Figura 5.2.6. Panorámica de las instalaciones de DDR VESSELS XXI, SL [\(LORENZO, 2022\)](#)

5.3.9. Crítica al reglamento

A día de hoy, afirmar que la UE y sus Estados miembro lideran el mundo en la industria del reciclaje responsable de buques es una realidad. La adhesión a la legislación europea de una versión ligeramente mejorada de los artículos, apéndices y resoluciones del Convenio de Hong Kong debe servir como inspiración y ejemplo para que otros países del mundo se comprometan a un desguace seguro para el ser humano, protegiendo al medioambiente a lo largo del proceso.

Uno también se puede preguntar si las instalaciones de reciclado de la lista europea son suficientes para hacerse cargo de todos los buques con bandera de Estados miembro. La respuesta según la ONG más especializada en la industria, “Shipbreaking Platform”, es un sí tajante. Esta afirmación es todavía más creíble cuando se tiene en cuenta que esta afirmación fue hecha en septiembre de 2018 cuando solo había 20 instalaciones que constituían la lista. *(NGO Shipbreaking Platform y Transport & Environment, 2018)*

Hoy en día, con las 36 instalaciones en la propia UE y las 11 de países terceros, los medios son más que suficientes para que se desarrolle esta actividad en condiciones óptimas. Hay que destacar especialmente la adición de empresas turcas, conocidas por poder acoger buques con gran arqueo bruto.

A esto hay que sumarle las otras instalaciones en la UE que no forman parte de la lista por no cumplir alguno de los requisitos. Es el caso, por ejemplo, de Desguaces navales e industriales Ángel Pérez SL en la ciudad gallega de Marín, que he tenido la posibilidad de conocer durante mis Practicas Académicas. **(VER ANEXO III)**

Con todo lo expuesto anteriormente, ahora las cartas están en manos de los propietarios de los buques, que pueden seguir los procesos legales y éticos establecidos o desviarse hacia soluciones más rentables económicamente, pero de gran impacto humano y medioambiental, aprovechando vacíos legales como el presentado en el próximo capítulo.

6. PROBLEMÁTICA DE LAS BANDERAS DE CONVENIENCIA

6.1. ¿Qué son las banderas de conveniencia?

Desde el tiempo de los romanos, los buques mercantes variaban las banderas que enarbolaban para evitar conflictos y prohibiciones comerciales. *(NGO Shipbreaking Platform, 2015)*

Hoy en día, todo buque mercante debe estar registrado bajo el pabellón de un estado sobre el que recaen responsabilidades. Esto incluye inspecciones, comprobaciones de navegabilidad, seguridad y certificaciones de buque y tripulación, protección del medio ambiente... Todas estos derechos y obligaciones son impuestos y controlados por el estado de bandera de un barco, siendo un factor básico para implementar y aplicar la legislación y los estándares internacionales.

Desde principios del siglo XX, propietarios estadounidenses empezaron a abanderar sus buques en Honduras y Panamá para evitar ciertas leyes recién instauradas, como las que mejoraban el sueldo y las condiciones de los marinos. Pero habría que esperar a los años 50 para ver la explosión de este fenómeno a nivel mundial.

En 1958, el Convenio de Ginebra sobre la Alta Mar exigía la existencia de una “relación genuina” entre el propietario y la bandera de su buque. Cuando esto no ocurre, se denomina hoy en día como bandera de conveniencia o Flag of Convenience en inglés (FOC). *(NGO Shipbreaking Platform, 2015)*

Algunas de las características comunes de estas FOC son:

- Accesibilidad a no residentes
- Transferencia de registro ilimitada
- Bajos impuestos
- Incapacidad de implementación adecuada de convenios y legislación

A continuación, se presentan dos gráficas que muestran la situación actual de propietarios de buques y banderas de registro de la flota mundial en DWT:

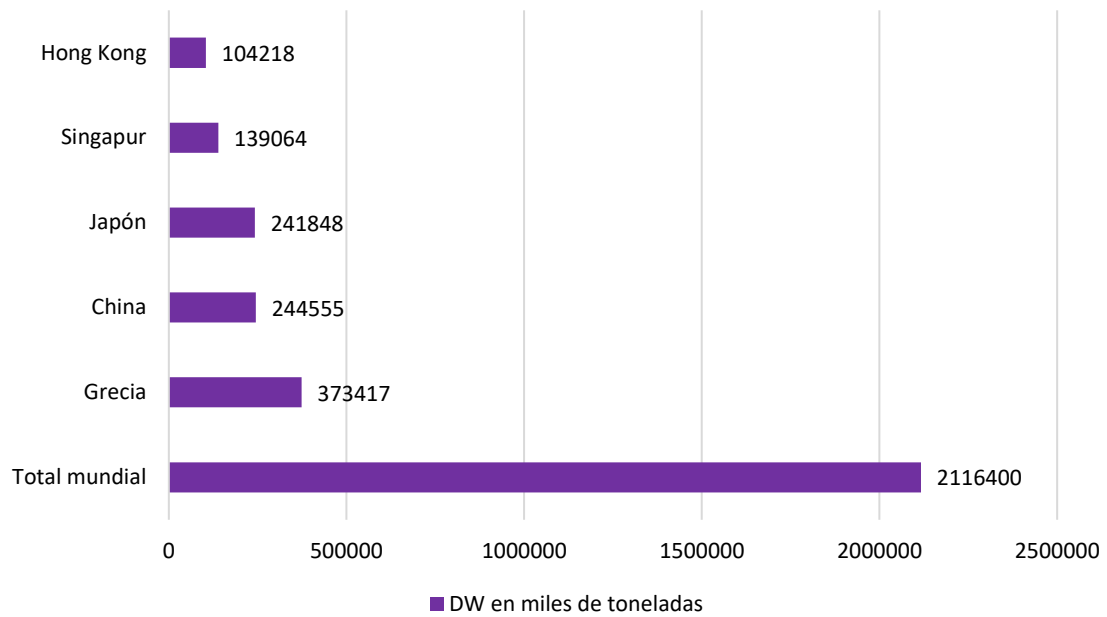


Figura 6.1.1. Nacionalidades más comunes de los propietarios de la flota mundial en DWT

(UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021)

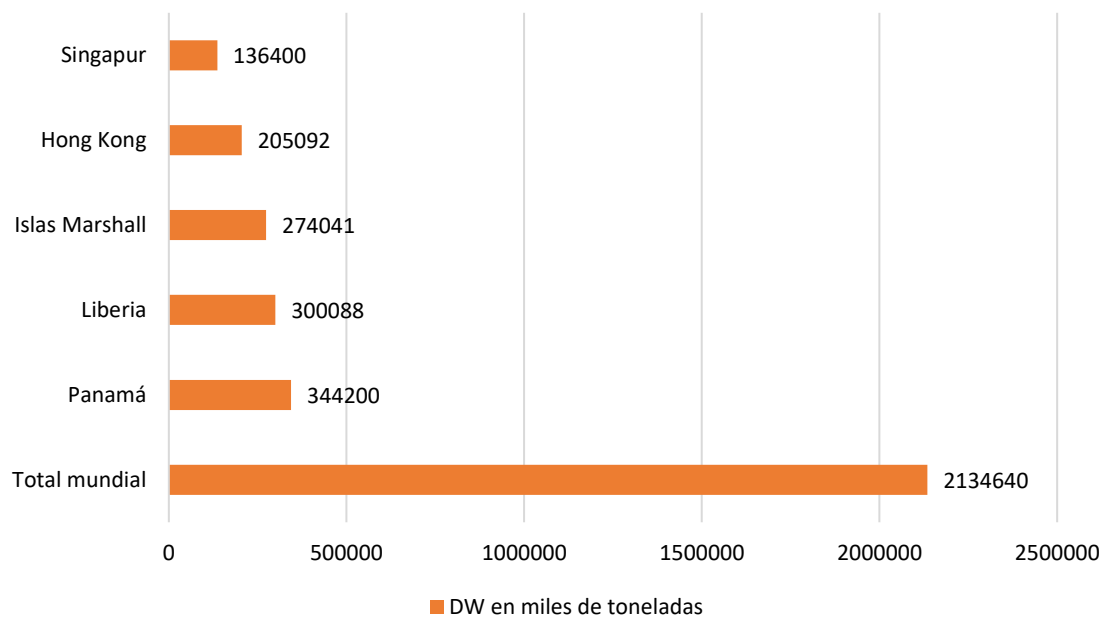


Figura 6.1.2. Banderas de registro más comunes de la flota mundial en DWT

(UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021)

6.2. Banderas de conveniencia en el final del ciclo de vida de los buques

Las banderas de conveniencia son conocidas en el mundo del transporte marítimo por proporcionar gran flexibilidad en la aplicación de convenios y leyes durante la fase activa del buque debido a la falta de control y permitir grandes ahorros tributarios. Sin embargo, sus ventajas, aunque ilícitas y oportunistas en su mayoría, también se aplican para que el final de vida y desguace de los buques se desarrolle en las costas de países como Bangladés, Pakistán o la India.

El Memorando de Entendimiento sobre Control por el Estado Rector de Puerto, conocido habitualmente como Memorando de París o “Paris MoU”, es un acuerdo adoptado en 1982 con 27 estados participantes cuyo objetivo es la aplicación de los estándares internacionales a todo buque que atraque en sus puertos. Es visto por la industria como la mayor amenaza contra las FOC. *(Paris MoU, 2022)*

Esta agrupación identifica las tres banderas de conveniencia a las que más se recurre para el desguace de los buques: San Cristóbal y Nieves, Comoras y Tuvalu.



Figura 6.2.1 De izquierda a derecha, banderas de San Cristóbal y Nieves, Comoras y Tuvalu. *(Wikipedia, 2022)*

A diferencia de otras como Panamá, Liberia o Islas Marshall, estas tres banderas señaladas por el Memorando de París no se suelen utilizar para registrar buques durante su fase de actividad, representando cada una menos de un 0,5% de la flota mundial. Sin embargo, en cuanto a los buques que se dirigen a su “último viaje” hacia las costas del Sur de Asia, este número asciende a entre el 4% y el 10% de la flota mundial por bandera. *(NGO Shipbreaking Platform, 2015)*

La ONG Shipbreaking Platform ofrecía los siguientes datos correspondientes al 2014:

- De los 272 buques registrados en San Cristóbal y Nieves, 69 fueron desguazados (25%)
- De los 153 buques registrados en Comoras, 43 fueron desguazados (28%)
- De los 168 buques registrados en Tuvalu, 24 fueron desguazados (14%)

Estos tres países compiten entre ellos para ver quién ofrece los “paquetes de último viaje” más baratos, sin ni siquiera la necesidad de crear una empresa fantasma. Además, el proceso de registro del buque se realiza en tiempos récords y a un coste muy inferiores al que ofrecen otros estados. Para hacerse una idea, un registro normal ronda los 0,60 USD por GT, mientras que en San Cristóbal y Nieves cuesta 0,15 USD por GT.

La mayoría de estas banderas de conveniencia pueden ser obtenidas a través de agencias privadas, las cuales suelen tener oficinas en zonas estratégicamente seleccionadas alrededor del mundo, como Singapur o Hong Kong. *(NGO Shipbreaking Platform, 2015)*

Desgraciadamente, y a pesar de toda la legislación existente y por existir, hasta que no se desarrolle un sistema de control a nivel internacional dirigido especialmente a las FOC, ningún convenio o texto podrá poner freno a este fenómeno. Las empresas dedicadas exclusivamente a la compraventa de buques para su desguace, denominadas comúnmente como “cash buyers”, conocen todos los vacíos legales para frenar cualquier intento de disuasión de los países de origen de los propietarios para llevar los buques a ser varados y desguazados en las costas del Sur de Asia.

Países como Panamá o las Islas Marshall utilizan su peso en la OMI para evitar la implantación de fuertes repercusiones sobre los propietarios que deciden hacer uso de estas prácticas y así mantener sus beneficios.

Mientras tanto, la Unión Europea sigue persiguiendo la implantación de incentivos financieros para que más propietarios se decidan por usar instalaciones de reciclaje adecuadas, a través de métodos limpios y respetuosos hacia el medioambiente. *(NGO SHIPBREAKING PLATFORM, 2022)*

6.3. Proceso habitual de compraventa de buques para desguace

El proceso habitual de compraventa de un buque para su desguace se describe en las siguientes etapas:

1. El propietario realiza una tasación aproximada del buque según su LDT
2. El propietario contacta con un bróker especializado en el sector
3. El bróker contacta con diferentes “cash buyers” o empresas dedicadas a compraventa de buques para desguace
4. Se alcanza un acuerdo conocido como Memorandum of Agreement (MOA) del cual el bróker percibe el 1%. Es importante señalar que en ningún momento el bróker se hace con la posesión del buque
5. La transacción se realiza en efectivo, transfiriendo la posesión al “cash buyer” tras la ejecución del Protocolo de Entrega y Aceptación o “Protocol of Delivery and Acceptance” (PoDA) en inglés
6. Generalmente, la entrega se realiza en la playa en la que será desguazado el buque, aunque también se puede realizar en un puerto elegido por el “cash buyer”
7. El propietario original retira el buque del registro del estado que enarbolaba y demuestra al cash buyer que no tiene deudas pendientes relativas al mismo
8. El “cash buyer” registra el buque bajo la FOC de su elección
9. Comienza el proceso de desguace *(Mikelis, 2018)*



Figura 6.2.2. Primer contacto de los trabajadores con un buque recién varado en Alang, India *(gCaptain, 2015)*

7. SITUACIÓN ACTUAL EN EL SUR DE ASIA

7.1. Introducción

Hasta mediados del siglo XX, la gran mayoría de los buques eran desguazados en puertos de países desarrollados como Inglaterra o Estados Unidos. Las condiciones laborales eran decentes y se tenía presente en todo momento la protección del medioambiente en mayor o menor medida.

En los años 70, la actividad del reciclaje de buques se trasladó a Taiwán y Corea de Sur, dos naciones en pleno desarrollo industrial con una alta demanda de acero reciclado. Sin embargo, a medida que los controles y los salario aumentaban, el sector se relocalizó en el Sur de Asia, caracterizado por la falta de aplicación de los estándares de seguridad y protección medioambiental, además de un trato vejatorio de los trabajadores. *(ILPI, 2016)*

Bangladés, India y Pakistán son los líderes indiscutibles de este sector, muy por delante de Turquía y China. A continuación, se presenta una gráfica que refleja los países en los que se han desguazado los buques de la flota mundial en 2020 por GT:

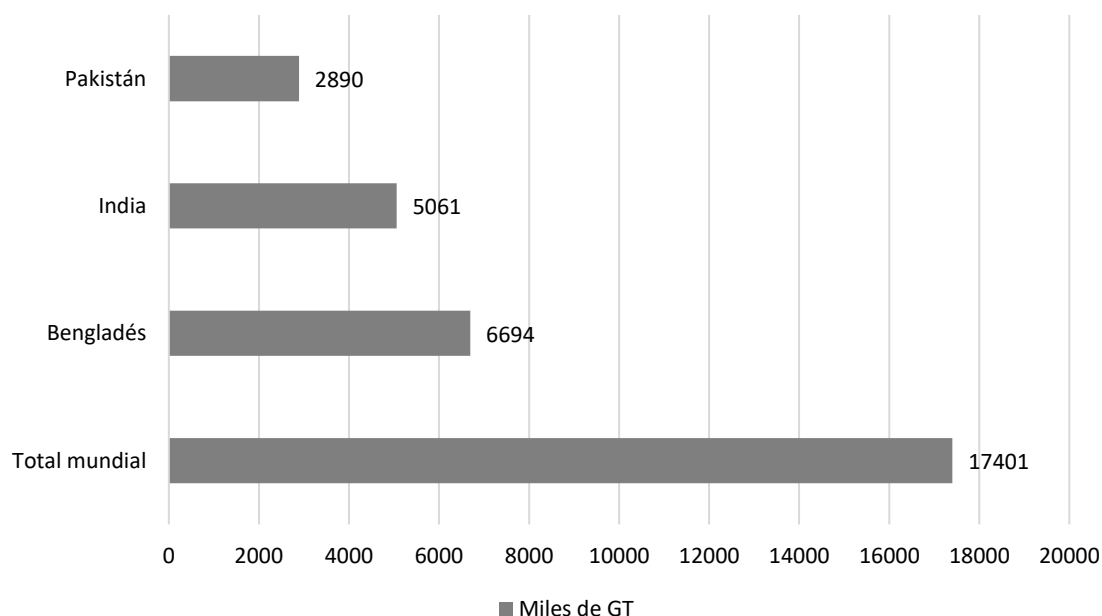


Figura 7.1.1. Lugar de desguace de los buques de la flota mundial según GT en 2020 *(UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021)*

En los siguientes apartados se describe brevemente la situación en estos tres países con datos e imágenes:

7.2. Bangladés

Bangladés es el líder actual en la industria del reciclaje de buques con el 40% de la flota mundial desguazada en sus costas. En el noroeste de la ciudad de Chittagong se encuentra la costa de Sitakunda, lugar donde empezó la varada de buques a principio de los 80.

Se estima que aproximadamente 40000 personas trabajan en esta zona, la mayoría de ellos procedentes del noroeste de Bangladés, con un salario diario medio de 160 takas (BDT), lo equivalente a 1,47 euros. La jornada laboral es de entre 10 y 12 horas y los trabajadores, excepto una minoría, no poseen contrato alguno. *(Industrial Union, 2013)*

La media de vida de un trabajador en Sitakunda es de 40 años, mientras que la media nacional es de 60. La falta de medidas de seguridad adecuadas son la principal razón de este hecho.

Seguidamente se presentan dos informes con datos de heridos y fallecidos:

- El informe titulado “Death Trap!” o “¡Trampa mortal!”, publicado por la ONG bangladesí Young Power in Social Action (YPSA), identifica uno por uno a 90 trabajadores fallecieron entre 2005 y 2012. *(YPSA, 2012)*

- El informe titulado “Life at death yard”, o “Vida en los astilleros de la muerte” redactado por el periodista Arun Bikash Dey en el The Daily Star bangladesí, indica que, entre el 2011 y el 2015, ha habido 53 trabajadores fallecieron y 78 resultaron heridos a causa de explosiones, inhalación de gases tóxicos e impactos con piezas metálicas. *(Dey, 2016)*

Habitualmente, asociaciones y sindicatos destapan como los propietarios de estos astilleros intentan encubrir el fallecimiento de los trabajadores, alegando que en ningún momento fueron contratados por ellos. El gobierno del país señala que están trabajando para reducir accidentes imponiendo multas económicas severas a los propietarios de las instalaciones, aunque con poco resultado.

Desde septiembre de 2010 se crearon centros de información y formación, lideradas por ONGs para colaborar con los trabajadores y sensibilizarlos frente a los peligros del día a día. También se construyó una clínica a proximidad de la costa de Chittagong, abierta dos horas al día, tres veces por semana, con doctores para atender a los enfermos y a los lesionados de manera gratuita. [\(ILPI, 2016\)](#)

Además, el gobierno de Bangladés ha sido denunciado duramente en múltiples ocasiones por la Organización Internacional del Trabajo por no frenar la explotación infantil en estos astilleros, a pesar de ir en contra de la legislación del país. Según un estudio reciente del Dr. Muhammod Shaheen Chowdhury, Profesor de Derecho de la Universidad de Chittagong, alrededor del 13% de los trabajadores de la costa de Sitakunda son menores de 18 años. [\(Chowdhury, 2019\)](#)

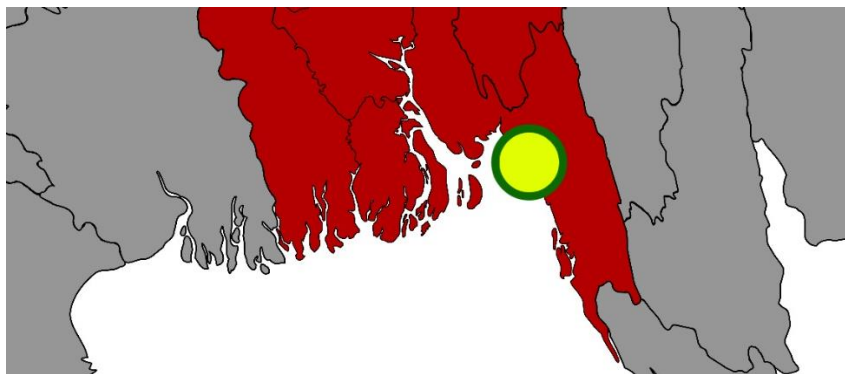


Figura 7.2.1. Situación geográfica de Chittagong

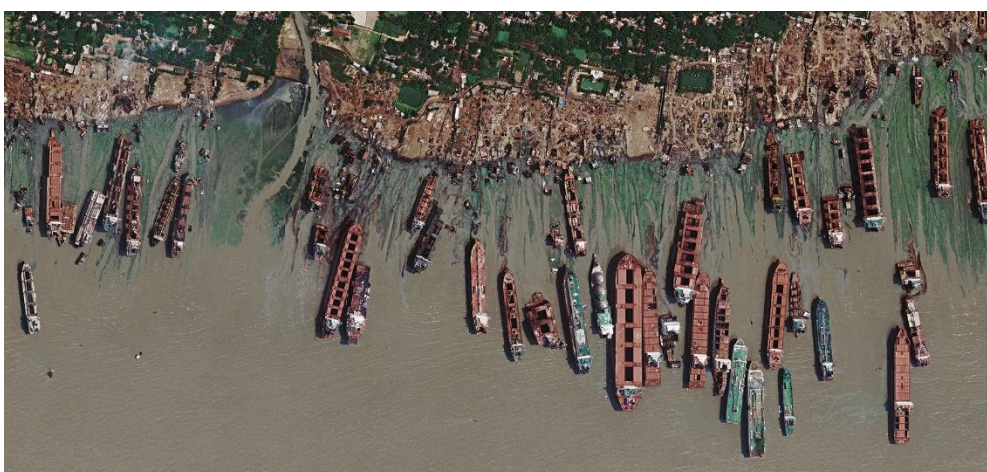


Figura 7.2.2. Imagen satelital del litoral al norte de Chittagong [\(Digitalglobe, 2020\)](#)



Figura 7.2.3. Caída de una sección cortada de un buque en Chittagong [\(Hettwer, 2020\)](#)



Figura 7.2.4. Menores trasportando una plancha de acero [\(Hettwer, 2020\)](#)

7.3. India

La India es el país que más se aproxima a los números recientes de Bangladés, desmontando alrededor del 30% de la flota mundial. El litoral de Alang, en el noroeste del país, posee uno de los “cementeros de buques” más grandes del mundo. 60000 trabajadores procedentes de toda la India componen esta industria, sin contar los empleos indirectos que resultan de ella. *(Industrial Union, 2013)*

Se estima que entre 1983 y 2013, 6318 buques fueron desguazados en estas costas. Datos recientes indican que más de 4 millones de toneladas de acero son extraídas anualmente, teniendo la ventaja de trabajar buques que rondan los 15 años de vida útil, por lo que la exposición a sustancias tóxicas y cancerígenas es menor. *(ILPI, 2016)*

A pesar de poseer muchos más medios instrumentales e instalaciones más avanzadas que Bangladés, las condiciones de los trabajadores siguen siendo precarias e inseguras. Los salarios van desde los 60 euros mensuales hasta 90 para los trabajadores más experimentados. Las jornadas laborales duran al menos 8 horas, extendiéndose a veces hasta las 12. La mayoría no tienen contrato, aunque ciertos sindicatos entregan tarjetas de identificación que indican el grupo sanguíneo del trabajador. *(Industrial Union, 2013)*

El 28 de noviembre de 2019, la India ratificó el Convenio de Hong Kong, un hecho muy importante que impulsa enormemente la entrada en vigor del texto a nivel internacional, como se expondrá en el capítulo 9. Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos del gobierno indio, los fallecimientos en los astilleros siguen ocurriendo, el último de ellos reportado en abril de 2022. *(Valeur, 2022)*



Figura 7.3.1. Trabajador cortando plancha de acero en Alang *(Willmington, 2022)*

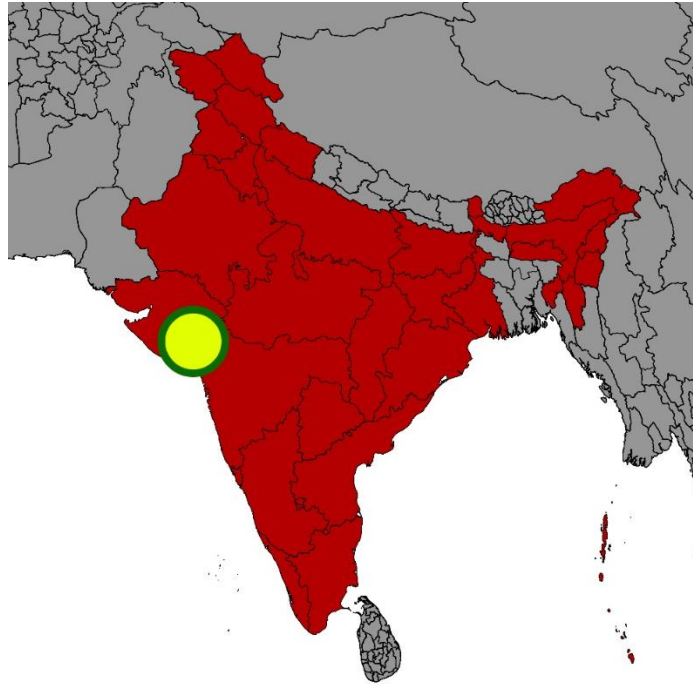


Figura 7.3.2. Situación geográfica de Alang

7.4. Pakistán

Pakistán cuenta con el tercer “cementerio de buques” más grande del mundo en la ciudad de Gadani, situado a unos 50 kilómetros de Karachi. Sus costas acogen alrededor de 125 buques anuales de todo los tipos y tamaños. Además, es conocido en la industria por su eficiencia, desguazando buques de 5000 LTD en menos de 45 días. *(Spray, 2022)*

Se estima que actualmente emplea a 6000 personas, aunque este número puede aumentar según la demanda. Los salarios diarios varían entre los 2,60 y los 6 euros, con jornadas laborales de 8 horas. Al igual que los otros países expuestos, la gran mayoría de los trabajadores no poseen contratos ni ningún tipo de cobertura social. *(Industrial Union, 2013)*

Existe una gran falta de información acerca de los accidentes que ocurren en estas costas, pero un desastre ocurrido en 2016 tuvo repercusión mundial.

En la mañana del 1 de noviembre de este año mientras se cortaba un tanque de fuel se produjo una explosión provocando que 17 personas perdieran la vida y 47 resultaran heridas. Este hecho conmocionó a la sociedad pakistaní, que exigió al gobierno ratificar

el Convenio de Hong Kong en la mayor brevedad. Los hechos tuvieron lugar en el astillero número 56 que no contaba con ni un solo equipo contraincendios. Otros 170 trabajadores tuvieron que mantenerse en el buque durante varias horas mientras se apagaban las llamas. [\(industrial, 2016\)](#)

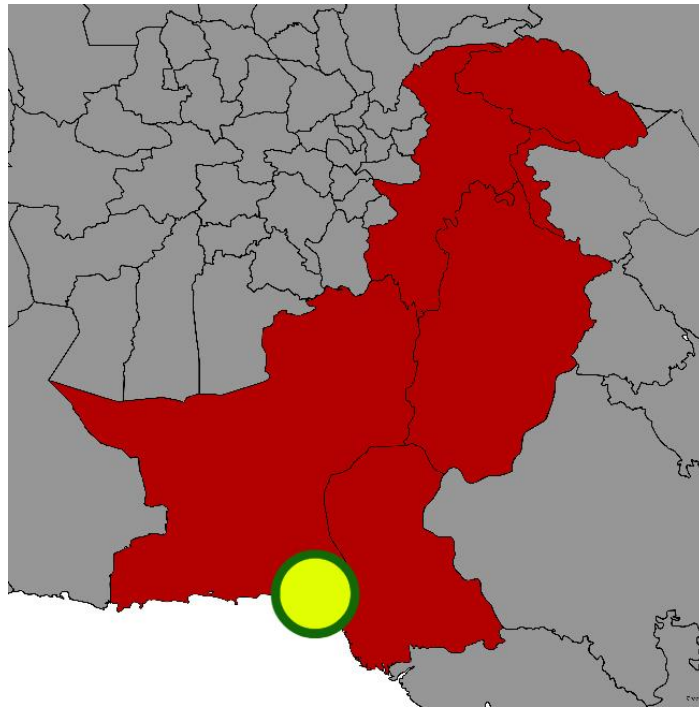


Figura 7.4.1. Situación geográfica de Gadani



Figura 7.4.2. Momentos después de la explosión en Gadani [\(Shah, 2016\)](#)

8. ASPECTOS TÉCNICOS DEL RECICLAJE DE BUQUES

8.1. Opciones de desmantelamiento

Existen cinco opciones de desmantelamiento de buques:

- Varado en playa o río. Es la opción más extendida actualmente y la que peor afecta el medio ambiente. Su principal inconveniente es la introducción de sustancias peligrosas y metales pesados en las costas. Por esta razón, la legislación europea la prohíbe por completo. El estudio de los ciclos de marea desempeña un papel fundamental en este método.
- Dique seco. A diferencia de la anterior, esta es la opción que más respeta el entorno, aunque no suele ser infalible a causa de pequeñas fugas o situaciones adversas como la lluvia. Su fácil accesibilidad y su capacidad de retención de desechos permite la introducción de sistemas de bombeo y almacenamiento idóneos para los distintos tipos de materiales peligrosos.
- Dique seco flotante. Este método se basa en el sistema de lastre de las embarcaciones. Los buques se dirigen sobre unas estructuras semisumergibles que ascienden al producirse el deslastre y con ellas sube el buque. Se suele rodear la instalación con un bordillo que evite fugas. Este procedimiento requiere de un control estructural constante ya que es posible que la instalación sufra daños.
- Gradas y varaderos. Es un método similar a la varada en playa solo que, en este caso, el buque se sitúa sobre una superficie de hormigón generalmente inclinada. Esta opción se suele llevar a cabo con la ayuda de un remolcador y es importante gestionar el equilibrio del buque a medida que se desarrolla el desguace. Las barreras de contención suelen ser necesarias para evitar la expansión de desechos peligrosos a causa de la pendiente.

8.2.1. Equipos operacionales

Los equipos operacionales necesarios para el desmantelamiento de buques deben también estar descritos de manera precisa, incluyendo toda información que se considere pertinente, tal que: número de unidades, capacidad, tipo específico, carga de trabajo segura, cualificaciones requeridas de los operadores...

Algunos de estos equipos incluyen:

- Grúas fijas y móviles
- Pies de gallo y electroimanes
- Equipos diversos de elevación
- Tractores mecánicos
- Cizallas hidráulicas y equipos de corte con gas
- Carretillas elevadoras
- Detectores de gas y medidores de oxígeno
- Transformadores
- Equipos de ventilación transportables
- Aparatos de iluminación
- Equipos de comunicación
- Cintas de sonda
- Bombas con mangueras de succión y descarga
- Barreras de contención
- Dispersantes
- Skimmers
- Equipos contra incendios
- Botiquines de primeros auxilios
- Equipos de respiración asistida (Grupo de Trabajo de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del COIN y la AINE, 2008)

Según la Organización Internacional del trabajo, estas herramientas deben ser utilizadas únicamente para realizar las operaciones para las que han sido diseñadas, en concordancia con los manuales y guías asociadas y priorizando la seguridad y la salud de los trabajadores, ante todo. (ILO, 2004)

8.2.2. Equipos de protección individual

La OIT identifica la actividad de reciclado de buques como *uno de los trabajos más peligrosos con unos niveles inaceptables de muertes, lesiones y enfermedades derivadas.*

(OIT, 2015)

Por ello, la obligatoriedad de los EPIs homologados por los organismos nacionales e internacionales competentes, es fundamental en este sector para minimizar los peligros y crear un ambiente de trabajo seguro y predecible.

Estos equipos de protección, además de ser entregados de forma totalmente gratuita, deben de componerse teniendo en cuenta la opinión y las necesidades de los trabajadores según los riesgos a los que se enfrentan. Algunos de los elementos básicos que componen los EPIs de la industria del reciclaje de buques son:

- Casco de seguridad. Propiamente ajustado, puede servir de protección para la cabeza contra objetos cayentes e impactos contra estructuras. Su utilización debe ser obligatoria en todo momento en el interior de las instalaciones de reciclaje.
- Gafas protectoras y cascos de soldadura. Los primeros sirven de protección para los ojos contra partículas en suspensión, sustancias peligrosas y luz excesiva. Los segundos son básicos para la protección de toda la cara en las operaciones de corte de acero donde se desprenden llamas, calor y chispas.
- Guantes y calzado. Las protecciones de manos y pies deben ser adaptadas al trabajo que se vaya a realizar. Por ejemplo, para el manejo de piezas de acero afiladas se recomienda el uso de guantes de cuero, mientras que los guantes sintéticos son óptimos para ciertos ácidos y productos químicos. El calzado debe estar reforzado y tener una suela antideslizante, ya que es una de las principales causas de accidentes.
- Equipos de protección respiratoria. Serán utilizados para proteger a los trabajadores contra polvo, gases tóxicos y vapores irritantes. Es recomendable que la empresa desguazadora contacte con el antiguo propietario del buque para informarse sobre procedimientos habitual de la antigua tripulación y los aparatos que utilizaban. Estos equipos deben ser correctamente ajustados para evitar toda filtración.

- Orejeras y tapones para los oídos. La larga exposición a altos niveles de ruido hace necesario que se tenga en consideración la protección auditiva adaptada a las circunstancias.
- Arnese de seguridad. Son esenciales para proteger contra caídas. El uso de una línea salvavidas debe ser obligatorio en alturas que no cuentan con otros medios de sujeción.
- Ropa impermeable y reflectante. Todos los trabajadores de las instalaciones de reciclaje deben llevar ropa que cumpla estas características. Si los desechos manejados lo requieren, estas prendas deberán estar hechas con materiales y características adaptadas. *(ILO, 2004)*



Figura 8.2.2. Trabajadores en Alang (India) con EPIs, dirigiéndose a las instalaciones de reciclaje *(Dave, 2018)*

8.3. Sustancias destacadas

A continuación, se describirán dos materiales peligrosos destacados en el proceso de reciclaje de buques por su peligrosidad contra la salud humana. Para la gestión adecuada de estos residuos, se deberán identificar, marcar y etiquetar en todo momento, indicando las posiciones a bordo en las que se encontraron e incluyendo la información en un registro permanente. Además, el tratamiento seguro y ambientalmente racional de estos desechos deberá ser descrito, indicando, en caso de que haga falta, la empresa que se ocupará del proceso y los métodos que se seguirán.

8.3.1. Asbestos

Los asbestos, comúnmente llamados amiantos, se refieren a un conjunto de seis minerales fibrosos que se caracterizan por ser muy resistentes al calor, a la electricidad y a la corrosión. Sus nombre científicos y comunes son:

- Grunerita (amianto marrón)
- Crisotilo (amianto blanco)
- Riebeckita (amianto azul)
- Tremolita
- Bisolita
- Antofilita (amianto gris)

Su uso se remonta como mínimo a la Edad de Piedra y en tiempos modernos se ha aprovechado en todo tipo de construcciones como aislante o para dar mayor resistencia a ciertos materiales.

En 1907, el doctor Montague Murray, por aquel entonces director del hospital Charing Cross en Londres, publicó el primer testimonio que señalaba los asbestos como un serio peligro para la salud. *(University of Strathclyde, 1982)* Más adelante se probaría que el sistema inmunológico de los seres humanos es incapaz de expulsar el polvo que generan estas sustancias una vez introducidas. Tras un cierto tiempo de exposición, la acumulación es tal que se provoca unos daños irreparables, generalmente concentrados en los pulmones. Las dos enfermedades que más se relacionan con esta sustancia son el cáncer de pulmón agresivo y una enfermedad crónica conocida como asbestosis. *(Asbestos, 2022)*

En los buques, estas sustancias pueden suponer hasta 10 toneladas. La sala de maquinas es el principal lugar en el que se encuentran ya que sirven de barrera contra las altas temperaturas. Sin lugar a duda, es el material que más peligro supone para la salud de los trabajadores de las instalaciones de reciclaje. En cambio, durante la fase activa del buque, la preocupación es mucho menor.

La OMI, elaboró un plan para frenar el uso de asbestos. Así, en el año 2000, una nueva enmienda fue incluida en el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS) con las siguientes fases:

- Los buques construidos antes del 1 de julio del 2002 pueden contener asbestos, pero deberá ser tratado de manera adecuada.
- Los buques construidos entre el 1 de julio del 2002 y el 1 de enero del 2011 podrán contener amianto solamente en ciertos componentes si exceden unas temperaturas determinadas.
- Los buques construidos después del 1 de enero del 2011 tendrán prohibida toda presencia de asbestos. (IMO, 2000)

A pesar de todo, grandes empresas especializadas en los aspectos técnicos de los buques como Maritec, señalan que se siguen detectando estas sustancias en el 50% de las nuevas construcciones. [\[Prevliak, 2021\]](#)

La legislación aplicable al reciclaje de buques también resalta esta sustancia. Así, se encuentra reflejado en el anexo I del Convenio de Basilea bajo la referencia Y36, en el anexo I del Reglamento 1257/2013 de la UE como material peligroso prohibido y en el apéndice I del Convenio de Hong Kong.

Estas sustancias deben ser manejadas únicamente por personal cualificado. El uso de equipos de protección respiratoria homologado es necesario. La legislación española, en su caso, obliga el uso de filtrantes FFP3 desechables o filtros de partículas P3 según el Real Decreto 773/1997. Se recomienda también humidificar la zona de trabajo para reducir las fibras en suspensión.

En ningún caso el reciclaje o la reutilización deben contemplarse para el amianto, siendo la destrucción mediante la exposición a temperaturas superiores a 1000 °C la única opción inactivar su nocividad.



Figura 8.3.1. Fibras de amianto blanco [\(Wikipedia, 2022\)](#)

8.3.2. Difenilos policlorados

Por difenilos policlorados o PCBs se entienden todos los compuestos aromáticos en los cuales los átomos de hidrogeno de las moléculas de difenilo pueden reemplazarse por un máximo de 10 átomos de cloro.

Se pueden encontrar más de 100 toneladas de equipamientos y de materiales en buques obsoletos que contengan esta sustancia. Entre sus localizaciones más frecuentes destacan pinturas, cables y aislantes térmicos. *(NGO Shipbreaking Platform, 2022)*

Se desconoce la existencia de PCBs por generación natural y los dos estados en los que se pueden encontrar son el sólido y el líquido. Cuando está en estado líquido, posee un carácter aceitoso que tiende al color amarillo. Generalmente se considera ésta como la condición en la que es más fácil de remover de un buque. En cambio, en estado sólido posee un aspecto generalmente incoloro cuya extracción es más complicada por el gran numero de equipamientos anticuados que lo contienen. *(ATSDR, 2022)*

El gran problema que suponen es que, al ser quemados, producen dos de las sustancias más peligrosas que existen: dioxinas y furanos. Generalmente encontrados en estado sólido con estructura cristalina, está demostrado que estos compuestos son causantes de cáncer, así como desajustes hormonales severos que afecta al sistema inmunitario. Además, estas sustancias en estado gaseoso pueden ser depositadas sobre plantas y animales, pudiendo transmitirse a los seres humanos a causa de su elevada estabilidad de enlaces. *(US EPA, 2001)*

Su instalación en buques actuales esta prohibida. Al igual que los asbestos esta sustancia aparece en el apéndice I del Convenio de Hong Kong como material potencialmente peligroso, en el anexo I del Convenio de Basilea con la referencia Y10 y en el anexo I de la legislación europea.

También coincide con los amiantos en la forma de eliminación, solamente que en este caso se requiere el uso de hornos de incineración especiales con unas cámaras de combustión habilitadas para mantener los PCBs a unas temperaturas y unos tiempos acotados, evitando así la generación de dioxinas y furanos



Figura 8.3.2. Ejemplo de PCB en estado líquido *(BENSS, 2022)*

8.4. Precauciones en el trabajo en caliente

Con el fin de evitar accidentes como el ocurrido en 2016 en Gadani (expuesto en el apartado 7.4.), la OMI expone en el punto 3.3.4.2.1. de la Resolución MEPC.210(63) una serie de criterios relativos a las condiciones de seguridad para los trabajos en caliente. Este termino hace referencia a toda actividad desarrollada en el desguace del buque que requieran llama, producen chispa o generan calor, como el cortado de acero. Las características que debe poseer el espacio a desguazar para considerarse seguro son:

- Inexistencia de materiales o residuos que puedan producir un medio enriquecido o deficiente en oxígeno
- Inexistencia de materiales o residuos que puedan generar vapores inflamables o tóxicos
- Limpiado, inertización y tratado de los espacios adyacentes para evitar riesgo de explosión consecutiva

Las instalaciones de reciclaje deberán designar el personal competente para realizar la comprobación de estos aspectos presentados y se prohibirá la entrada a cualquier trabajador hasta que se entreguen los certificados pertinentes. *(OMI, 2013)*

9. NORMATIVA EN PROYECCIÓN: EL CONVENIO DE HONG KONG

9.1. Origen y objetivos

Frente a las críticas al Convenio de Basilea y las demandas por parte de varias ONGs que exigían una legislación internacional específica para el fin de vida de los buques, la OMI consideró por primera vez su involucración en este tema en el 44º periodo de sesiones del Comité de protección del medio marino (MEPC). Así, se constituyó un grupo de trabajo en el año 2000 para realizar una investigación profunda de esta cuestión y presentar los resultados en la mayor brevedad.

En el 2003 vio la luz la resolución A.962(23) titulada “Directrices para reciclaje de buques”. En ella, además de identificar los elementos que intervienen en el proceso de desguace, se hace un hincapié especial en la reutilización de los materiales extraídos tras su tratamiento seguro y medioambientalmente responsable.

En este mismo texto se habla también en la importancia de la fase de construcción como clave para asegurar un reciclaje relativamente sencillo y con el mínimo de desechos peligrosos, además de insistir en la actualización constante de un registro con información que pueda resultar de utilidad a posteriori.

En el periodo de sesiones número 53 del MEPC, celebrado en 2005, se establece como alta prioridad la creación de unas reglas de reciclaje que se aplicarán a nivel internacional y que sean jurídicamente vinculantes.

Así, en la tercera semana de mayo del 2009 y con 63 países presentes en la conferencia diplomática en Asia del Este, se adoptó el Convenio de Hong Kong para el reciclaje seguro y ambientalmente racional de los buques.

El objetivo que persigue este texto es claro y se resume en hacer que los buques que se reciclen en el final de su vida útil no provoquen riesgos innecesarios para la salud pública, la seguridad y el medio ambiente.

9.2. Estructura

La estructura de este convenio es muy parecida a la de la legislación europea expuesta anteriormente, a excepción del uso de nomenclaturas diferentes.

Así, una vez introducidos los 21 artículos que delimitan las bases de este reglamento internacional, se presenta el anexo titulado “Reglas para reciclaje seguro y ambientalmente racional de los buques”. Éste a su vez se divide en 4 capítulos:

- Capítulo 1. Disposiciones legales
- Capítulo 2. Prescripciones aplicables a los buques
 - Parte A. Proyecto, construcción, explotación y mantenimiento de los buques
 - Parte B. Preparación para el reciclaje de buques
 - Parte C. Reconocimientos y ratificación
- Capítulo 3. Prescripciones aplicables a las instalaciones de reciclaje de buques
- Capítulo 4. Prescripciones sobre notificación

Además, el convenio cuenta con siete apéndices con modelos de documentación, seis resoluciones de conferencia y seis directrices destacadas:

- Directrices de 2011 para la elaboración de inventario de materiales potencialmente peligrosos
- Directrices de 2011 para la elaboración del plan de reciclaje del buque
- Directrices de 2012 para el reciclaje seguro y ambientalmente racional de los buques
- Directrices de 2012 para la autorización de las instalaciones de reciclaje de buques
- Directrices de 2012 para el reconocimiento y la certificación de los buques en virtud del Convenio de Hong Kong
- Directrices de 2012 para la inspección de buque en virtud del Convenio de Hong Kong

9.3. Estados parte y entrada en vigor

En el Artículo 17 del convenio se especifica que las reglas entrarán en vigor y se aplicarán a todos los países miembros de la OMI 24 meses después de la fecha en que se cumplan los siguientes requisitos:

- Que al menos 15 estados ratifiquen el convenio en su totalidad
- Que la flota mercante de los estados ratificadores represente más del 40% del arqueo bruto de la flota mundial
- Que el volumen de reciclaje anual de los estados ratificadores durante los 10 últimos años represente más del 3% del arqueo bruto total reciclado

Esta es la situación actual de los países ratificadores en orden cronológico:

Países	Fecha de ratificación
Noruega	26 de junio del 2013
República del Congo	19 de mayo del 2014
Francia	2 de julio del 2014
Bélgica	7 de marzo de 2016
Panamá	19 de septiembre de 2016
Dinamarca	14 de junio del 2017
Turquía	31 de enero del 2019
Países Bajos	20 de febrero del 2019
Serbia	22 de marzo del 2019
Japón	27 de marzo del 2019
Estonia	25 de abril de 2019
Malta	14 de mayo de 2019
Alemania	16 de julio del 2019
Ghana	18 de noviembre del 2019
India	28 de noviembre del 2019
Croacia	16 de febrero del 2021
España	7 de junio del 2021

Tabla 9.3.1. Países ratificadores del Convenio de Hong Kong *(IMO, 2021)*

Con la ratificación de estos 17 países se cumple el primer requisito, destacando la presencia de:

- Panamá, por contar con la mayor flota del mundo en DWT
- Malta, por contar con la mayor flota de Europa en DWT
- India, por ser el segundo país donde más se desguazan los buques

El tercer requisito también se considera alcanzado, teniendo en cuenta que el 3% del tonelaje reciclado en 2019 representa 8,6 millones de toneladas, mientras que el tonelaje total reciclado de países ratificadores es de casi 14 millones de toneladas. *(IMO, 2021)*

El segundo requisito, sin embargo, es el que todavía evita que el Convenio de Hong Kong entre en vigor, ya que algo menos del 30% del GT total de la flota mundial es lo que conforman los países ratificadores, siendo el objetivo del 40%. *(IMO, 2000)*

La incorporación de todos los países de la Unión Europea que ya aplican el reglamento desde hace años ayudará a cumplir este último requisito. Sin embargo, hasta que al menos un país con un gran porcentaje de la flota mundial como Singapur, China o Bahamas se involucre, este texto puede tardar todavía varios años en entrar en vigor.

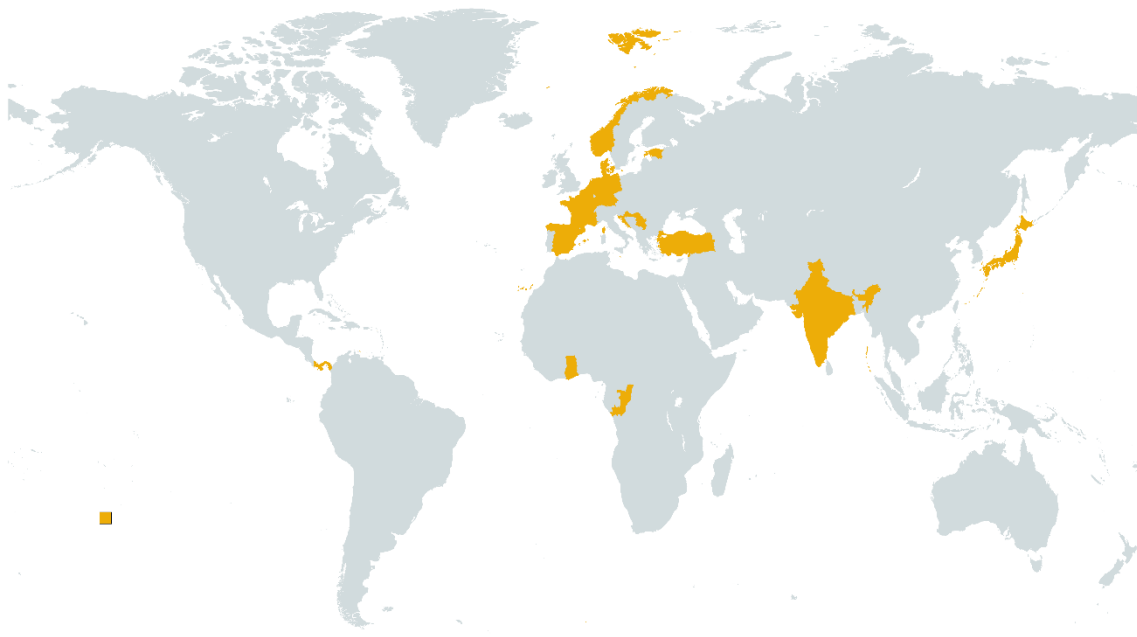


Figura 9.3.1. Mapa de los países ratificadores del Convenio de Hong Kong

9.4. Crítica al convenio

El Convenio de Hong Kong es indudablemente un gran progreso en comparación con el Convenio de Basilea, el cual se sigue aplicando en la mayor parte del mundo. La creación de estándares internacionales que sirvan de guía para el desarrollo de una actividad de reciclaje de buques segura y medioambientalmente responsable era una necesidad desde hace décadas.

Sin embargo, y a pesar de no haber entrado en vigor todavía, muchos son los críticos de este texto por tres razones fundamentales:

En primer lugar, en ningún momento se menciona explícitamente la prohibición del método de varado en playa para el reciclaje. Esta ambigüedad, achacada a las presiones de ciertos propietarios de buques y compañías marítimas, es el que obligó al Reglamento Europeo 1257/2013 a incluir la condición de “instalación construida” para que pueda tener lugar el desguace.

En segundo lugar, las banderas de conveniencia seguirán siendo una vía de escape para los propietarios ya que no se ha creado un sistema de control estricto que identifique los cambios de pabellón en los últimos instantes del buque previo desguace. Esta realidad se puede aplicar a la mayoría de convenios internacionales de la OMI.

Finalmente, se critica la no incorporación de un artículo que equivalga a la “Enmienda BAN” del Convenio de Basilea, prohibiendo así el movimiento de un buque en su fase final de un país desarrollado a otro en vía de desarrollo.

A pesar de todas estas lagunas, introducir un texto uniforme a nivel internacional puede que sea el primer paso para el comienzo de un diálogo más eficaz y transparente. Más adelante se podrán volver a negociar enmiendas que regulen mejor esta actividad

Los esfuerzos que hace la Unión Europea deben servir como ejemplo para que otros países desarrollados de América del Norte y Asia del Este consideren aportar su grano de arena a una causa necesaria urgentemente y no aislarse bajo excusas artificiales.

Conclusiones

A lo largo de este Trabajo de Fin de Grado se ha demostrado la valía del reciclaje como uno de los pilares que ayudarán a estabilizar la situación climatológica y todo lo que ello implica. Las pruebas empíricas demuestran que millones de toneladas de CO₂ no serán generadas anualmente siempre y cuando se aplique este método de manera correcta. Los esfuerzos realizados a todos los niveles de la sociedad y de las industrias aportarán sus frutos cuando este concepto se expanda de manera global y se comience a considerar como una necesidad y no una obligación.

El transporte marítimo ha respondido correctamente a este llamamiento. Con la Organización Marítima Internacional a la cabeza, el primer texto específico para el reciclaje de buques ha visto la luz en el Convenio de Hong Kong. Junto a sus directrices, el sector posee ahora una guía que identifica los requisitos mínimos que serán necesarios para realizar un desguace responsable y respetuoso hacia los trabajadores y el medio ambiente.

A pesar de no haber entrado en vigor, la Unión Europea ha dado un paso al frente, no solamente introduciendo la totalidad del Convenio en la legislación comunitaria, si no que incluyendo aclaraciones y restricciones más precisas. Este hecho debe ser visto como un ejemplo por la comunidad internacional, animándolos a actuar en la mayor brevedad por el beneficio común.

La situación denigrante que vive el trabajador en el Sur de Asia debe ser revisada nuevamente por la Organización Internacional del Trabajo. Salarios extremadamente bajos, jornadas eternas y el alto número de accidentes mortales y enfermedades crónicas derivadas no son más que unos de los aspectos que se deben tratar con urgencia. El empleo infantil que se conoce en Bangladés debe ser erradicado en la mayor brevedad mediante el lanzamiento de un mensaje a nivel internacional.

El varado en las playas debe ser visto como un tabú en la industria a pesar de las ventajas económicas que proporciona. El daño que se realiza a la costa y al lecho marino con las distintas sustancias peligrosas que penetran en ellos son incalculables.

A pesar de todo, el sector deberá ser sometido a una adaptación progresiva en estos países. Una prohibición total y súbita supondría un duro golpe para estas economías, con miles de familias empleadas y alimentadas por esta industria. Se deberá insistir en la formación y en la exigencia de servicios médicos y seguros efectivos en caso de accidente.

Los propietarios de los buques deben darse cuenta de que los vacíos legales como las banderas de conveniencia o la interpretación oportunista de textos imprecisos como el Convenio de Basilea no hace más que agravar la situación. Varias ONGs trabajan por dar visibilidad a la situación real de esta industria que tan pocas personas toman en consideración.

Las empresas marítimas que decidan proporcionar un final de vida adecuado a los buques deben ser recompensadas para incentivar a otras a hacer lo mismo. Así, los clientes de estas compañías deberían tener también la posibilidad de saber si los buques que contratan serán tratados de manera responsable en el final de sus ciclos de vida o no.

Finalmente, decir que la industria del transporte marítimo debe implicarse e informarse más acerca de esta fase final con el fin de crear un debate interno que permite progresar en el buen sentido. Al fin y al cabo, alcanzar una economía circular en el sector como objetivo final no solamente beneficiaría el crecimiento de la industria, sino que la convertiría en una actividad aún más ejemplar en lo que respecta a la eficiencia y la protección del medio ambiente.

Bibliografía, referencias, disposiciones legales y normas de referencia aplicadas**Bibliografía**

ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (2006). DIRECTRICES DE LA OMI SOBRE EL RECICLAJE DE BUQUES. OMI.

Grupo de trabajo de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del COIN y la AINE, Fundación Río del Pozo (Universidad de A Coruña), Reciclauto Navarra S. L. (2008). SOSTENIBILIDAD DEL DESGUACE DE BUQUES. RECICLAJE. Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos.

ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (2013). CONVENIO DE HONG KONG Y LAS DIRECTRICES PARA SU IMPLEMENTACIÓN. CPI Group (UK).

United Nations (2021). REVIEW OF MARITIME TRANSPORT 2021. United Nations Publications.

European Maritime Safety Agency, European Environment Agency (2021). European Maritime Transport Environmental Report 2021. Luxembourg.

José Fernando Núñez Basáñez, Rafael Gutiérrez Fraile. UNA INDUSTRIA SOSTENIBLE DE DESGUACE Y RECICLADO DE BUQUES.

HENRIK SORNN-FRIESE, EVA ROTHPETAR SOFEV (2021). CREATING CIRCULAR ECONOMY CLUSTERS FOR SUSTAINABLE SHIP RECYCLING IN DENMARK. CBS MARITIME.

Nikos Mikelis (2018). The Recycling of Ships.

UNEP (2003). Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of the Full and Partial Dismantling of Ships.

Patrizia Heidegger, Ingild Jenssen, Delphine Reuter, Nicola Mulinaris, Francesca Carlson (2015). What a difference a flag makes. NGO Shipbreaking Platform.

International Labour Office (2004). Safety and health in shipbreaking: Guidelines for Asian countries and Turkey. ILO.

Nigel Draffin (2014). SHIPPING. Petrosport Limited.

Orestis Schinas, Carsten Grau, Max Johns (2015). HSBA Handbook on Ship Finance. Hamburg School of Business Administration.

D.J. Eyres (1972). Ship Construction. ELSEVIER.

Peter Broad (2009). Marine Classification Society Surveying. WITHERBYS.

Referencias

National Snow and Ice Data Center. (2022). Arctic Sea Ice Extent. Obtenido de NASA

GLOBAL CLIMATE CHANGE Vital Signs of the Planet:

<https://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/>

Ahmed, I. (2020). The Basel Convention on the Control of Transboundary. Washington International Law Journal.

Alston, C. H. (1943). OUT OF THE FRYING PAN - INTO THE FIRING LINE!! Office of War Information. Domestic Operations Branch.

Arrhenius, S. (1896). On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science.

Asbestos. (2022). Asbestos. Retrieved from Asbestos:

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

Asociación de Academias de la Lengua Española. (Octubre de 2014). Diccionario de la lengua española. Obtenido de Diccionario de la lengua española:

<https://dle.rae.es/>

- ATSDR. (2022). Resúmenes de Salud Pública - Bifenilos policlorados (BPCs) [Polychlorinated Biphenyls (PCBs)]. Obtenido de ATSDR: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs17.html
- Basel Convenion. (2022). Overview. Obtenido de Basel Convention: <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/tabid/1271/Default.aspx>
- Basel Convention. (2019). Text of the Convention. Obtenido de Basel Convention: <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1275/Default.aspx>
- Basel Convention. (2022). History of the negotiations of the Basel Convention. Obtenido de Basel Convention: <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/History/Overview/tabid/3405/Default.aspx#>
- Basel Convention. (2022). Parties to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal. Obtenido de Basel Convention: <http://www.basel.int/?tabid=4499>
- BBVA OpenMind. (15 de September de 2020). History of Recycling: From Living With Scarcity to Coping With Excess. Obtenido de BBVA OpenMind: <https://www.bbvaopenmind.com/en/science/environment/history-of-recycling-from-living-scarcity-to-coping-excess/>
- BENSS. (2022). Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Retrieved from BENSS: <https://benss.com.au/pcbs/>
- Broad, P. (2009). Marine Classification Society Surveying. Witherby Seamanship International Ltd.
- Business Insider. (2021). How \$300 Million Cruise Ships Are Demolished | Big Business. Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=WMor47rIcl8>
- Callendar, G. (Abril de 1938). The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperature. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society.
- CBC MARITIME. (2021). CREATING CIRCULAR ECONOMY CLUSTERS FOR SUSTAINABLE SHIP RECYCLING IN DENMARK. CBC MARITIME.
- Chowdhury, D. M. (2019). Study Report on Child Labour in the Shipbreaking Sector in Bangladesh. Obtenido de ResearchGate:

- https://www.researchgate.net/publication/342834624_Study_Report_on_Child_Labour_in_the_Shipbreaking_Sector_in_Bangladesh
- DAMEN. (2022). DECOMMISSIONING. Obtenido de DAMEN:
<https://www.damenshiprepair.com/en/services/disposal-decommissioning>
- Dave, A. (2018). Photos: A peek into the world's largest graveyard for ships in Alang. Retrieved from Hindustan Times:
<https://www.hindustantimes.com/photos/india-news/photos-a-peek-into-the-world-s-largest-graveyard-for-ships-in-alang/photo-xq1ZJr2RJYVjpQEiXS7IOK-2.html>
- Dey, A. B. (2016). Life at death yard. The Daily Star.
- Digitalglobe. (2020). Desguazadores de barcos, uno de los oficios más peligrosos del mundo. Obtenido de National Geographic:
https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/grandes-reportajes/desguazadores-de-barcos_8200
- Draffin, N. (2014). SHIPPING. Petrosport Limited.
- DSM. (2020). Obtenido de DSM: <https://donsoshippingmeet.com/fayard-dsm2021-silver-sponsor/>
- El Economista. (17 de Mayo de 2018). Reciclar no es obligatorio, pero hacerlo mal puede acarrear multas de hasta 3.000 euros. Obtenido de El Economista:
<https://www.eleconomista.es/economia/noticias/9142343/05/18/Reciclar-no-es-obligatorio-pero-hacerlo-mal-puede-acarrear-multas-de-hasta-3000-euros.html>
- Environmental Protection Agency. (21 de Febrero de 2016). Climate Change and Municipal Solid Waste (MSW). Obtenido de Environmental Protection Agency:
<https://archive.epa.gov/wastes/conservation/tools/payt/web/html/factfin.html>
- Environmental Protection Agency. (16 de Mayo de 2022). Overview of Greenhouse Gases. Obtenido de Environmental Protection Agency:
<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#f-gases>
- European Environment Agency. (2021). European Maritime Transport Environmental Report 2021. Publications Office of the European Union.
- Foote, E. N. (1856). Circumstances affecting the Heat of the Sun's Rays. American Journal of Science and Art.

- Fourier, J.-B. J. (1827). Memoire sur les Temperatures du Globe Terrestre et des Espaces Planetaires. M. Gaston Darboux.
- Fraile, J. F. (2017). UNA INDUSTRIA SOSTENIBLE DE DESGUACE Y RECICLADO DE BUQUES. Obtenido de DOCPLAYER: <https://docplayer.es/51499027-Una-industria-sostenible-de-desguace-y-reciclado-de-buques.html>
- gCaptain. (2015). Is This the End for South Asia Shipbreakers? Obtenido de gCaptain: <https://gcaptain.com/is-this-the-end-for-south-asia-shipbreakers/>
- Gilroy, J. (1939-1946). Still more paper, rags, bones wanted for salvage.
- go-shipping. (2022). Demolition Market. Obtenido de go-shipping: <https://www.go-shipping.net/demolition-market>
- Grupo de Trabajo de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del COIN y la AINE. (2008). SOSTENIBILIDAD EL DESGUACE DE BUQUES. RECICLAJE. Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceanicos.
- Hettwer, M. (2020). Desguazadores de barcos, uno de los oficios más peligrosos del mundo. Obtenido de National Geographic: https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/grandes-reportajes/desguazadores-de-barcos_8200
- Hunter, D. (1943). PAPERMAKING. Dover.
- Ibbetson, R. (2020). The covid cruise ship graveyard. Obtenido de Daily Mail: <https://www.dailymail.co.uk/news/article-8798957/The-covid-cruise-ship-graveyard-Passenger-liners-stripped-scrap-Turkish-dock.html>
- ILO. (2004). Safety and health in shipbreaking. ILO.
- ILPI. (2016). Shipbreaking Practices in Bangladesh,.
- ILPI. (2016). Shipbreaking Practices in Bangladesh, ILPI.
- IMO. (2000). Asbestos on board ships. Retrieved from IMO: <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/Asbestos.aspx>
- IMO. (2021). Obtenido de IMO: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/ElectionResults2021.aspx>
- IMO. (2021). STATUS OF IMO TREATIES. Retrieved from IMO: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/About/Conventions/StatusOfConventions/Status%20-%202021.pdf>

- Industrial Union. (2013). Research Mission on the situation of Shipbreaking workers.
- industriall. (2016). Blast in Pakistan shipbreaking yard kills 16. Obtenido de industriall:
<https://www.industriall-union.org/blast-in-pakistan-shipbreaking-yard-kills-16>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Main Greenhouse Gases.
Obtenido de CENTER FOR CLIMATE AND ENERGY SOLUTIONS:
<https://www.c2es.org/content/main-greenhouse-gases/>
- Kiln. (2012). Visualisation of Global Cargo Ships. Obtenido de Shipmap.org:
<https://www.shipmap.org/>
- LORENZO, J. C. (2021). La UE autoriza a DINA para el desguace de buques en Europa.
Obtenido de PUENTE DE MANDO: <https://www.puentedemando.com/la-ue-autoriza-a-dina-para-el-desguace-de-buques-en-europa/>
- LORENZO, J. C. (2022). Obtenido de <https://www.puentedemando.com/ddr-vessels-xxi-inicia-el-desguace-del-buque-esperanza/>
- LORENZO, J. C. (2022). DDR Vessels XXI inicia el desguace del buque “Esperanza”.
Obtenido de PUENTE DE MANDO: <https://www.puentedemando.com/ddr-vessels-xxi-inicia-el-desguace-del-buque-esperanza/>
- Martín-Peña, J. S.-F. (2020). EL REGLAMENTO EUROPEO. Obtenido de
<https://www.uria.com/documentos/publicaciones/7267/documento/foro-ue01.pdf?id=12058>
- Mikelis, D. N. (2018). The Recycling of Ships.
- Ministère de l'Écologie. (14 de Septiembre de 2018). Changement climatique : causes, effets et enjeux. Obtenido de Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et Ministère de la Transition énergétique:
<https://www.ecologie.gouv.fr/changement-climatique-causes-effets-et-enjeux>
- Naciones Unidas. (2022). Cambio climático. Obtenido de Naciones Unidas:
<https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>
- NASA's Goddard Institute for Space Studies. (2022). Global Temperature. Obtenido de NASA GLOBAL CLIMATE CHANGE Vital Signs of the Planet:
<https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- NASA's Goddard Space Flight Center. (2022). Sea Level. Obtenido de NASA GLOBAL CLIMATE CHANGE Vital Signs of the Planet: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

National Aeronautics and Space Administration. (2022). Climate Change: How Do We Know? Obtenido de NASA GLOBAL CLIMATE CHANGE Vital Signs of the Planet: <https://climate.nasa.gov/evidence/>

NGO Shipbreaking Platform. (2015). What a difference a flag makes. NGO Shipbreaking Platform.

NGO Shipbreaking Platform. (2022). WHY SHIPS ARE TOXIC. Retrieved from NGO Shipbreaking Platform: <https://shipbreakingplatform.org/issues-of-interest/why-ships-are-toxic/>

NGO Shipbreaking Platform y Transport & Environment. (2018). EU-listed yards can handle the recycling demand of EU-flagged ships.

NGO SHIPBREAKING PLATFORM. (2022). FLAGS OF CONVENIENCE. Obtenido de NGO SHIPBREAKING PLATFORM: <https://shipbreakingplatform.org/issues-of-interest/focs/>

OIT. (2015). Ship-breaking: a hazardous work. Retrieved from OIT: https://www.ilo.org/safework/areasofwork/hazardous-work/WCMS_356543/lang--en/index.htm

OMI. (2013). CONVENIO DE HONG KONG. OMI.

Organización Marítima Internacional. (20 de Diciembre de 2019). OMI 2020: el límite de azufre en el combustible entra en vigor el 1 de enero. Obtenido de Organización Marítima Internacional: <https://www.imo.org/es/MediaCentre/PressBriefings/Paginas/34-IMO-2020-sulphur-limit-.aspx>

Organización Marítima Internacional. (2022). GreenVoyage2050. Obtenido de Organización Marítima Internacional: <https://www.imo.org/es/OurWork/PartnershipsProjects/Paginas/GreenVoyage2050.aspx>

Organización Marítima Internacional. (2022). Preguntas frecuentes. Obtenido de Organización Marítima Internacional: <https://www.imo.org/es/About/Paginas/FAQs.aspx>

PAPREC. (2022). HISTORE DU RECYCLAGE DANS LE MONDE. Obtenido de PAPREC: <https://www.paprec.com/fr/comprendre-le-recyclage/histoire-culture-recyclage/histoire-du-recyclage-dans-le-monde/>

- Paris MoU. (2022). Obtenido de Paris MoU: <https://www.parismou.org/>
- Plass, G. (Mayo de 1956). The Carbon Dioxide Theory of Climatic Change. Tellus.
- Prevljak, N. H. (2021). Maritec: Over 65% of all ships contain asbestos. Retrieved from OFFSHORE ENERGY: <https://www.offshore-energy.biz/maritec-over-65-of-all-ships-contain-asbestos/>
- recycle coach. (17 de Junio de 2020). The Mind-Boggling History of City Recycling (500BC – Present). Obtenido de recycle coach: <https://recyclecoach.com/resources/the-mind-boggling-history-of-city-recycling-500bc-present/>
- Roser, M. (2019). Future Population Growth. Obtenido de Our World in Data: <https://ourworldindata.org/future-population-growth#:~:text=It%20peaked%20around%20half%20a,just%20over%201%25%20per%20year.>
- SAN GIORGIO DEL PORTO. (2022). San Giorgio del Porto completa con successo a Genova il primo progetto di demolizione navale "Green". Obtenido de SAN GIORGIO DEL PORTO: <https://www.sgdpt.it/2022-03-04/san-giorgio-del-porto-completa-con-successo-a-genova-il-primo-progetto-di-demolizione-navale-green>
- Secrétaire d'Etat chargé de la Mer. (2021). LA DÉCONSTRUCTION ET LE RECYCLAGE DES BATEAUX DE PLAISANCE. Obtenido de Secrétaire d'Etat chargé de la Mer: <https://www.mer.gouv.fr/la-deconstruction-et-le-recyclage-des-bateaux-de-plaisance#:~:text=Les%20constructeurs%20de%20navire%20de,navires%20en%20fin%20d'usage.&text=Il%20fixe%20un%20large%20champ,eaux%20int%C3%A9rieures%20comme%20en%20mer.>
- Shah, I. S. (2016). 17 dead in explosions at Gadani shipbreaking yard. Obtenido de DAWN: <https://www.dawn.com/news/1293599>
- (s.f.). Símbolo de reciclaje clipart. creazilla. Obtenido de <https://creazilla.com/es/nodes/55006-simbolo-de-reciclaje-clipart>
- Spray, A. (2022). Where Ships Go To Die: The Massive Gadani Ship Breaking Yard. Obtenido de THE TRAVEL: <https://www.thetravel.com/gadani-ship-breaking-yard-visiting/>
- SSI. (2021). Exploring shipping's transition to a circular industry.

- Statista Research Department. (23 de Noviembre de 2021). Number of ships in the world merchant fleet as of January 1, 2021, by type. Obtenido de Statista: <https://www.statista.com/statistics/264024/number-of-merchant-ships-worldwide-by-type/#:~:text=Of%20the%20around%2055%2C000%20merchant,of%20the%20world%20merchant%20fleet.>
- Tyndall, J. (1863). On radiation through the earth's atmosphere. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science.
- UE. (2013). Obtenido de EUR-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02013R1257-20180704&from=EN>
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. (2021). REVIEW OF MARITIME TRANSPORT. United Nations Publications.
- United States Department of State. (2022). Basel Convention on Hazardous Wastes. Obtenido de United States Department of State: https://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Department_of_State
- University of Strathclyde. (1982). File 19 - Testimony of Dr. Montague Murray on asbestosis. Retrieved from University of Strathclyde: <https://atom.lib.strath.ac.uk/montague-murray>
- US EPA. (2001). Dioxins and Furans. Retrieved from EPA: <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/wastemin/web/pdf/dioxfura.pdf>
- Valeur, A. S. (2022). One person reported dead after accident at Alang shipbreaking yard. Obtenido de SHIPPINGWATCH: <https://shippingwatch.com/regulation/article13964951.ece>
- Whiting, K. L. (1988). After Two-Year Odyssey, Ship Unloads Toxic Cargo. AP.
- Wikipedia. (2022). Obtenido de Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/>
- Wikipedia. (2022). Crisotilo. Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Crisotilo>
- Willmington, R. (2022). Vintage vessels to boost demolition sector. Obtenido de Lloyd's List: <https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL1139745/Vintage-vessels-to-boost-demolition-sector>

World Wildlife Fund. (17 de May de 2019). Reciclaje: breve historia de un eterno retorno. Obtenido de World Wildlife Fund:
https://wwf.panda.org/wwf_news/?347192/Reciclaje-breve-historia-de-un-eterno-retorno

YPSA. (2012). Death Trap!

Disposiciones legales

- Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación
- Protocolo de Basilea sobre responsabilidad e indemnización por daños resultantes de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación
- Reglamento (CE) N° 1013/2006 relativo al traslado de residuos
- Directiva 2009/16/CE
- Reglamento (UE) N° 1257/2013 relativo al reciclado de buques
- Convenio internacional sobre control de los sistemas antiincrustantes perjudiciales en los buques, 2001
- Decisión de ejecución (UE) 2022/691
- Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), 1974
- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL)
- Resolución A.962(23)
- Convenio de Hong Kong para el reciclaje seguro y ambientalmente racional de los buques, 2009
- Resolución MEPC.197(62)
- Resolución MEPC.196(62)

- Resolución MEPC.210(63)
- Resolución MEPC.211(63)
- Resolución MEPC.222(64)
- Resolución MEPC.223(64)

Normas de referencia aplicadas

Para este Trabajo de Fin de Grado se han aplicado las normas APA de la Asociación Estadounidense de Psicología para las citas y referencias. A lo largo de la exposición se han incorporado la procedencia de la información a través de textos a tamaño 8, entre paréntesis, subrayados y en cursiva. Información adicional detallada se puede encontrar en el apartado “Referencias”.

Definiciones y abreviaturas

- a. C.: antes de Cristo
- AP: Associated Press
- ASF: Anti-fouling System
- BDT: taka
- BELA: Asociación Medioambiental de Abogados de Bangladés
- °C: grados Celsius
- CH₄: metano
- CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- CO₂: dióxido de carbono
- d. C.: después de Cristo
- DW / DWT: dead-weight / dead-weight tonnage
- EEA: Agencia Europea de Medio Ambiente
- EPA: Agencia de Protección Ambiental estadounidense
- EPI: equipos de protección individual
- FOC: Flag of Convenience
- GT: toneladas de arqueo bruto
- GWP: potencial de calentamiento global
- HBCDD: Material ignífugo bromado
- HFCs: hidrofluorocarbonos
- IACS: Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación
- IHM: Inventory of Hazardous Materials
- km²: kilómetros cuadrados

- LDT: light displacement tonnage
- m: metro
- MARPOL: Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques
- MEPC: Comité de protección del medio marino
- mm: milímetros
- MOA: Memorandum of Agreement
- NF_3 : trifluoruro de nitrógeno
- N_2O : protóxido de nitrógeno
- NO_x : óxido de nitrógeno
- OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
- OIT: Organización Internacional del Trabajo
- OCMI: Organización Marítima Consultiva Intergubernamental
- OMI: Organización Marítima Internacional
- OMS: Organiza Mundial de la Salud
- ONGs: organizaciones no gubernamentales
- PBB: Polibromobifelinos
- PBDE: Polibromodifenileteres
- PCBs: policlorobifenilos / difenilos policlorados / bifenilos policlorados
- PFOS: ácido perfluorooctano-sulfónico
- PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
- PFCs: perfluorocarbonos
- PoDA: Protocol of Delivery and Acceptance
- SF_6 : hexafluoruro de azufre

- SNP: sustancias nocivas potencialmente peligrosas
- SRR: Ship Recycling Regulation
- SO₂: dióxido de azufre
- SOLAS: Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar
- UE: Unión Europea
- ULCC: Ultra Large Crude Carriers
- USD: dólares americanos
- YPSA: Young Power in Social Action

Índice de tablas

Tabla 2.3.1. GWP y concentraciones preindustriales y en el 2011 de los gases de efecto invernadero (*Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014*)

Tabla 3.1.1. Capacidad de carga de la flota mundial según tipo de buque en 2021 (*UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021*)

Tabla 5.1.1. Clasificación de desechos peligrosos por constituyentes según el Convenio de Basilea (*Basel Convention, 2019*)

Tabla 5.1.2. Lista de características peligrosas según el Convenio de Basilea (*Basel Convention, 2019*)

Tabla 5.2.1. Elementos a consignar en el IHM además de las materias del Anexo I (*UE, 2013*)

Tabla 9.3.1. Países ratificadores del Convenio de Hong Kong (*IMO, 2021*)

Índice de figuras

Figura 2.1.1. Campaña americana de colecta de aceite de cocina usado y poster británico de reciclaje durante la Segunda Guerra Mundial (*Alston, 1943*) (*Gilroy, 1939-1946*)

Figura 2.1.2. Símbolo universal del reciclaje (*Símbolo de reciclaje clipart*)

Figura 2.2.1. Efecto invernadero simplificado (*Ministère de l'Écologie, 2018*)

Figura 2.2.2. Evolución de la temperatura global tierra-océano (*NASA's Goddard Institute for Space Studies, 2022*)

Figura 2.2.3. Evolución de la extensión del hielo marino ártico (*National Snow and Ice Data Center, 2022*)

Figura 2.2.4. Evolución del nivel del mar (*NASA's Goddard Space Flight Center, 2022*)

Figura 2.3.1. Porcentaje de emisiones totales en Estados Unidos en 2020 (*Environmental Protection Agency, 2022*)

Figura 3.1.1. Rutas de la flota mercante mundial: portacontenedores (amarillo), graneleros (azul), petroleros (rojo), gaseros (verde) y Ro-Ro (violeta). (*Kiln, 2012*)

Figura 3.1.2. Buques de la flota mercante mundial según tipo en 2021 (*Statista Research Department, 2021*)

Figura 3.2.1. Imagen representativa del impacto medioambiental de un buque durante su fase operativa (*European Environment Agency, 2021*)

Figura 3.3.1. Sede de la OMI en Londres (*IMO, 2021*)

Figura 4.1.1. Distribución del porcentaje del DWT de la flota mundial según edad en 2021 (*UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021*)

Figura 4.1.2. Tasa de crecimiento de la flota mundial desde el año 2000 al 2020 (*UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021*)

Figura 4.1.3. GT construido en 2020 según tipos de buques (*UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021*)

Figura 4.2.1. GT desguazado en 2020 según tipos de buques (*UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021*)

Figura 4.2.2. Imagen satelital de la costa de Aliğa a finales del 2020 *(Ibbetson, 2020)*

Figura 4.2.3. Ciclo de inspecciones habitual *(Broad, 2009)*

Figura 4.3.2. Esquema de la economía circular aplicada a la industria del transporte marítimo *(SSI, 2021)*

Figura 5.1.1. Mapa de los estados partes del Convenio de Basilea *(Basel Convention, 2022)*

Figura 5.2.1. Mapa señalando las instalaciones europeas de reciclado de los estados miembro

Figura 5.2.2. Imagen aérea de las instalaciones de FAYARD A/S *(DSM, 2020)*

Figura 5.2.3. Buque en fase final de desguace en un dique seco de las instalaciones de San Giorgio el Porto S.p.A. *(SAN GIORGIO DEL PORTO, 2022)*

Figura 5.2.4. Buque siendo desguazado en las instalaciones de Damen Verolme Rotterdam B.V. *(DAMEN, 2022)*

Figura 5.2.5. Panorámica de las instalaciones DINA *(LORENZO, 2021)*

Figura 5.2.6. Panorámica de las instalaciones de DDR VESSELS XXI, SL *(LORENZO, 2022)*

Figura 6.1.1. Nacionalidades más comunes de los propietarios de la flota mundial en DWT *(UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021)*

Figura 6.1.2. Banderas de registro más comunes de la flota mundial en DWT *(UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021)*

Figura 6.2.1 De izquierda a derecha, banderas de San Cristóbal y Nieves, Comoras y Tuvalu *(Wikipedia, 2022)*

Figura 6.2.2. Primer contacto de los trabajadores con un buque recién varado en Alang, India *(qCaptain, 2015)*

Figura 7.1.1. Lugar de desguace de los buques de la flota mundial según GT en 2020 *(UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2021)*

Figura 7.2.1. Situación geográfica de Chittagong

Figura 7.2.2. Imagen satelital del litoral al norte de Chittagong *(Digitalglobe, 2020)*

Figura 7.2.3. Caída de una sección cortada de un buque en Chittagong [\(Hettwer, 2020\)](#)

Figura 7.2.4. Menores trasportando una plancha de acero [\(Hettwer, 2020\)](#)

Figura 7.3.1. Trabajador cortando plancha de acero en Alang [\(Willmington, 2022\)](#)

Figura 7.3.2. Situación geográfica de Alang

Figura 7.4.1. Situación geográfica de Gadani

Figura 7.4.2. Momentos después de la explosión en Gadani [\(Shah, 2016\)](#)

Figura 8.2.1. Ejemplo de plano de instalación de reciclaje [\(OMI, 2013\)](#)

Figura 8.2.2. Trabajadores en Alang (India) con EPIs, dirigiéndose a las instalaciones de reciclaje [\(Dave, 2018\)](#)

Figura 8.3.1. Fibras de amianto blanco [\(Wikipedia, 2022\)](#)

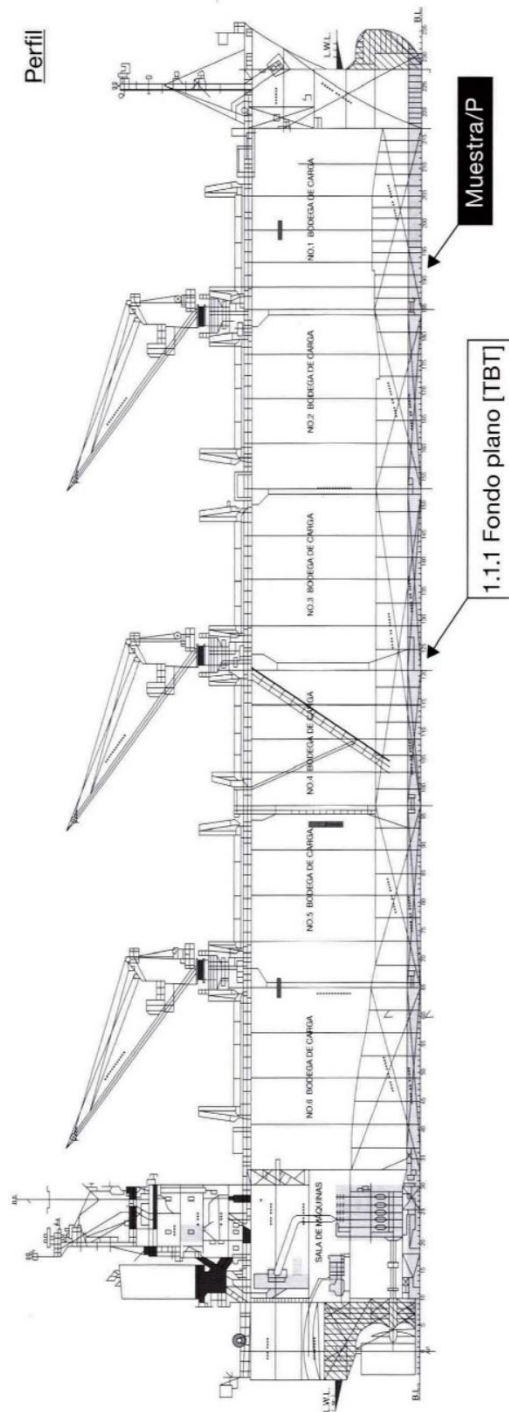
Figura 8.3.2. Ejemplo de PCB en estado líquido [\(BENSS, 2022\)](#)

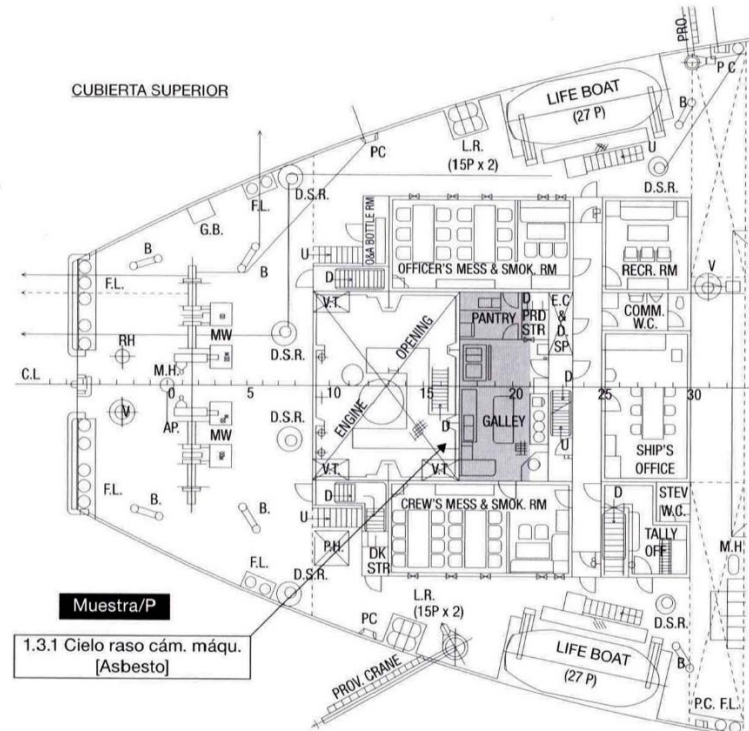
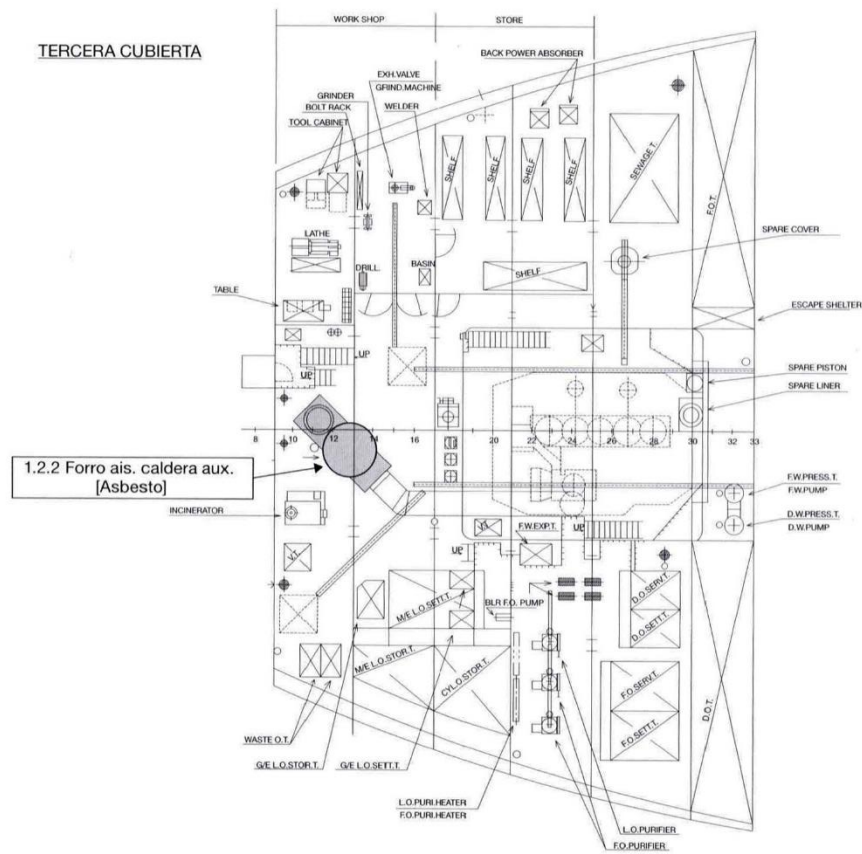
Figura 9.3.1. Mapa de los países ratificadores del Convenio de Hong Kong

Anexo I

Tres ejemplos de diagramas de ubicación de materiales potencialmente peligrosos según requisitos del Reglamento europeo 1257/2013 y del Convenio de Hong Kong:

- Referencia: Resolución MEPC.197(62)





Anexo III

Imágenes del proceso de retirada de aislante térmico (poliuretano) de un buque pesquero incendiado en Desguaces navales e industriales Ángel Pérez SL (Marín, Galicia)

- Referencia: Imágenes propias excepto la tercera, facilitada por Benito Heraclio Calviño, Responsable de Seguridad y Sostenibilidad de la Autoridad Portuaria de Marín y Ría de Pontevedra

