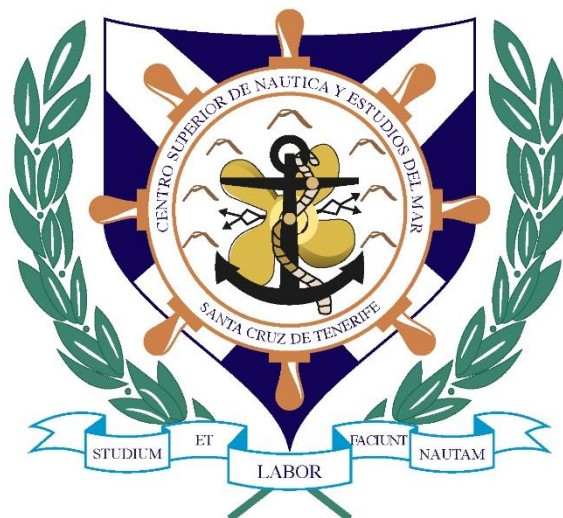


Universidad de La Laguna
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval



Trabajo de Fin de Grado
Grado en Náutica y Transporte Marítimo

ADECUADA GESTIÓN DEL ANEXO V DEL CONVENIO MARPOL

Emma Suárez Corona

Tutoras:
Cintia Hernández Sánchez
Susana García Somalo



Presentado en Junio de 2020

Yo, Cintia Hernández Sánchez, profesora del área de Medicina Preventiva y Salud Pública, perteneciente al Departamento de Obstetricia, Ginecología, Pediatría, Medicina Preventiva y Salud Pública, Toxicología, Medicina Forense y Legal y Parasitología. Y yo, Susana García Somalo, profesora del área de conocimiento Ciencias y Técnicas de la Navegación, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica Civil y Marítima, como tutora y cotutora de la alumna:

Emma Suárez Corona,

Autorizamos la presentación y defensa del Trabajo de Fin de Grado titulado:

“ADECUADA GESTIÓN DEL ANEXO V DEL CONVENIO MARPOL”

A su vez, confirmamos que la alumna ha cumplido con los objetivos generales y particulares que lleva consigo la elaboración del mismo y las normas del reglamento del Trabajo de Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería.

Para que conste y surta los efectos oportunos, firmamos la presente.

En Santa Cruz de Tenerife a 12 de junio de 2020

Fdo.: Cintia Hernández Sánchez.

Directora del trabajo

Fdo.: Susana García Somalo

Cotutora del trabajo

Índice

Índice de ilustraciones.....	6
Índice de tablas.....	7
Lista de acrónimos.....	8
Resumen.....	9
Abstract.....	10
1. Objetivos.....	11
2. Introducción.....	11
2.1. Generación de basuras marinas.....	11
2.2. Basuras marinas.....	13
2.3. Convenio MARPOL.....	14
2.3.1. Anexo V del convenio MARPOL.....	15
2.3.2. Clasificación de basuras según el anexo V.....	17
2.4. Zonas especiales del Convenio.....	20
2.5. Descarga de basuras.....	22
2.5.1. Descarga de basuras fuera de las zonas especiales.....	22
2.5.2. Descarga de basuras dentro de las zonas especiales.....	23
2.5.3. Tabla resumen de la descarga de basuras.....	24
2.5.4. Excepciones.....	25
2.6. Gestión de basuras en puertos.....	26
2.6.1. Gestión de basuras en los puertos de Tenerife.....	31
2.6.2. Tarifa fija y bonificaciones.....	33
2.7. Libro de registro de basuras.....	34
2.8. Equipos de gestión de residuos.....	35
2.8.1. Incinerador.....	35
2.8.2. Compactador.....	36
2.9. Objetivos del desarrollo sostenible.....	37
3. Materiales y métodos.....	37
4. Resultados y discusión.....	40
4.1. Plásticos.....	41
4.2. Residuos alimentarios.....	43
4.3. Residuos domésticos.....	45

4.4. Aceite de cocina.....	48
4.5. Cenizas del incinerador	50
4.6. Residuos operacionales	52
Conclusiones.....	56
Conclusions.....	57
Bibliografía.....	58

Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1: Islas de basura. Fuente: Elaboración propia, a partir de www.fudeso.cl.</i>	12
<i>Ilustración 2: Pez dentro del plástico. Fuente: www.pxfuel.com</i>	13
<i>Ilustración 3: Basura marina. Fuente: pixabay.com</i>	13
<i>Ilustración 4: MARPOL. Fuente: www.ingenieromarino.com</i>	14
<i>Ilustración 5: Fragmentos de plástico encontrados en una tortuga. Fuente: proyecto INDICIT.</i>	15
<i>Ilustración 6: Longevidad plásticos. Fuente: es.greenpeace.org</i>	18
<i>Ilustración 7: Ave entre residuos de pesca aglomerados. Fuente: pixabay.com</i>	20
<i>Ilustración 8: Zonas especiales. Fuente: Elaboración propia</i>	21
<i>Ilustración 9: Formulario de descarga I. Fuente: www.boe.es</i>	27
<i>Ilustración 10: Formulario de descarga II. Fuente: www.boe.es</i>	28
<i>Ilustración 11: Formulario descarga buques de pesca y recreo. Fuente: www.boe.es</i>	29
<i>Ilustración 12: Recibo de residuos I. Fuente: www.boe.es</i>	30
<i>Ilustración 13: Recibo de residuos II. Fuente: www.boe.es</i>	31
<i>Ilustración 14: Camión cisterna de Esponja del Teide. Fuente: www.laesponjadelteide.com</i>	32
<i>Ilustración 15: Libro de registro de basura. Fuente: www.ingenieromarino.com</i>	35
<i>Ilustración 16: Objetivos del desarrollo sostenible. Fuente: es.wikipedia.org</i>	37
<i>Ilustración 17: Diagrama gestión de desechos. Fuente: www.imo.org</i>	38
<i>Ilustración 18: Diagrama plástico. Fuente: Elaboración propia</i>	41
<i>Ilustración 19: Diagrama desechos alimentarios. Fuente: Elaboración propia</i>	43
<i>Ilustración 20: Diagrama desechos domésticos. Fuente: Elaboración propia</i>	45
<i>Ilustración 21: Diagrama aceite de cocina. Fuente: Elaboración propia</i>	48
<i>Ilustración 22: Diagrama incinerador. Fuente: Elaboración propia</i>	50
<i>Ilustración 23: Diagrama residuos operacionales I. Fuente: Elaboración propia</i>	52
<i>Ilustración 24: Diagrama residuos operacionales II. Fuente: Elaboración propia</i>	53
<i>Ilustración 25: Zonas de especial conservación de la red Natura 2000. Fuente: Elaboración propia a partir de GRAFCAN</i>	55

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Anexos MARPOL. Fuente: Elaboración propia a partir de www.imo.org.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 2: Modificaciones Anexos. Fuente: Elaboración propia a partir de www.imo.org16</i>	
<i>Tabla 3: Tipos de basuras. Fuente: Elaboración propia a partir del libro MARPOL 2017</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 4: Descarga fuera de las zonas especiales. Fuente: Elaboración propia a partir del libro MARPOL 2017.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 5: Descarga en zonas especiales. Fuente: Elaboración propia a partir del libro MARPOL 2017.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 6: Resumen descargas. Fuente: Elaboración propia a través de reglas 4,5 y 6 del anexo V del MARPOL</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 7: Volumen residuos. Fuente: TFG (Plan de gestión y estudio de la cantidad de basura).....</i>	<i>39</i>

Lista de acrónimos

TFG	Trabajo de Fin de Grado
OMI	Organización Marítima Internacional
MARPOL	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación Marina por los Buques
MEPC	Comité de Protección del Medio Marino
BOE	Boletín Oficial del Estado
PEID	Pequeños Estados Insulares en Desarrollo
ZEC	Zonas Especiales de Conservación
PCBs	Bifenilospoliclorados
RDL	Real Decreto Legislativo

Resumen

La contaminación marina es uno de los temas más relevantes en el sector marítimo, el tratamiento de los residuos a bordo es de gran importancia, y se debe llevar a cabo cuidadosamente para reducir la contaminación marina. Cada buque, desarrolla un protocolo con un procedimiento y tratamiento específico para la eliminación de los residuos, que variará en función de la zona en la que naveguen y de los equipos con los que cuenten a bordo para el adecuado tratamiento de las basuras. En cualquier de los casos, la gestión de las basuras a bordo, tendrá que cumplir con lo establecido en el anexo V del MARPOL, que se estudiará también en este trabajo.

Este trabajo lleva a cabo una revisión de la gestión de las basuras a bordo, desde su clasificación, separación, tratamiento hasta su eliminación. Por otro lado, este TFG presenta la novedad de identificar una adecuada gestión desde el punto de vista medioambiental y económico, de las basuras generadas a bordo de un buque determinado, considerando los volúmenes de residuos reales producidos y las herramientas que posee el propio buque para su tratamiento.

De esta manera, se conseguirán los conocimientos necesarios, para la adecuada gestión de los residuos a bordo en nuestro día a día y conseguir así, en la medida de lo posible, reducir la contaminación del medio marino procedente de los buques. También, debemos tener en cuenta que, una de las razones por la que los buques eliminan las basuras permitidas según el Anexo V en el mar, aunque no sea medioambientalmente lo más correcto, se debe al gran costo que implica tener los instrumentos y equipos necesarios para el tratamiento ideal de las basuras generadas a bordo, además del mantenimiento de los mismos.

Palabras clave: contaminación, residuos, desechos, basuras marinas, vertidos, gestión.

Abstract

Marine pollution is one of the most important issues in the maritime sector, the treatment of waste on board is of great importance, and it must be carried out with care to reduce marine pollution. Each ship develops a protocol with a specific procedure for treatment of waste elimination, which shall change according to the area in which it sails and the tools it has on board for the proper treatment of the waste. In any case, the management of waste on board will have to comply with the provisions of Annex V of MARPOL, which shall be studied in this project.

On the one hand, this work carries out a review of waste management on board, from classification, separation and treatment to its disposal. On the other hand, this TFG presents the novelty of identifying the proper management from an environmental and economic point of view of the waste generated on board in a particular ship, considering the volumes of actual waste produced and the tools that the ship has for its treatment.

In this way, the necessary knowledge for the proper management of on-board waste will be obtained in our day-to-day life and then be able to reduce, as far as possible, that pollution of the marine environment from ships. We must also keep in mind that, one of the reasons why ships dispose in Annex V of waste at sea, even if it is not environmentally correct, is due to the high cost of having the necessary instruments and equipment for the ideal treatment of this generated waste, in addition to its processing costs.

Key words: pollution, waste, rubbish, marine garbage, spill, management.

1. Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo general conocer la información correspondiente a la manipulación y tratamiento de las basuras generadas a bordo, para, intentar reducir la contaminación marina.

En cuanto a los objetivos específicos, este TFG se centra en los siguientes:

- Determinar las basuras que se pueden verter al mar según al anexo V.
- Conocer las zonas en las que se pueden eliminar las basuras.
- Conocer la gestión de los residuos en los puertos, concretamente en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife.
- Realizar un estudio de la gestión adecuada de las basuras generadas a bordo desde el punto de vista económico y medioambiental.
- Relacionar este trabajo con los objetivos del desarrollo sostenible.

2. Introducción

2.1. *Generación de basuras marinas*

La generación y el desecho de residuos marinos, es una problemática en auge, y que es preocupante desde el punto de vista económico y medioambiental. La incipiente preocupación por los desechos marinos, ha dado lugar a la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (Directiva 2008/56/CE) (Ce et al., 2008) y su trasposición a la ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino (Ley 41/2010, de 29 de diciembre, 2010). Por otro lado, desde el sector marítimo, la preocupación basada en la generación y eliminación de basuras a bordo, se centra en el anexo V del Convenio MARPOL, que marca las pautas para prevenir la contaminación del medio marino por los buques.

Vivimos en una sociedad basada en una economía lineal, en la que todo producto, se adquiere, se usa y se desecha. Esto conlleva un consumismo excesivo que nuestro planeta no puede soportar de forma sostenible. Por ello, el parlamento europeo, ha establecido la Directiva 851/2018 sobre residuos, en la que se prioriza una sociedad basada en la economía circular, en la que se reutiliza, se reduce y se recicla la cantidad de residuos generados (Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, n.d.).

En relación al sector marítimo, la organización encargada de regular las normas para la seguridad, protección y comportamiento ambiental, es la Organización Marítima Internacional (OMI). Esta organización, es la encargada de crear las normas para que el transporte marítimo sea lo más adecuado posible. Por otro lado, el convenio que se ha

creado para prevenir la contaminación por los buques, es el Convenio MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) (Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (1973. Protocolos, etc., 2017).

El término basura marina, engloba cualquier elemento utilizado por los humanos y que es evacuado en el medio marino, ríos, lagos y playas, que de una manera u otra llegan a los océanos, provocando el deterioro en la biodiversidad marina, generando dificultades en la vida humana. Estos elementos son los que tenemos que controlar para reducir, en la medida de lo posible, los vertidos al mar. No toda la basura que existe en los océanos es aquella que vemos, ya que solo es el 15% de esta la que podemos ver flotando en las aguas, el otro 15% se encuentra en la columna de agua y el 70% restante se encuentra en el fondo marino, habiéndose encontrado plásticos a 10.000 metros de profundidad (Eriksen et al., 2014). Si ya nos parece excesivo lo que vemos, tenemos que ser conscientes que eso es solo una quinta parte de lo que de verdad tenemos bajo nuestros océanos.

Por otro lado, tan solo el 20% de la contaminación marina proviene de los barcos, dejándonos que el 80% restante provenga de la tierra. (“¿Cómo llega el plástico a los océanos y qué sucede entonces? - ES | Greenpeace España,” n.d.) Cuando nos deshacemos de los residuos en tierra, la mayoría de estos llegan a vertederos, o incluso pueden ser incinerados o reciclados. Pero, estos por diferentes acciones, ya sean por ayuda del viento, tormentas o una mala gestión, pueden llegar a ríos u costas que la conllevarán directamente a los océanos. Una vez en los océanos la acción de la corriente propia de los mares, reúnen todos estos desechos en determinados puntos del planeta, creándose así, las conocidas islas de basura, localizadas como se puede ver en la **Ilustración 1**.

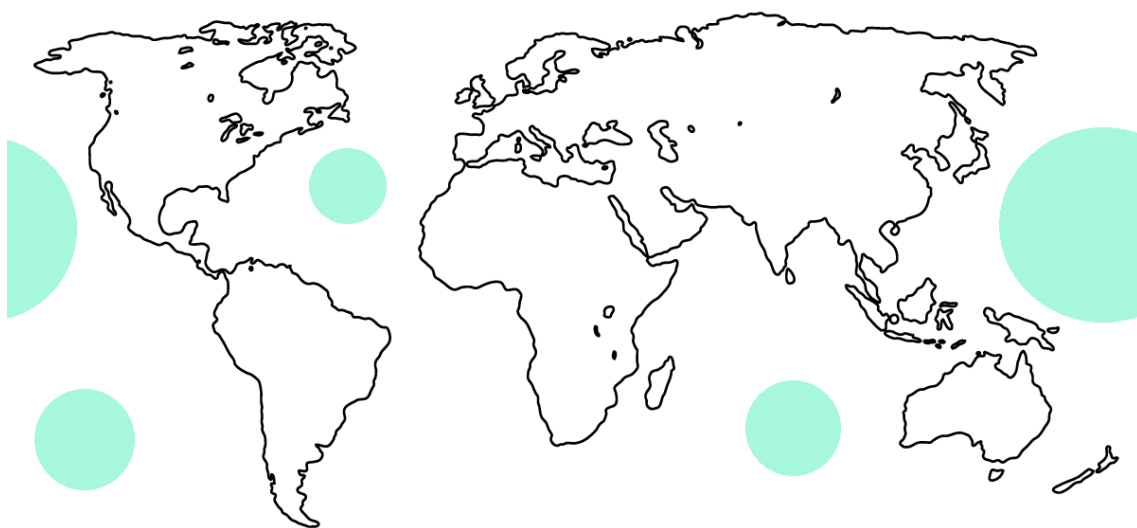


Ilustración 1: Islas de basura. Fuente: Elaboración propia, a partir de www.fudeso.cl

2.2. Basuras marinas

Algunos estudios revelan que alrededor del año 2050, habrá mayor cantidad de plásticos que de peces en el mar, ya que a pesar de las medidas restrictivas que existen, los vertidos al mar siguen existiendo de manera abundante (“«En el 2050 habrá más plástico que peces en los océanos»,” n.d.).

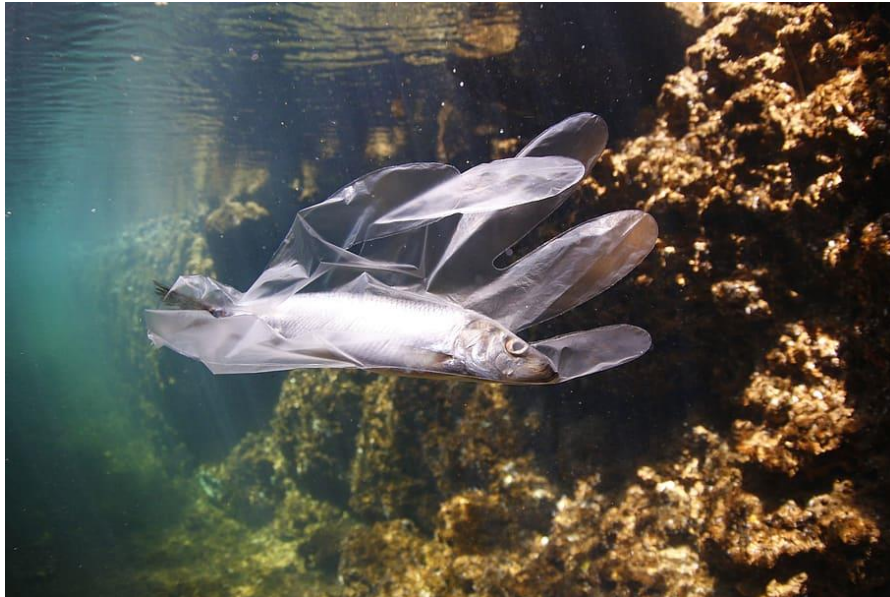


Ilustración 2: Pez dentro del plástico. Fuente: www.pxfuel.com

Los desechos marinos son desperdicios de actividades humanas que acaban flotando en el agua, ya sea por un accidente o por una operación de descarga, viéndose un ejemplo de los efectos sobre la biota en la **Ilustración 2** o sobre el medio marino en la **Ilustración 3**.



Ilustración 3: Basura marina. Fuente: pixabay.com

Todos estos desechos que se encuentran en el océano, afectan negativamente a muchos aspectos de nuestro entorno, como, por ejemplo:

- El turismo, ya que los visitantes, lo que quieren ver se centra en la belleza del lugar que no encontrarán por la presencia de estas basuras.
- La pesca, debido a que cada vez hay más muertes de peces y otros animales marinos, que se quedan enredados en redes y otros desechos.
- El transporte marítimo y la navegación, porque la basura marina se puede enrollar en hélices y timones de grandes buques.
- La biodiversidad marina y por lo tanto la vida humana, ya que somos nosotros los que ingerimos este alimento y por lo tanto las partículas que ellos poseen.

2.3. Convenio MARPOL

El Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, conocido más comúnmente en el sector marítimo como MARPOL, es el convenio que regula la contaminación marina proveniente de los buques (**Ilustración 4**).



Ilustración 4: MARPOL. Fuente: www.ingenieromarino.com

Este Convenio fue incorporado en 1973 en la sede de la OMI pero no fue adoptado hasta que, posteriormente, se creó el Protocolo de 1978 debido a un gran número de accidentes de buques tanque que transcurrieron entre 1976 y 1977. Igualmente, otro nuevo instrumento fue incorporado en octubre de 1983 y en 1997, firmándose un Protocolo para introducir nuevas correcciones y siendo añadido el Anexo V, que entró en vigor en mayo de 2005.

Este Convenio posee diferentes reglas, seis anexos para ser exactos, reflejados en la **Tabla 1**, para prevenir y reducir la contaminación marina ocasionada por los buques tanto en actividades de descargas diarias, como en accidentes (“Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL),” n.d.)

ANEXOS	ENTRADA EN VIGOR
Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos	2 de octubre de 1983
Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel	2 de octubre de 1983
Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos	1 de julio de 1992
Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques	27 de septiembre de 2003
Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación ocasionada por las basuras de los buques	31 de diciembre de 1988
Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques	19 de mayo de 2005

Tabla 1: Anexos MARPOL. Fuente: Elaboración propia a partir de www.imo.org

2.3.1. Anexo V del convenio MARPOL

Las basuras vertidas por los barcos y las provenientes de tierra, son una de las causas principales actualmente de muerte directa e indirectos de la fauna y flora marina. Una de las basuras marinas más implicadas son los plásticos, ya que tienen la capacidad de flotar y una elevada persistencia en el medio ambiente, pudiendo tardar hasta 500 años en desaparecer de la vista humana. Algunos animales marinos confunden los plásticos con comida, siendo las tortugas marinas afectadas especialmente por la ingesta de plástico o el enredo con redes fantasmas de origen plástico. En la **Ilustración 5** se puede observar a simple vista, la cantidad de plástico que puede llegar a ser obtenidas en el interior de una tortuga. Un estudio demuestra que, las tortugas se ven atraídas por el olor de la biopelícula que envuelve al plástico, se entiende esta, como plástico con algas y microorganismos adheridos en él, además del parecido que se encuentran entre las bolsas de plástico y la forma propia de una medusa, alimento principal de las tortugas (“A las tortugas les atrae el olor del plástico podrido | Ciencia | EL PAÍS,” n.d.).



Ilustración 5: Fragmentos de plástico encontrados en una tortuga. Fuente: proyecto INDICIT.

Durante algún tiempo, se pensó que los océanos absorbían la basura que vertíamos en ellos. Es cierto que la capacidad de autodepuración del mar y sus integrantes, pueden absorber algunos elementos, pero otros residuos pueden tardar meses, incluso años. Con el paso del tiempo, con la educación de la sociedad y con los conocimientos que se van obteniendo, se ha conseguido cambiar esta idea que se tenía y de esta forma, reducir en cierta medida estos vertidos, con la implantación de convenios como es el Anexo V del MARPOL dentro del sector marítimo.

El objetivo de dicho Anexo, es el de eliminar y reducir los vertidos de basuras al mar proveniente de todo tipo de buques, desde los mercantes y plataformas fijas, hasta los de recreo, para así reducir la contaminación, como mejorar la vida marina. Se puede decir, que este es opcional, pero aun así, lo han firmado alrededor de unos 150 países (“Basura,” n.d.).

Este anexo ha sufrido modificaciones con el paso de los años (**Tabla 2**), para mejorar sus restricciones, con el fin de reducir la contaminación al mínimo posible. Las modificaciones que ha sufrido el anexo V, en el cual se va a centrar el trabajo, son las siguientes:

RESOLUCIÓN	ENTRADA EN VIGOR
MEPC.36 (28)	18 de febrero de 1991
MEPC.42 (30)	17 de marzo de 1992
MEPC.48 (31)	4 de abril de 1993
Resolución 3 de la Conferencia de las Partes del MARPOL	3 de marzo de 1996
MEPC.65 (37)	1 de julio de 1997
MEPC.89 (45)	1 de marzo de 2002
MEPC.116 (51)	1 de agosto de 2005
MEPC.201 (62)	1 de enero de 2013
MEPC.216 (63)	1 de agosto de 2013
MEPC.246 (66)	1 de enero de 2016
MEPC.265 (68)	1 de enero de 2017
MEPC.277 (70)	1 de marzo de 2018

Tabla 2: Modificaciones Anexos. Fuente: Elaboración propia a partir de www.imo.org

El Anexo V, trata los distintos tipos de basuras, así como define las distancias de la tierra a la que se puede verter cada tipo de desecho, además de la manera de la que hay que hacerlo (“Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL),” n.d.). Por otro lado, este anexo posee un segundo capítulo, dedicado expresamente a los buques que navegan en aguas polares, denominado Código Polar. Las aguas polares son aquellas que abarcan la zona del Antártico y las aguas árticas, aguas que poseen abundantes especies animales en peligro de extinción y un ecosistema marino de especial conservación.

2.3.2. Clasificación de basuras según el anexo V

El anexo V del MARPOL define basura, como “todo tipo de alimento, desecho doméstico y operativo, todos los plásticos, residuos de carga, cenizas de incinerador, aceite de cocina, equipo de pesca y cadáveres de animales generados durante la operación normal del barco y que pueden ser eliminados continuamente o periódicamente. No se incluye pescado fresco y sus partes generadas como resultado de actividades pesqueras realizadas durante el viaje, o como resultado de actividades acuícolas.”

Así mismo, según el anexo V del Convenio MARPOL, las basuras se clasifican en diferentes categorías, mostrándose en la **Tabla 3** (Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (1973. Protocolos, etc., 2017):

CATEGORIA	RESIDUO	DESCRIPCION DEL TIPO DE RESIDUO
A	Plástico	Todo tipo de plástico
B	Residuos alimentarios	Residuos alimentarios
C	Residuos domésticos	Papel Vidrio Metal Madera Material de embalaje Residuos indiferenciados
D	Aceite de cocina	Aceite de cocina
E	Cenizas del incinerador	Cenizas
F	Residuos operacionales	Residuos hospitalarios Pinturas Fangos peligrosos Baterías con plomo Embalajes contaminados Absorbentes contaminados por sustancias nocivas Bombillas
G	Residuos de carga	Residuos de carga
H	Cadáveres de animales	Carcasas de animales
I	Artes de pesca	Artefactos de pesca

Tabla 3: Tipos de basuras. Fuente: Elaboración propia a partir del libro MARPOL 2017

A. Plásticos

Los plásticos constituyen el 80% de la basura encontrada en el medio marino (“El 80% de los residuos en el mar son plásticos - Gestores de Residuos,” n.d.) y son materiales formado por compuestos orgánicos, sintéticos o semisintéticos, que tienen la facilidad de poder ser moldeados mediante calor o presión, o ambos. Es por ello, que encontramos plásticos en todos los entornos de nuestro día a día, desde envases de productos alimentarios, hasta en textiles de ropa, componentes de productos cosméticos y gran cantidad de utensilios y herramientas, ya que es el material que mejor

puede cumplir todas las funciones. Y al igual que es lo más habitual en nuestra rutina diaria, también es lo más habitual de encontrar en nuestros mares.

Debido al uso irresponsable de este material, hemos llegado a la situación actual, en la que cada año, según Greenpeace, los océanos reciben hasta 12 millones de toneladas de basura, de las cuales, entre el 60-80% son plásticos (“Plásticos - ES | Greenpeace España,” n.d.). Otra de las ventajas, aparte de la moldeabilidad, es que el plástico puede ser reciclado y reutilizado posteriormente por las industrias para otra actividad, pero a nivel mundial, solo el 9% del plástico que hemos utilizado, se ha reciclado, el 12% se ha incinerado, lo que nos deja que el 79% restante, se ha eliminado en vertederos o en el medio ambiente, llegando a la situación actual en la que nos encontramos en relación a la contaminación de los mares.

La principal desventaja de los plásticos y la gran causa de la contaminación, se basa en su persistencia en el medio ambiente, como muestra la **Ilustración 6** (“¿Cómo llega el plástico a los océanos y qué sucede entonces? - ES | Greenpeace España,” n.d.).



Ilustración 6: Longevidad plásticos. Fuente: es.greenpeace.org

Si tan solo, una botella de agua tarde 500 años en desintegrarse en la tierra, en el mar puede alargarse este proceso hasta duplicar o triplicar este tiempo, especialmente en el

fondo marino. Esto es debido a que el proceso de desintegración depende del tipo de plástico que se trate y de las condiciones ambientales a las que esté expuesto, ya sea la cantidad de oxígeno, la de luz solar o de otros agentes. El principal agente de degradación en los océanos es la radiación UV procedente del Sol y el golpeo con el oleaje, que aceleran el proceso y separa el plástico en fragmentos más pequeños, dando lugar a los microplásticos (Crawford, Quinn, Crawford, & Quinn, 2017). Una vez, que este quede cubierto de otras materias, enterrados o semihundido, queda menos expuesto a la luz solar, disminuye la temperatura y retrasando la degradación (Auta, Emenike, & Fauziah, 2017).

Por todas estas razones, el plástico es el elemento que posee un mayor número de medidas restrictivas en el sector marítimo, estando terminantemente prohibido, según el anexo V del Convenio MARPOL el vertido de estos materiales desde los buques al mar. Además, todos los desechos a bordo de los buques deben pasar un examen antes de ser vertidos para comprobar que no poseen partículas de plásticos.

B. Residuos alimentarios

Los desechos de alimentos son definidos como cualquier sustancia alimentaria que haya sido eliminada estando estropeada o no, como productos lácteos, aves, carne...

C. Residuos domésticos

Por desecho doméstico se entiende cualquier desecho generado por los humanos en los espacios de alojamiento a bordo, sin contar las aguas grises que no se consideran parte de este grupo.

D. Aceite de cocina

El aceite de cocina se conoce como todo aceite utilizado para cocinar u otra grasa animal utilizado para preparar o cocinar alimentos, pero no entran dentro de este grupo los alimentos que han sido cocinados con dicho aceite.

E. Cenizas

Las cenizas del incinerador son las resultantes de las incineraciones realizadas a bordo para su posterior descarga.

F. Residuos operacionales

Los residuos operacionales engloban todos los residuos sólidos, como los lodos, que son obtenidos a bordo durante el mantenimiento y operaciones normales del buque, además de aquellos elementos que se utilizan para la estiba y la manipulación de la carga. Además, también abarcan los aditivos y agentes de limpieza utilizados para limpiar las bodegas y el agua que se utiliza para el lavado exterior. Por lo contrario, no encontramos en este grupo, las aguas grises, las aguas de sentina, ni otras descargas que sean necesarias para el desarrollo de la vida a bordo.

G. Residuos de carga

Los residuos de carga son definidos como los residuos de la carga que se queden en la cubierta o en las bodegas después de haber realizado la operación de carga o descarga. Por otro lado, entra en este grupo el exceso o el derrame de cualquier carga y descarga,

arrastrados por el agua de lavado, pero no engloba el polvo de la carga que se haya quedado en cubierta ni el que se deposita en las superficies exteriores del buque tras una operación.

H. Cadáveres de animales

Los cadáveres de animales engloban todos los cuerpos de animales muertos que se lleven a bordo para ser consumidos por la tripulación.

I. Artes de pesca

Las artes de pesca son definidas como cualquier herramienta o partes de ellas utilizadas para capturar animales marinos. Esto engloba todos los conjuntos colocados en la superficie del barco o dentro del agua destinados a la captura o contención para la posterior captura de los organismos. En la **Ilustración 7**, podemos ver como las aves se quedan atrapadas en estos residuos de pesca:



Ilustración 7: Ave entre residuos de pesca aglomerados. Fuente: pixabay.com

2.4. Zonas especiales del Convenio

Alrededor de todo el mundo, se encuentran diferentes zonas que se tratan de una manera más rigurosas que el resto, ya sea porque poseen un ecosistema único y en extinción, porque poseen condiciones de hielo extremo, porque es una zona muy contaminada o porque es un espacio muy transitado por buques. Es por ello, que en estos lugares se debe tener más control obedeciendo reglas más estrictas. Estas áreas, se denominan Áreas o Zonas Especiales.

El MARPOL define estas zonas como: “extensiones de mar en las que, por razones técnicas reconocidas en relación con sus condiciones oceanográficas y ecológicas y el carácter particular de su tráfico marítimo, se hace necesario adoptar procedimientos especiales obligatorios para prevenir la contaminación del mar por las basuras” (“Prevención de la contaminación por las basuras de los buques,” n.d.).

Las zonas especiales se localizan en:

- **Zona del mar Mediterráneo:** abarca todo este mar, incluido sus golfos y mares interiores (color rojo).
- **Zona del mar Báltico:** engloba dicho mar, así como los golfos de Botnia y Finlandia y la entrada al Báltico hasta el paralelo que pasa por Skagen (color amarillo).
- **Zona del mar Negro:** que se separa del Mediterráneo por la divisoria del paralelo 41ºN (color naranja).
- **Zona del mar Rojo:** abarca este mar, además de los golfos de Suez y Aqaba, que están limitados al sur por la línea loxodrómica que une Ras si Ane y Husn Murad (color verde).
- **Zona de los Golfos:** extensión de mar que se encuentra al noreste de la línea loxodrómica que une Ras al Hadd y Ras al Fasteh (color rosa).
- **Zona del mar del Norte:** engloba dicho mar, así como sus mares interiores localizados al sur del paralelo 62ºN y al este del meridiano 4ºW, el estrecho Skagerrack limitado por el paralelo 57º44,8'N y el canal de la Mancha y sus accesos, limitado al este del meridiano 5ºW y al norte del paralelo 48º30'N (color azul).
- **Zona del Antártico:** definida como el área localizada al sur del paralelo 60ºS (color verde).
- **Región del Gran Caribe:** abarca el golfo de México y el mar Caribe, con sus bahías y mares interiores, y una parte del océano Atlántico que queda delimitado por el paralelo 30ºN hasta el meridiano 77º30'W y una serie de líneas loxodrómicas que van de la intersección del paralelo 20ºN y el meridiano 59ºW, otra hasta la intersección del paralelo 7º20'N y el meridiano 50ºW y la última trazada hacia el sudoeste hasta el límite oriental de la Guyana Francesa (color violeta).

Podemos ver la localización de estas zonas sobre el mapa, en la siguiente imagen, **Ilustración 8:**

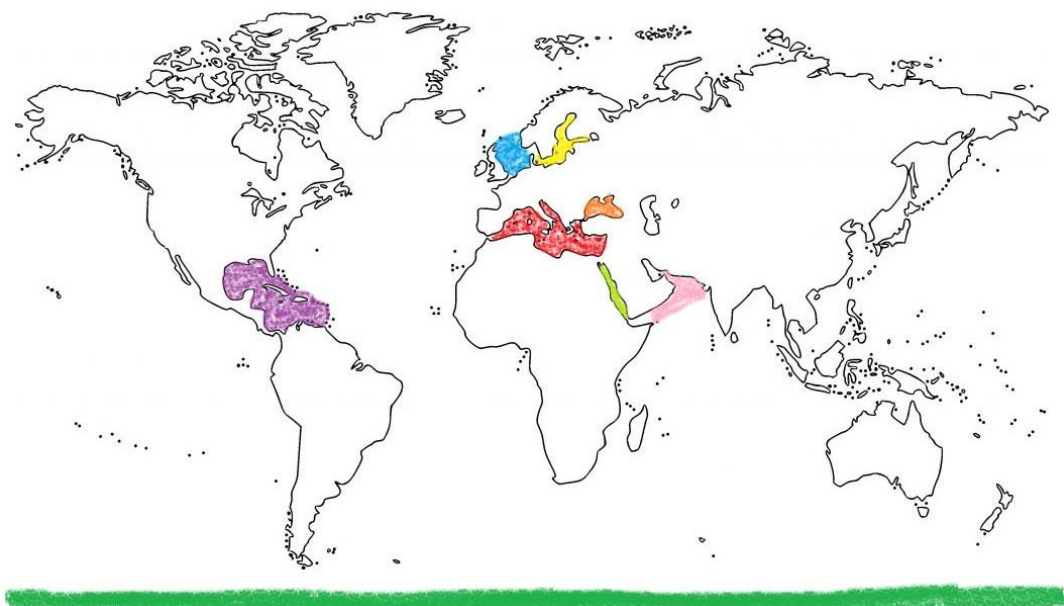


Ilustración 8: Zonas especiales. Fuente: Elaboración propia

2.5. Descarga de basuras

Dentro de un buque, no todas las basuras son tratadas de la misma manera como ya se ha comentado anteriormente, ya que cada tipo precisa de un método de tratamiento determinado. De esta forma, cada desecho puede ser manipulado de maneras diversas, cada uno de ellos también es descargado de una forma y a una distancia de la costa distinta, teniendo en cuenta que toda aquella basura que esté mezclada o contaminada con otra sustancia, debe tratarse teniendo en cuenta las restricciones más rigurosas y no pueden ser eliminadas al mar (Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (1973. Protocolos, etc., 2017).

2.5.1. Descarga de basuras fuera de las zonas especiales

En la siguiente tabla, **Tabla 4**, podremos ver cómo y dónde puede ser descargado cada tipo de basura:

Basura	Descarga de basura
Desechos alimentarios triturados o desmenuzados (los desechos deben pasar por cribas con mallas de 25mm de ancho como máximo)	≥ 3 millas, navegando y tan lejos como sea posible
Desechos alimentarios no triturados	≥ 12 millas, navegando y tan lejos como sea posible
Residuos de carga que no pueden recuperarse con los métodos normales de su descarga	≥ 12 millas, navegando y tan lejos como sea posible
Cadáveres de animales	Navegando y tan lejos como sea posible de la tierra más próxima. (Debería estar a ≥ 100 millas, navegando y a la máxima profundidad.)
Agentes de limpieza en bodegas de carga y aguas de lavado de cubiertas	Descarga permitida, pero no deben ser perjudiciales para el medio marino
Plásticos Cabullería Artes de pesca Bolsas de plástico para las basuras Escorias Aceite de cocina Materiales flotantes de estiba Revestimiento y embalaje	Descarga prohibida
Productos de papel y trapos Vidrios, botellas, loza Metales	Descarga permitida, si los desechos han sido desmenuzados y pasen por cribas con mallas de 25mm como máximo. La descarga debe hacerse lo más lejos posible

	de la costa y nunca a menos de 3 millas de esta.
--	--

Tabla 4: Descarga fuera de las zonas especiales. Fuente: Elaboración propia a partir del libro MARPOL 2017

La descarga de basura desde plataformas fijas o flotantes, se realiza de diferente manera que el resto de buques. Pues, las plataformas que se encuentren mar adentro, a más de doce millas de la costa, así como, los buques que estén atracados a ellas o a menos de 500m de las mismas, tienen prohibida la descarga de todas las basuras, excepto los desechos de alimentos desmenuzados o triturados que puedan pasar por cribas de mallas de 25 mm de apertura como máximo.

2.5.2. Descarga de basuras dentro de las zonas especiales

La descarga en las áreas especiales es más estricta, como podemos ver en la **Tabla 5**, debido a las condiciones marinas y el tránsito marítimo de las mismas, que requieren adoptar procedimientos especiales para prevenir la contaminación. Además, al igual que las descargas fuera de las zonas especiales, las basuras contaminadas por otro tipo de desecho deben ser tratados con las prescripciones más restringidas.

Basura	Descarga de Basura
Desechos alimentarios triturados o desmenuzados (los desechos deben pasar por cribas con mallas de 25mm de ancho como máximo)	≥ 12 millas, navegando y tan lejos como sea posible
Desechos alimentarios no triturados	Descarga prohibida
Residuos de carga que no pueden recuperarse con los métodos normales de su descarga	Descarga con el buque navegando y lo más lejos prohibido de la costa, si: <ul style="list-style-type: none"> • Los residuos de carga no incluyen ninguna sustancia perjudicial para el medio ambiente • El buque no va a salir de la zona especial entre su puerto de salida y el de llegada • En los puertos no se disponen de instalaciones de recepción adecuadas
Cadáveres de animales	Descarga prohibida
Agentes de limpieza en bodegas de carga y aguas de lavado de cubiertas que no contengan residuos	Descarga permitida
Agua de lavado y agentes de limpieza de bodegas de carga que contengan residuos	≥ 12 millas, navegando y tan lejos como sea posible
Plásticos Cabullería Artes de pesca Bolsas de plástico para las basuras Escorias	Descarga prohibida

Aceite de cocina Materiales flotantes de estiba Revestimiento y embalaje Productos de papel y trapos Vidrios, botellas, loza Metales	
---	--

Tabla 5: Descarga en zonas especiales. Fuente: Elaboración propia a partir del libro MARPOL 2017

Por otro lado, la zona del Antártico tiene unas medidas especiales, aparte de las ya vistas anteriormente en la **Tabla 5**, siendo estas las siguientes:

Los puertos que prestan servicios a un buque que inicia un viaje hacia la zona del Antártico o un viaje de vuelta, tiene que garantizar la presencia de instalaciones para la recepción de todas las basuras procedentes de dichos buques.

- Se deberá comprobar, antes de que un buque entre en esta zona, que posee capacidad suficiente para mantener a bordo todas las basuras, mientras se encuentren en ruta y, además, se deberá corroborar que tiene acordada la descarga de la basura en una instalación tras salir de la misma.
- Está prohibida la descarga de aves o partes de ellas, excepto que estas hayan sido esterilizadas.

2.5.3. Tabla resumen de la descarga de basuras

A continuación, la **Tabla 6** muestra de forma resumida las restricciones de descargas de basuras desde buques y plataformas marinas.

TIPOS DE BASURA	TODOS LOS BUQUES MENOS LAS PLATAFORMAS		PLATAFORMAS MAR ADENTRO A MÁS DE 12 MILLAS Y BUQUES ATRACADOS A ELLAS O A MENOS DE 500 METROS
	FUERA DE LAS ZONAS ESPECIALES	DENTRO DE LAS ZONAS ESPECIALES	
Desechos alimentarios triturados	≥ 3 millas, navegando y tan lejos como sea posible	≥ 12 millas, navegando y tan lejos como sea posible	Descarga permitida
Desechos alimentarios no triturados	≥ 12 millas, navegando y tan lejos como sea posible	Descarga prohibida	Descarga prohibida
Residuos de carga	≥ 12 millas, navegando y tan lejos como sea posible	Navegando y tan lejos como sea posible si: <ul style="list-style-type: none"> . No son perjudiciales . El barco no sale de la zona especial 	Descarga prohibida

		. En los puertos no hay instalaciones de recepción	
Cadáveres de animales	Navegando y tan lejos como sea posible	Descarga prohibida	Descarga prohibida
Agentes de limpieza en bodegas de carga y aguas de lavado de cubiertas que no contengan residuos	Descarga permitida	Descarga permitida	Descarga prohibida
Agentes de limpieza y aguas de lavado que contengan residuos	Descarga permitida, si no son perjudiciales	≥ 12 millas, navegando y tan lejos como sea posible	Descarga prohibida
Plásticos Cabullería Artes de pesca Aceite de cocina Materiales de estiba Embalajes	Descarga prohibida	Descarga prohibida	Descarga prohibida
Papel y trapos Vidrios, botellas, loza Metales	≥ 3 millas, navegando y tan lejos como sea posible, si han sido triturados	Descarga prohibida	Descarga prohibida

Tabla 6: Resumen descargas. Fuente: Elaboración propia a través de reglas 4,5 y 6 del anexo V del MARPOL

2.5.4. Excepciones

Las anteriores reglas citadas sobre la descarga de los buques, tanto en zonas especiales, como fuera de ellas, se podrán incumplir cuando:

- Se deba realizar una descarga para asegurar la seguridad del buque, así como de las personas que van en él, o incluso para salvar la vida marina.
- Accidentalmente se produzca una descarga debido a una avería a bordo, pero siempre que antes y después de la avería se estuvieran tomando las medidas necesarias para reducir este vertido lo máximo posible.
- Se pierda accidentalmente artes de pesca en un buque o se descarguen estas para proteger el medio marino, así como la seguridad de dicho buque y su tripulación a bordo.
- Un buque, que no esté navegando, deba descargar desechos de alimentos debido a que estos son perjudiciales para la salud de las personas que se encuentren a bordo.

2.6. *Gestión de basuras en puertos*

Todos los puertos del planeta, tanto en las zonas especiales como fuera de ellas, tienen como obligación, el garantizar la presencia de instalaciones adecuada para la recepción de basuras de los buques que la utilicen y que éstas estén equipadas correctamente para no provocar demoras en los buques. Por ello, los gobiernos están obligados a garantizar la provisión de aparatos, herramientas y elementos, para que el funcionamiento de estas instalaciones sea el adecuado.

Por otro lado, los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (PEID) que por sus propios medios no podrían cumplir con la normativa establecida, podrían cubrir las prescripciones a través de acuerdos regionales, ya que esta es la única manera que existe para prestar los servicios exigidos. Los Estados que participen en el Convenio deben desarrollar un Plan de instalación de recepción regional, en el cual debe constar:

- De qué manera se afrontan las directrices ya establecidas
- Los detalles de cada centro regional de recepción que participe
- Las particularidades de los puertos que estén limitados por sus instalaciones

Cumpliendo el Real Decreto 1381/2002, (“BOE.es - Documento BOE-A-2002-24910,” n.d.) todos los buques, incluyendo los de recreo y los de pesca, independientemente de la bandera que posean, que hagan escala o presten algún servicio en algún puerto español, deben descargar todas las basuras y desechos de carga en dicho puerto. A excepción de los buques de guerra y los buques que son propiedad de un Estado y están prestando un servicio gubernamental no comercial a dicho Estado. Como excepción, un buque estará exento de descargar sus desechos si ha sido autorizado por la Capitanía Marítima del lugar, tras haber realizado una inspección del buque, concluyendo que posee capacidad suficiente para almacenar todos sus desechos hasta la llegada a su siguiente puerto de escala. Por otro lado, también puede aparecer la situación contraria, un buque no tiene la obligación de descargar sus desechos en el puerto en el que se encuentra en ese momento, pero tras la inspección de Capitanía, se prevé que el buque no posee la capacidad necesaria para almacenar todos los desechos hasta la llegada del siguiente puerto, o que las instalaciones que posee para el almacenamiento de estos, no son los adecuados, apareciendo así una gran probabilidad de que se produzca esta descarga en el mar. En este caso, Capitanía Marítima tiene toda la potestad para obligar al buque a la recogida de sus desechos por parte de la empresa recolectora.

Por parte del buque, cuando se dirija a un puerto español, el capitán es el que debe rellenar un formulario y hacerle llegar dicha información a la Capitanía Marítima y a la entidad marítima del lugar, como mínimo 24 horas antes de su llegada, cuando se conozca el puerto en el que hará la escala o en el momento de salir de su puerto de salida si nos referimos a un buque cuyo viaje sea inferior a 24 horas. Una copia de este formulario completo, debe permanecer a bordo hasta la llegada del buque a su siguiente puerto de escala y puede ser inspeccionada por la Capitanía Marítima del lugar si se

encuentra en un puerto español y de las autoridades competentes, si se encuentra en un puerto extranjero.

La **Ilustración 9** muestra el modelo de notificación necesario antes de entrar en el puerto de destino. Por otro lado, la **Ilustración 10** muestra el formulario de descarga, en el que se detalla la tabla resumen de los volúmenes de residuos generados a bordo.

ANEXO II
Modelo de Notificación antes de entrar en el puerto de destino
(Anverso)

1	Nombre (Name)					
	Distintivo de llamada (Call signal)		Número OMI (IMO number)			
2	Bandera (Flag)					
3	Fecha y hora estimada de llegada (ETA) (Estimated date and time of arrival)					
4	Fecha y hora estimada de salida (ETD) (Estimated date and time of departure)					
5	Anterior puerto de escala (Previous port of departure)		País (Country)			
6	Próximo puerto de escala (Next port of arrival)					
7	Fecha de la última entrega de residuos (Date of the last deliver of residues)					
	Puerto de la última entrega de residuos (Port of the last deliver of residues)					
En este puerto deseo (In this port I would like): (*)						
8	Entregar todos los residuos (Deliver all residues)	Entregar parte de los residuos (Deliver some residues)				
	No entregar residuos (Do not deliver residues)					

(*) Tachar lo que no corresponda (Delete as no appropriate).

9. Los residuos que se entregarán y/o los que permanecerán a bordo, así como la capacidad de almacenamiento máxima figuran en el reverso de esta notificación (The residues that will be delivered and/or those which will stay on board, as well as the maximum storage capacity appear in the back of this document)

CONFIRMO que la información contenida en este documento es correcta y que existe a bordo suficiente capacidad para almacenar residuos entre este puerto y el próximo en que entregaré residuos.
(I CONFIRM that the information of this document is correct and that exists on board sufficient capacity to store residues between this port and the next in which I will deliver residues).

Fecha (Date): ___/___/2___, Hora (Time): ___/___

El Capitán (Master).

Ilustración 9: Formulario de descarga I. Fuente:www.boe.es

RESIDUOS DEL BUQUE (SHIP'S RESIDUES)(m ³)					
Tipo (Type)	Para entregar (To deliver)	Quedan a bordo (Remain on board)	Capacidad máxima de almacenamiento (Maximum capacity of storage)	Estimación de la cantidad generada hasta el próximo puerto de escala (Estimated residues in the next port of call)	Próximo puerto de escala (next port of call)
1.- Residuos oleosos (Oil residues)					Producto (Product)
Fangos (Sludges)					
Agua de sentinas (Bilge water)					
Otros (Other)					
2.- Residuos de sustancias nocivas líquidas (Noxious liquid substances residues)					Producto (Product)
Lavazas (Tanker washing)					
Otros (Other)					
3.- Aguas sucias (Dirty water)					
Aseos y cocina (Toilets and galley)					
Enfermería (Hospital)					
Espacios de animales vivos (Live animals spaces)					
4.- Basuras sólidas (Solid waste)					Clase (Class)
Orgánicas (Organics)					
Plásticas (Plastics)					
Metálicas (Metalics)					
Otras (Other)					
5.- Residuos de carga o relacionados con ella (Cargo residues and other in connection with cargo)					Clase (Class)
Restos de carga (Cargo residues)					
Material de estiba (Storage material)					
Otros (Other)					

Ilustración 10: Formulario de descarga II. Fuente:www.boe.es

Los buques de pesca y embarcaciones de recreo que sean capaces de llevar como máximo doce personas a bordo, deben rellenar un formulario diferente, siendo el documento necesario en el que se muestra en la **Ilustración 11**:

ANEXO V

Modelo de notificación reducida para embarcaciones de pesca fresca y deportivas o de recreo

1	Nombre (Name)					
	Distintivo de llamada (Call signal)		Bandera (Flag)			
2	Fecha y hora estimada de llegada (ETA) (Estimated date and time of arrival)					
3	Fecha y hora estimada de salida (ETD) (Estimated date and time of departure)					
4	Anterior puerto de escala (Previous port of departure)		País (Country)			
5	Próximo puerto de escala (Next port of arrival)					
6	Fecha de la última entrega de residuos (Date of the last deliver of residues)					
	Puerto de la última entrega de residuos (Port of the last deliver of residues)					
En este puerto deseo (In this port I would like): (*)						
7	Entregar todos los residuos (Deliver all residues)		Entregar parte de los residuos (Deliver some residues)			
	No entregar residuos (Do not deliver residues)					

(*) Tachar lo que no corresponda (Delete as no appropriate).

CONFIRMO que la información contenida en este documento es correcta y que existe a bordo suficiente capacidad para almacenar residuos entre este puerto y el próximo en que entregaré residuos.

(I CONFIRM that the information of this document is correct and that exists on board sufficient capacity to store residues between this port and the next in which I will deliver residues).

Fecha (Date): ___/___/2___, Hora (Time): ___/___

El Capitán (Master).

Nota: Las casillas sombreadas: 2, 3, 4, 5 y 7, solo se rellenarán por buques o embarcaciones en tránsito que no tengan su base en el puerto (The dark boxes: 2, 3, 4, 5 y 7, are only for transit boats that they are not permanent mousing in this harbour).

Ilustración 11: Formulario descarga buques de pesca y recreo. Fuente:www.boe.es

Por parte de las instalaciones receptoras en los puertos, los operadores deberán rellenar un documento donde se registre su servicio. Estos documentos se recogen en el libro de registro, que poseerá la entidad gestora del puerto donde se realicen los servicios. En cada recogida de desechos se deben rellenar los siguientes datos:

- 1) Fecha y hora del inicio del servicio prestado
- 2) Fecha y hora de la finalización del servicio de recogida
- 3) Nombre y bandera del buque
- 4) Cantidad y tipo de residuo recogido
- 5) Incidencias que pudieron haber acaecido

Además, las instalaciones portuarias deben recibir por parte del buque un recibo de residuos del MARPOL, **Ilustración 12** e **Ilustración 13**, para que quede constancia del tipo de basura y las cantidades que se han descargado:

ANEXO III

MODELO DE RECIBO DE RESIDUOS MARPOL (Anverso)


 ESPAÑA SPAIN

RECEPCIÓN DE RESIDUOS MARPOL
RECEPTION OF MARPOL RESIDUES

La Instalación Portuaria Receptora abajo mencionada, autorizada por la Administración española,
The below Reception Facility, authorized by the Spanish Administration,

Nombre – Name	Código – Code

Certifica que el buque:
Certifies that the ship:

Nombre Name			
Bandera Flag		Distintivo Call Signal	

Ha entregado en el puerto de: *Has delivered in the harbour of:* los siguientes residuos: *the following residues:*

Tipo / Type	Anexo Marpol / Marpol Annex	Cantidad (m ³) Quantity (m ³)

En cumplimiento de lo establecido en el Convenio Internacional “Marpol 73/78”, la Directiva de la Unión Europea 2000/59/CE y la legislación Española aplicable.
In accordance with “Marpol 73/78” Convention, European Directive 2000/59/CE and the spanish regulations.

Fecha / Date: ___ / ___ / 2___

Firma y sello de la Instalación Portuaria Receptora <i>Sign and stamp of the Reception Facility.</i>	Firma y sello de la Capitanía Marítima <i>Sign and stamp of the Maritime Authority of the harbour.</i>
--	--

Ilustración 12: Recibo de residuos I. Fuente:www.boe.es

ANEXO III

MODELO DE RECIBO DE RESIDUOS MARPOL (Reverso)

Este recibo no es válido sin el sello y la firma de la Capitanía Marítima del puerto donde se haya realizado la entrega de residuos.

El capitán del buque deberá exigir a la instalación portuaria receptora que muestre la autorización de la Entidad Gestora del Puerto para la recepción de los residuos procedentes de los buques o una copia autenticada de la misma.

Solamente las instalaciones autorizadas están facultadas para expedir el presente recibo.

This receipt is only valid when signed and stamped by the Port Maritime Authority where the residues have been delivered.

The ship's Captain must required of the Reception Facility that show the Port Authority Authoritation to receive residues from ships or a legalized copy.

Only authorized Reception Facilities are allowed to deliver this receipt.

Ilustración 13: Recibo de residuos II. Fuente:www.boe.es

2.6.1. Gestión de basuras en los puertos de Tenerife

La información anteriormente expuesta, es válida para todos los puertos españoles, pero dentro de cada puerto, hay una gestión específica y unas empresas gestoras encargadas de estas tareas. En este caso vamos a centrarnos en los puertos de Tenerife, por ser estos, los pertenecientes a la provincia en la que nos encontramos (Maschinen, Investition, Beschaffungen, Ersatzbeschaffungen, & Mittelherkunft, n.d.).

La Autoridad Portuaria de los puertos de Santa Cruz de Tenerife, engloba todos aquellos puertos de interés general de la provincia, como son: puerto de Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Santa Cruz de La Palma, San Sebastián de La Gomera, La Estaca y Granadilla En todos estos puertos se encuentran instalaciones receptoras de desechos y residuos correspondientes a los anexos I, IV, V y VI. Centrándonos en el anexo V, en el cual se centra este trabajo, se debe resaltar que el puerto con mayor movimiento y que recoge mayor cantidad de basura al año, es el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, por ser

este el más grande y el que mayor número de instalaciones de recepción posee, por otro lado, cabe destacar, que el Puerto de La Estaca, no recibe desechos provenientes de los buques ya que estos son descargados preferentemente en el Puerto de Los Cristianos.

Las empresas gestoras autorizadas de residuos, encargadas de la recogida de desechos y residuos de carga, pertenecientes al anexo V, en estos puertos son La Esponja del Teide S.L. y Tratamiento de Residuos Electrónicos de Canarias S.L.U (TREC).

La Esponja del Teide posee diferentes instrumentos e instalaciones para su correcta recogida, tales como, vehículos cisternas de aspiración de diferentes capacidades para las mezclas de agua y gasoil, como el que se puede observar en la **Ilustración 14**, vehículos para compactar los residuos sólidos, contenedores metálicos de diferentes tipos, bombas de succión-impulsión para desechos líquidos, depósitos de fangos y de agua residuales, camiones lavacontenedores parecidos a los camiones comunes de recogida de basura en las calles, además de una barcaza para la recogida de residuos de buques y plataformas fondeadas. Una vez estos desechos se han recogidos, son trasladados a las diferentes instalaciones de pretratamiento de residuos. En estas navees la principal función que se lleva a cabo es la separación y clasificación de los desechos, una vez separados son enviados a las instalaciones de los gestores autorizados para la reutilización o eliminación de los mismos.



Ilustración 14: Camión cisterna de Esponja del Teide. Fuente: www.laesponjadelteide.com

Por el otro lado, la empresa TREC, no posee tantos instrumentos de recogida, pero si posee diferentes furgonetas y camiones portacontenedores. Esta empresa al igual que la anterior, lleva los residuos a otras instalaciones para su separación, clasificación y gestión.

2.6.2. Tarifa fija y bonificaciones

Como ya se ha comentado antes, los desechos generados a bordo de un buque deben ser descargados en tierra, siendo necesario la solicitud de los servicios portuarios de recepción de residuos correspondientes. Esto es regulado en el RDL (Real Decreto Legislativo) 2/2011, en concreto en el artículo 132, régimen de prestación (“BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2011-16467,” n.d.).

Esta ley define el régimen de prestación, como todas las actividades de recogida de residuos provenientes de los buques, así como, el traslado de estos a la instalación donde vayan a ser tratados, además de su almacenamiento, su clasificación y su respectivo tratamiento.

Las Autoridades Portuarias son encargadas del cobro de una tarifa fija a todos los buques que atraquen en sus puertos de escala, hagan o no hagan uso del servicio de recepción de desechos. Esta tarifa varía de un buque a otro y se establece según el arque bruto del mismo y del número de personas a bordo, en el caso de buques de pasaje.

Con el fin de reducir los vertidos de desechos al mar, existen una serie de bonificaciones que reducirán esta tarifa fija a los buques que:

- Obtengan un certificado de la Administración Marítima en el que se afirme, que el buque genera cantidades inferiores a las habituales, por su gestión medioambiental a bordo, por el diseño del mismo, los equipos que poseen a bordo o por las condiciones de explotación que posee.
- Naveguen en el tráfico regular, como son las líneas de transporte marítimo de corta distancia, y obtengan un certificado de la Administración Marítima que debe ser expuesto ante la Autoridad Portuaria acreditando que, el buque posee un plan de gestión en el que se asegura la entrega de desechos obtenidos a bordo, el pago de la tarifa fija en algún puerto de la ruta del propio buque y la recogida de dichos desechos en este puerto, demostrando que nunca se supera la capacidad de almacenamiento establecido.

Por otro lado, se encuentran los buques que están exentos del pago de la tarifa fija de recepción de desechos y que solo pagan al prestador las cantidades exactas que se van a recoger. Estos buques son:

- Los buques de guerra, unidades navales auxiliares y otros, que son propiedad de un Estado de la Unión Europea o sirviendo para él, y que desempeñan servicios gubernamentales.
- Los buques de servicios de la Autoridad Portuaria o embarcaciones asociadas a realización de obras en puerto.
- Los buques o embarcaciones de pesca fresca.
- Las embarcaciones deportivas o de recreo que tengan capacidad y autorización para navegar con 12 personas a bordo.

- Los buques fondeados en áreas en las que no haya sido necesaria la construcción de obras e instalación de equipos para hacer posible el fondeo.
- Los buques inactivos.
- Los buques en construcción, reparación, transformación o desguace.

2.7. *Libro de registro de basuras*

Como bien indica el MARPOL, se debe mantener un registro de todas las operaciones de descarga y de todas las incineraciones realizadas a bordo. Con el término descarga, nos referimos, tanto a la descarga en el mar, como la descarga en instalaciones de recepción en puerto o en otros buques. Además, también de deben anotar en este libro las descargas producidas accidentalmente.

Por ello, todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 400GT, todos aquellos que puedan llevar a bordo a 15 o más personas que naveguen a puertos o terminales mar adentro y todas las plataformas fijas o flotante, deben llevar a bordo el libro de registro de basuras, donde deben de anotar todas las descargas e incineraciones que se realicen.

Dependiendo de donde se realice la descarga, se deberán anotar unas cosas u otras en el libro:

1. Descarga de basuras en una instalación en tierra o en otro buque:
 - 1.1. Fecha y hora
 - 1.2. Puerto o instalación o nombre del buque
 - 1.3. Categoría de la basura
 - 1.4. Volumen de basura de cada categoría (expresado en metros cúbicos)
 - 1.5. Firma del oficial encargado
2. Incineración de basuras:
 - 2.1. Fecha y hora de principio y final del proceso
 - 2.2. Situación del buque (latitud y longitud) al principio y al final de la incineración
 - 2.3. Categorías de las basuras
 - 2.4. Volumen estimado de la basura
 - 2.5. Firma del oficial encargado
3. Descarga de basuras en el mar:
 - 3.1. Fecha y hora
 - 3.2. Lugar de la descarga (latitud y longitud). Para la descarga de residuos de la carga se deberá anotar la situación respecto del inicio y el final de la descarga
 - 3.3. Categoría de las basuras
 - 3.4. Volumen de cada categoría descargada
 - 3.5. Firma del oficial cargado
4. Descarga accidental o cualquiera de las excepciones comentadas anteriormente:
 - 4.1. Fecha y hora del accidente
 - 4.2. Situación del buque en el momento que ocurrió, ya sea en un puerto o en alta mar (latitud, longitud y profundidad del mar)
 - 4.3. Categorías de las basuras perdidas

4.4. Volumen estimado

4.5. Causa de la descarga o del accidente y observaciones generales

En la **Ilustración 15**, se muestra un ejemplo del registro de descargas de basuras, por parte de la tripulación en relación a las basuras descargadas al mar/instalaciones de recepción u otro buque/incineradas:

REGISTRO DE DESCARGAS DE BASURAS

Nombre del buque: _____ Número o letras distintivos: _____ Número IMO: _____

Categorías de basuras:
 1: Plásticos
 2: Tablas de estiba, soleras y materiales de embalaje flotantes
 3: Productos de papel, trapos, vidrio, metales, botellas, loza, etc., triturados
 4: Productos de papel, trapos, vidrio, metales, botellas, loza, etc.
 5: Desechos de alimentos
 6: Cenizas de incinerador excepto las de productos de plástico que puedan contener residuos tóxicos o de metales pesados

NOTA: LA DESCARGA DE CUALQUIER TIPO DE BASURAS QUE NO SEAN DESECHOS DE ALIMENTOS ESTÁ PROHIBIDA EN LAS ZONAS ESPECIALES. SOLO SE DEBEN AGRUPAR POR CATEGORÍAS LAS BASURAS DESCARGADAS EN EL MAR. EN EL CASO DE LAS BASURAS QUE NO SEAN DE LA CATEGORÍA 1 DESCARGADAS EN INSTALACIONES DE RECEPCIÓN, ÚNICAMENTE ES NECESARIO ESPECIFICAR SU VOLUMEN TOTAL ESTIMADO.

Fecha/hora	Situación del buque	Volumen estimado de basuras descargadas en el mar (m ³)					Volumen estimado de basuras descargadas en instalaciones de recepción o en otro buque (m ³)		Volumen estimado de basuras incineradas (m ³)	Certificación/ Firma
		Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 1	Otras		

Firma del capitán: _____ Fecha: _____

Ilustración 15: Libro de registro de basura. Fuente: www.ingenieromarino.com

El libro de registro de un buque que este relleno por completo, se mantendrá a bordo durante dos años desde la última anotación que se haya realizado, para facilitar a la tripulación cuanta basura hay y cómo se elimina, además, debido a que los funcionarios deben comprobar los vertidos que se realicen, si son correctos o no, en cuyo caso conllevarán una sanción.

2.8. Equipos de gestión de residuos

2.8.1. Incinerador

Los incineradores son definidos como, instalaciones localizadas a bordo de algunos buques, destinadas a la incineración de los desechos sólidos, es decir, a la descomposición de los desechos domésticos, residuos de la carga, residuos de mantenimiento, artes de pesca..., frecuentes en los cruceros y buques que transporten gran cantidad de pasajeros (“MEPC 40/21, annex 8,” n.d.).

Con esta combustión se consigue reducir el volumen de las basuras un 90% y el peso de estos hasta un 75%, obteniéndose de esta manera, cenizas, escorias y gases tóxicos que

contribuyen a la contaminación atmosférica y que puede dañar gravemente la salud de las personas (De, De Barcelona, & Vidal, 2011).

Esta instalación desprende mucha energía calorífica, alcanzando temperaturas superiores a 600°C, por lo que las paredes del incinerador, deben estar cubiertas por ladrillos refractarios y un sistema de enfriamiento, que soporten las vibraciones normales del buque, permitiendo así, que las paredes con las que se pueda tener contacto durante las tareas normales llevadas a cabo en el buque, no supere los 20°C de temperatura.

Se debe destacar que el proceso de combustión debe realizarse bajo presión negativa, es decir, que la presión ambiental del lugar donde esté instalado este incinerador, debe ser mayor que la presión en el interior de este. Para ello, es frecuente la instalación de un ventilador de gases de combustión para asegurar esta condición.

El lugar donde se encuentra esta instalación, debe estar correctamente señalado, además de carteles visibles, en los que se muestre el funcionamiento del mismo y la manera del apagado del mismo en caso de emergencia. Antes de utilizar el incinerador, se debe llevar a cabo la correcta separación y clasificación de las basuras generadas a bordo, ya que, si se realizara un proceso de combustión con desechos que contengan plásticos o residuos de ellos, se generarían durante este proceso, productos tóxicos como furanos o dioxinas, muy contaminantes para el medio ambiente. Además, se debe llevar a cabo la limpieza de restos de cenizas, del aire de combustión y de los conductos de salida, antes de iniciar el incinerador (“MEPC 40/21, annex 8,” n.d.).

2.8.2. Compactador

El compactador es una instalación destinada a la reducción de volumen de los residuos a bordo, aplastando la basura y compactándola. Todos los residuos se pueden compactar, excepto los plásticos y los objetos de gran tamaño, de esta manera se ahorra espacio y se facilita el almacenamiento y el transporte de los residuos una vez se llega al puerto de destino y es recogido por la empresa externa.

Presenta grandes ventajas frente al incinerador, definido en el apartado anterior, **2.8**. No es tan contaminante como el anterior, ya que no genera gases tóxicos perjudiciales para la salud de las personas ni para el medio ambiente y su mantenimiento e instalación es mucho más sencilla. Por todo ello, su coste económico es mucho menor, por lo que es más fácil su obtención y mantenimiento, siendo de esta manera más frecuentes a bordo de los buques (“Estudio de plan de gestión de la basura desde el buque hasta la planta de recepción,” n.d.).

2.9. Objetivos del desarrollo sostenible

Los objetivos del desarrollo sostenible son un grupo de 17 objetivos (**Ilustración 16**), que tratan de alcanzar mediante pequeñas metas un desarrollo más sostenible para la población. Los objetivos fueron establecidos por los líderes mundiales el 25 de septiembre del 2015, fijando por el año 2020 algunas metas y para el 2030 otras. En cualquiera de los casos, es necesario una actuación rápida por parte de la población, organizaciones gubernamentales y distintos sectores, entre ellos el sector marítimo en el que se centra este trabajo.



Ilustración 16: Objetivos del desarrollo sostenible. Fuente: es.wikipedia.org

3. Materiales y métodos

En relación a la revisión bibliográfica de este trabajo, este trabajo se ha centrado en la base de datos Web of Science, así como el punto Q de la ULL. También, para la investigación acerca de aspectos relacionados con el anexo V del MARPOL, se han utilizado diferentes fuentes bibliográficas como el propio libro del MARPOL, además de la página web oficial de la OMI.

Para las referencias bibliográficas de este trabajo, el sistema utilizado es el APA (American Psychological Association), en concreto la sexta edición, con última modificación el 22 de marzo de 2019, cuyo autor es Brenton M. Wiernik.

En relación a la parte experimental de este trabajo, reiterar que uno de los objetivos que persigue este trabajo es llevar a cabo un estudio de la adecuada gestión de cada tipo de basura generada a bordo, desde dos puntos de vista diferentes: el punto de vista

medioambiental y el punto de vista económico. Para ello nos basaremos en el diagrama del anexo 7 del MEPC 45/20, dedicado a la manipulación y eliminación de las basuras a bordo, un documento perteneciente al Comité de protección del medio marino (MEPC). Esta, es una comisión encargada de regular factores ambientales recogidos en el MARPOL, desde la contaminación marina por hidrocarburos, productos químicos, aguas sucias y basuras, hasta la contaminación atmosférica y emisiones de gases de efecto invernadero. En concreto, el diagrama utilizado en este trabajo, se centra en el control y prevención de la contaminación, reflejado en la **Ilustración 17** (“Comité de protección del medio marino (MEPC),” n.d.).

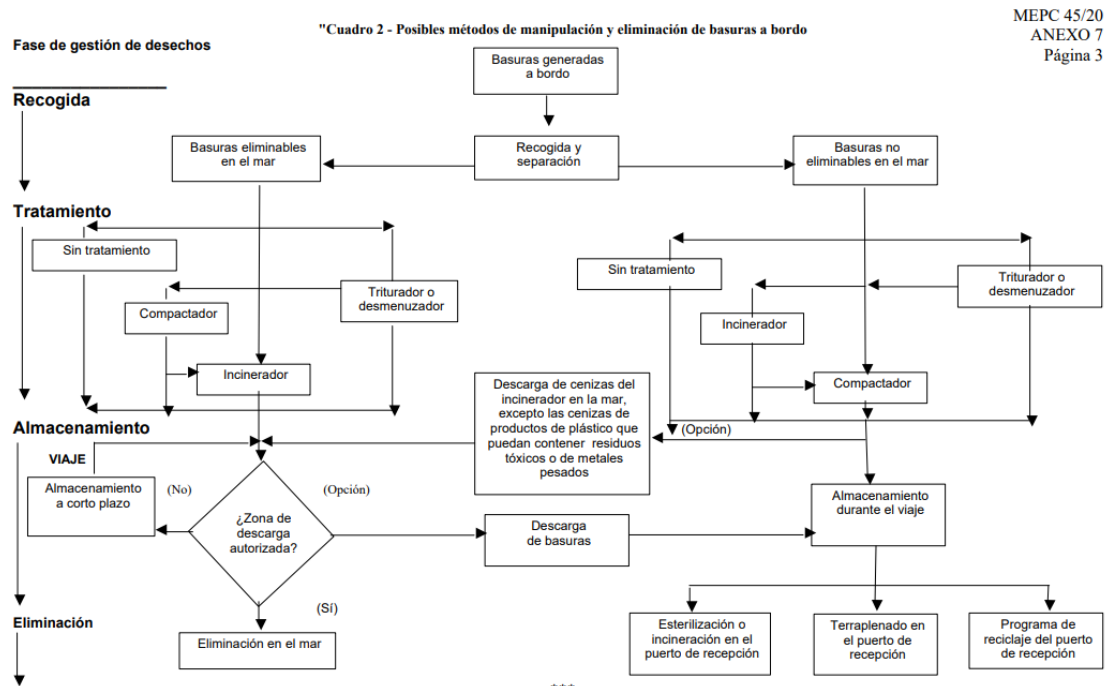


Ilustración 17: Diagrama gestión de desechos. Fuente:www.imo.org

Cada tipo de residuo precisa de una gestión específica, tanto a bordo del propio buque como en el puerto de destino, como ya se ha visto anteriormente. Para conocer con exactitud la cantidad de residuos generados a bordo, se ha intentado buscar una correspondencia con los residuos generados en tierra por persona y día, accediendo a la información procedente de la base de datos del ISTAC o del Cabildo de Tenerife. Finalmente, esta información ha sido desechada por no ser extrapolable, debido a que, por un lado, la clasificación de los residuos en tierra es diferente, mientras que, por otro lado, la unidad utilizada en tierra es la masa de residuos (en kg o toneladas), siendo en la gestión de residuos a bordo de buques, necesaria una unidad volumétrica. Por esta causa, para alcanzar uno de los objetivos planteados en este TFG, se ha optado por obtener los valores de residuos generados a bordo de un buque en concreto procedente de un TFG publicado con anterioridad, (Náutica Y Transporte Marítimo & Pacheco Berlanga, 2017). La siguiente tabla, **Tabla 7**, muestra la cantidad y los tipos de basuras generadas a bordo de un buque, que hemos utilizado, para así, poder llevar a cabo la adecuada gestión de los residuos:

Mes	Cantidad de basura					
	A: Plástico	B: R. alimentarios	C: R. domésticos	D: Aceite de cocina	E: Cenizas incinerador	F: R. operacionales
Enero	21	35	63	150	0	0.4
Febrero	29	37	89	0	0	1 bidon filters+ 4 bidones oil rags+5kg+300l goam expire
Marzo	23	48	82	0	0	2 bidones oil rags
Abril	21	38	74	0	0	2,5 m ³
Mayo	27	33	83	150	0	0
Junio	25	42	91	0	0	0
Julio	26	48	92	0	0	0
Agosto	30	41	97	0	0	0.4 oil rags+5,2 m ³
Septiembre	22	29	59	100	0	0,4 m ³
Octubre	30	52	84	100	0	0,2m ³
Noviembre	30	45	82	0	0	0,02 m ³
Diciembre	37	49	87	100	0	0
TOTAL	321	497	983	600	0	10,8
Unidad	m³	m³	m³	l		m³

Tabla 7: Volumen residuos. Fuente: TFG (Plan de gestión y estudio de la cantidad de basura)

Se debe tener en cuenta que el buque, del cual hemos obtenido estos datos, se trata de un buque de tipo Ro/Ro passenger ship, construido en el astillero Visentini Donada (Italia) en 2002, abanderado en Limassol (Chipre) y destinado al transporte de carga rodada y pasaje, realizando la ruta que conecta Barcelona con Ibiza. Posee ocho cubiertas, de las cuales 4 están destinadas para la disposición de la carga, siendo la máxima capacidad del buque: 2040 ml para la carga de camiones, 75 coches y 950 pasajeros. Las dimensiones del buque son las siguientes:

Calado	6,5 m
Eslora total	186m
Eslora entre perpendiculares	169.5 m
Manga de trazado	25.6 m
Puntal	15 m

Para el desarrollo de los objetivos de este trabajo, hemos supuesto que el mismo tipo de buque realiza la ruta desde Tenerife hasta Huelva, por lo que debemos de tener en cuenta que este buque no navega dentro de las zonas especiales.

4. Resultados y discusión

A través de los datos volumétricos, obtenidos en la Tabla 7, voy a llevar a cabo, desde mi punto de vista y con ayuda de los conocimientos y los datos ya derivados del desarrollo de este TFG, la adecuada gestión de cada tipo de residuo a bordo, desde el punto de vista económico (color rojo) y desde el punto de vista medioambiental (color verde), utilizando como base el diagrama de la **Ilustración 17**.

4.1. Plásticos

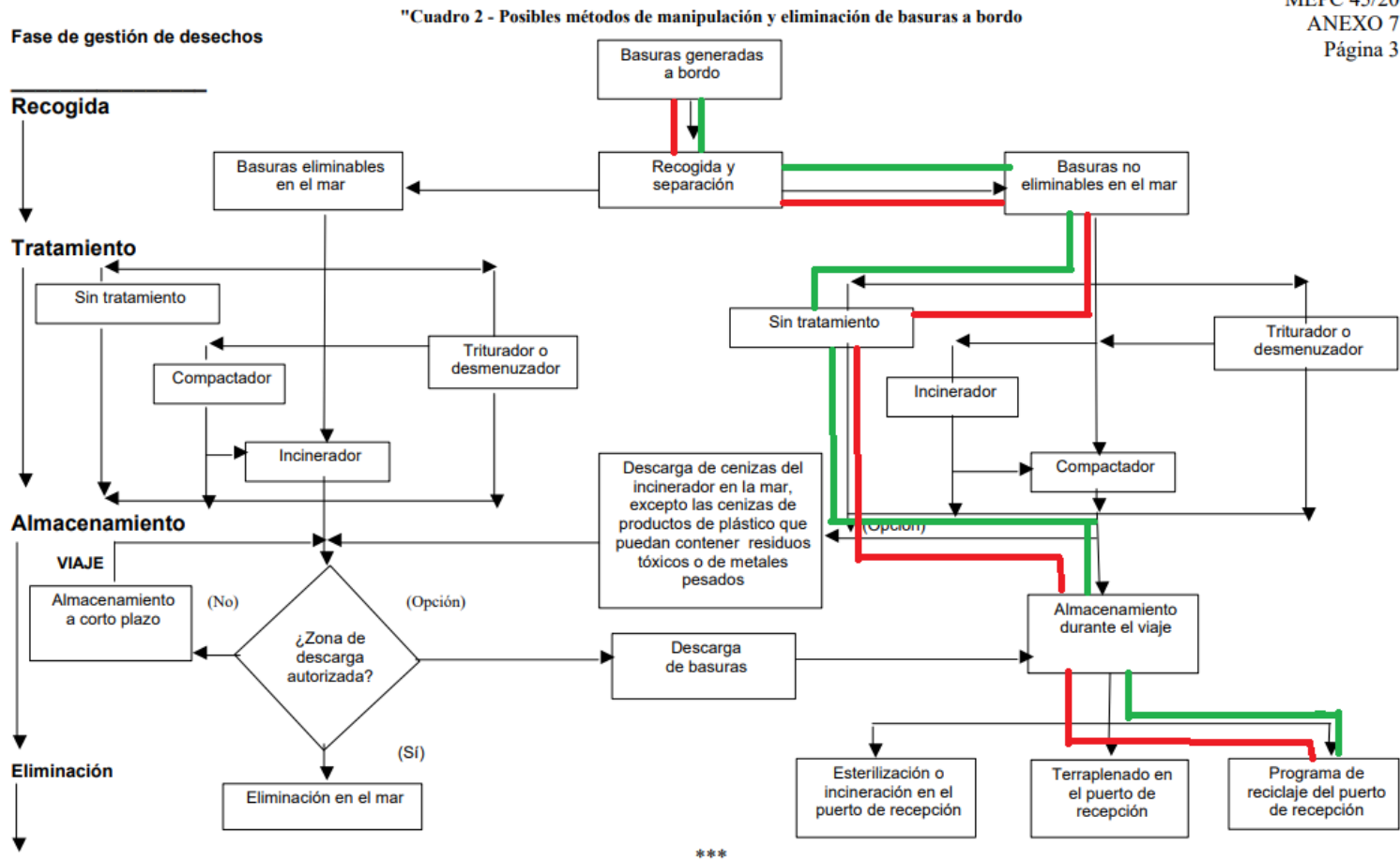


Ilustración 18: Diagrama plástico. Fuente: Elaboración propia

El plástico, es un desecho que tiene totalmente prohibida su descarga debido a la dificultad que tiene para desintegrarse en el mar, es por ello, que la mejor gestión económica y la mejor medioambiental coinciden, ya que no se puede verter al mar bajo ningún concepto.

Podemos observar que el mes en el que existe mayor volumen de plástico consumido es en diciembre, pero al tratarse de un buque rápido, ya que los datos son extraídos del libro de basuras a bordo de un buque ropax que realiza escalas diariamente, se puede deducir que la cantidad de volumen almacenado no es excesiva, ya que, además, estos plásticos son descargados diaria o semanalmente.

Podemos observar en la **Ilustración 18**, que bajo mi punto de vista, el plástico debe de ser almacenado sin tratamiento previo, para, de esta manera, una vez sea entregado en puerto, pueda ser reciclado y sea posible llevar a cabo el tratamiento adecuado para una segunda vida. Otra opción válida, podría ser la utilización de un compactador para de esta manera ahorrar espacio volumétrico a bordo del buque, en caso de que tengamos gran cantidad de plásticos almacenados. El compactador es una máquina que se encarga de reducir el volumen de los residuos que se generan a bordo. Aclarar que, en cuanto al material plástico, existen diferentes tipos con densidades variadas. Por ejemplo, una simple botella de agua hecha de plásticos, suele contener 3 tipos de plásticos diferentes: el film de la etiqueta, el polietileno de la botella en sí y el del tapón. Al introducir este material en el compactador, la fuerza que tiene que ejercer para cada material, es distinta. Además, a esto debemos añadir el gran costo de su adquisición y conservación, que podría ser el inconveniente de este sistema.

4.2. Residuos alimentarios

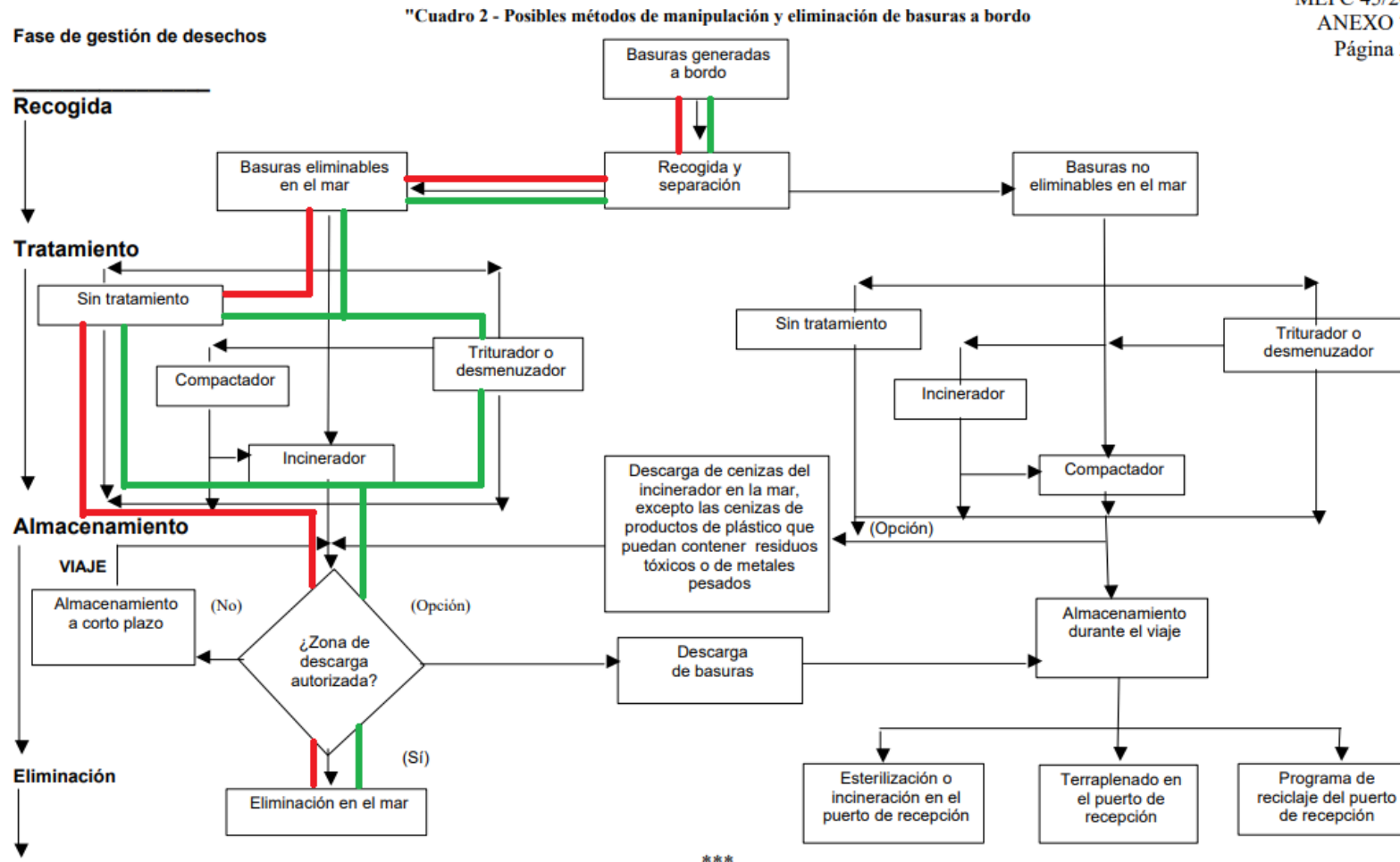


Ilustración 19: Diagrama desechos alimentarios. Fuente: Elaboración propia

Los desechos alimentarios, son residuos que se pueden verter al mar, sin ser triturados a una distancia de más de 12 millas de la costa con el barco en rumbo, y siendo estos triturados a más de tres millas de la costa con el buque navegando.

Vista la **Ilustración 19**, podemos definir la adecuada gestión económica a bordo de estos residuos, como la que implica el almacenamiento de estos sin previo tratamiento y la posterior descarga de los mismos a las 12 millas de la costa ya indicadas anteriormente. La razón de esta gestión, es debido, al gran coste de la presencia de cualquier sistema como un triturador o incinerador, ya que la empresa naviera, no solo tiene que tener dinero para la adquisición del mismo, sino para también abastecer esta máquina de la energía que precisa para su funcionamiento.

Por otro lado, analizándolo desde el punto de vista medioambiental, obtenemos dos opciones. El uso del triturador o desmenuzador, podría ser una de las mejores opciones, ya que el tratamiento de los desechos alimentarios para reducir su tamaño, aseguraría la ingesta de estos por parte de la fauna marina, el único inconveniente que tendría este equipo, sería el gran gasto económico y de energía que se tendría que emplear para el mantenimiento y uso del mismo. Por el contrario, otra opción sería la de verter los desechos al mar, a partir de las 12 millas de separación de la costa, sin tratamiento previo, de esta manera no tendríamos que emplear ningún tipo de instrumento, pero traería consigo que algún desecho de gran dimensión no pueda ser ingerido por ningún animal marino. En este caso, no estaríamos contaminando, ya que los desechos alimentarios pueden ser alimentos de la fauna marina, cerrándose el ciclo del residuo al ser ingerido por la fauna.

Un inconveniente que nos podríamos encontrar en el almacenaje de este tipo de basuras a bordo, sería la salud de los tripulantes y pasajeros del buque, por la que el almacenamiento de esta basura hasta el puerto de llegada, estaría descartada, si con ello peligrara la salud de las personas, por ejemplo, con la proliferación de ratas, proliferación de mosquitos... debido a que el residuo se descompone con facilidad por tener carácter perecedero.

4.3. Residuos domésticos

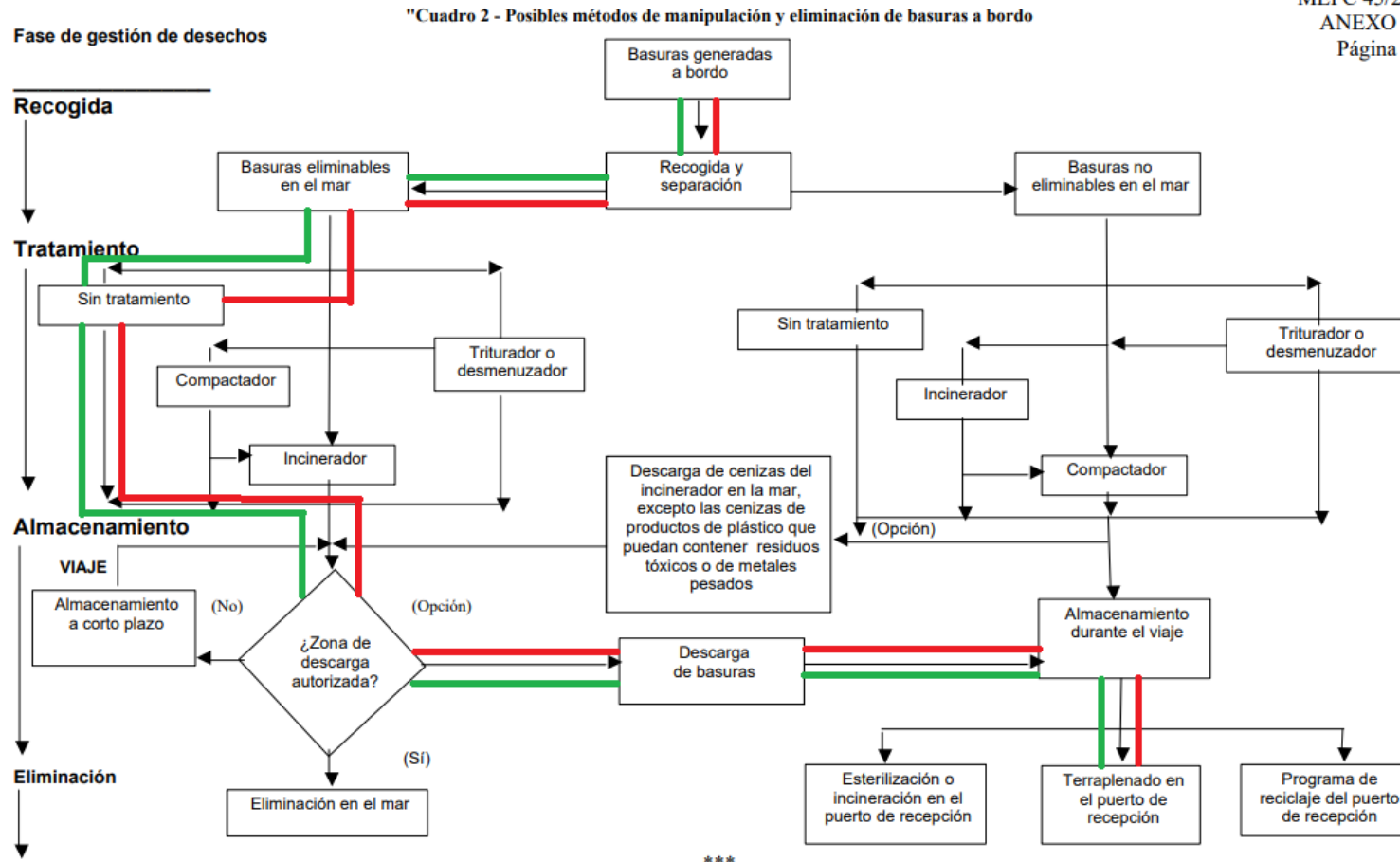


Ilustración 20: Diagrama desechos domésticos. Fuente: Elaboración propia

Los desechos domésticos, son todos aquellos residuos generados por una persona en los espacios de alojamiento, como son papeles, vidrios, madera, embalajes... Estos desechos son los que más se han consumido a bordo de este buque, registrándose de esta manera un volumen de desechos domestico de 97 metros cúbicos en el mes de agosto. Esto es una consecuencia directa del aumento de pasajeros que pudo producirse durante este mes, ya que este coincide con el mes de verano, el más escogido por los turistas para sus vacaciones. Aun así, vemos como este almacenaje no es excesivo ya que se trata de un barco que descarga casi diariamente sus residuos, por lo que no tiene porque producir un riesgo a la salud, tanto de las personas a bordo, como del propio buque.

Al contrario que los desechos alimentarios, los domésticos, son desechos que tan solo se pueden verter al mar si están triturados, es decir, si pasan por cribas de un ancho de 12mm como máximo. Por lo tanto, estos desechos tienen que ser tratados por un triturador o desmenuzador siempre que se precise verterlos al mar.

Dado que se trata del residuo que más se produce a bordo, observando la **Ilustración 20**, en la gestión más económica se debería estudiar que requiere más dinero: el almacenamiento de estos hasta su puerto de destino o la adquisición de un triturador. Como nos centramos en un buque que realiza escalas diariamente, la gestión más económica, sería el almacenaje de estos residuos domésticos hasta el puerto de escala.

En cambio, cuando hablamos desde el punto de vista medioambiental, podemos optar por la incineración en el caso de que no contenga embalajes de origen plásticos y/u otros residuos plásticos. Esto es debido a la siguiente causa; en el caso de la incineración de cartón, papel, maderas, etc, esta combustión no genera residuos tóxicos o nocivos, mientras que, si quedan restos de plásticos, se generarían durante la combustión productos tóxicos como furanos o dioxinas al medio ambiente. También está prohibida la incineración de sustancias que contengan bifenilospoliclorados (PCBs) o sustancias que contengan metales pesados, ya que serían una entrada de sustancias químicas cancerígenas a la atmósfera, además de poner en riesgo de sufrir enfermedad profesional a la tripulación (Barragan Casanova, 2010). Por esto, es sumamente importante que la clasificación de los residuos, sea la adecuada en el origen y el pasaje disponga de los cubos de basuras necesarios para deshacerse de los residuos correspondientes de manera adecuada. Aún así, sería adecuada una comprobación de que no quedan residuos plásticos en los residuos a incinerar (por ejemplo, pilas). También remarcar que el incinerador, suele necesitar de una elevada temperatura para su uso, pero hoy en día existen incineradores más eficaces energéticamente y con un mejor rendimiento. También me gustaría remarcar que al ser el residuo más voluminoso que se genera a bordo, podría ser necesario ahorrar espacio en las bodegas de almacenamiento, por lo que la incineración sería la opción más factible medioambientalmente en el caso de necesitar espacio, ya que reduciríamos el volumen del residuo. En el apartado de cenizas generadas a bordo, se valorará qué hacer con estas cenizas.

Por otro lado, y en el caso de no poseer un incinerador a bordo o de haber considerado previamente el gasto energético que este genera, los desechos domésticos se almacenarán adecuadamente en las distintas bodegas destinadas a ello y se mantendrán a bordo del buque hasta la llegada al puerto de destino, donde la empresa externa los recogerá para su posterior tratamiento o incluso para su incineración en el puerto.

4.4. Aceite de cocina

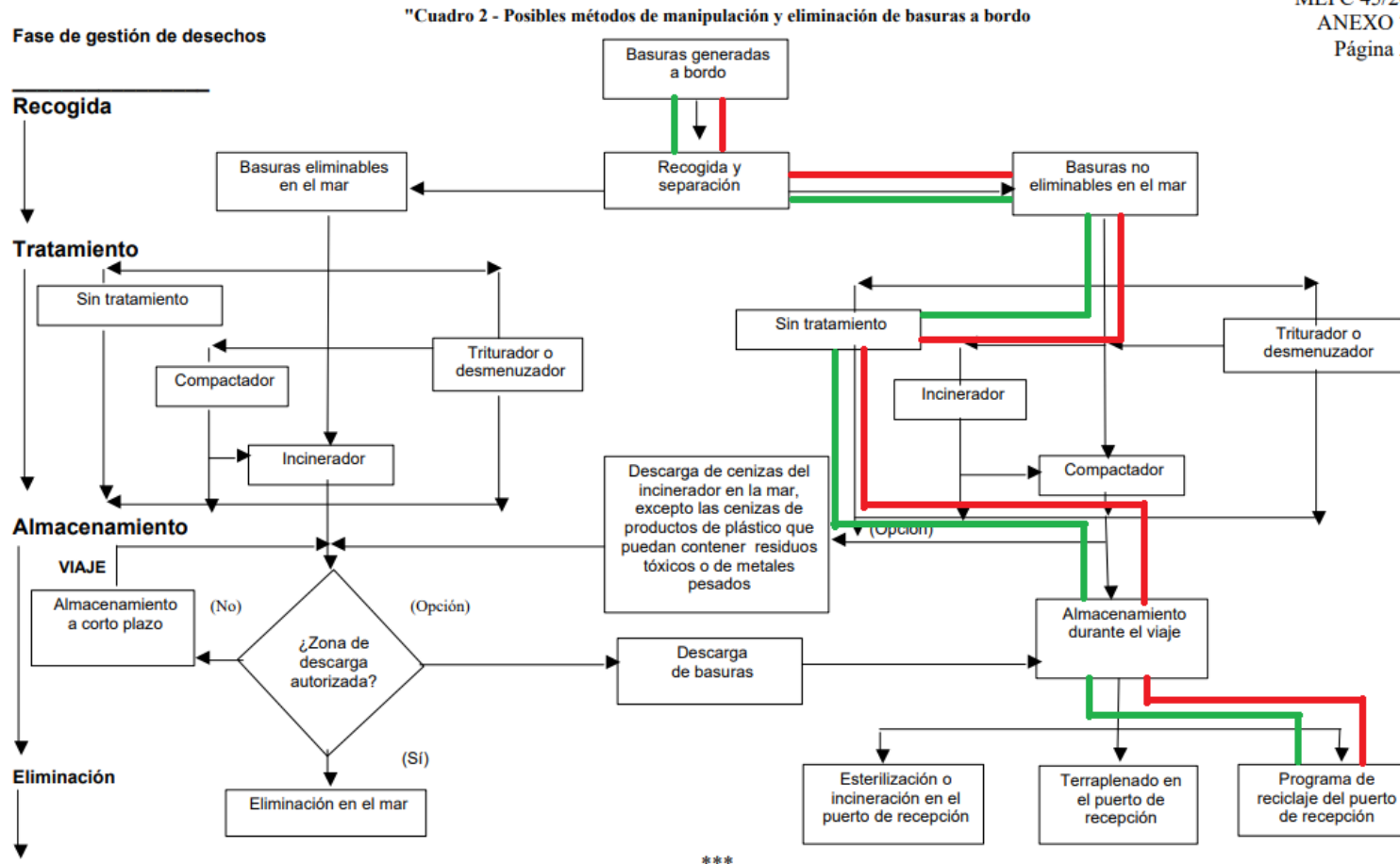


Ilustración 21: Diagrama aceite de cocina. Fuente: Elaboración propia

En el caso del residuo generado por el aceite de cocina, englobamos todo el aceite utilizado para cocinar, pero no entra dentro de este grupo, los alimentos preparados con dicho aceite. Es un desecho que, al igual que los plásticos, está prohibida su descarga al mar, por lo que todos los buques tienen que descargar estos aceites una vez lleguen a puerto.

Es importante remarcar en relación a este residuo que es muy contaminante en el medio acuático. Debido a su densidad, es un residuo que flota y forma una película en la parte superior, evitando el intercambio de oxígeno con el medio marino. De hecho, algunos estudios demuestran que un litro de aceite, puede contaminar 1000 litros de agua (Fundación Aquae, n.d.).

Al contrario que el resto de residuos, podemos observar en la **Tabla 7**, que no todos los meses se registraba una recogida del aceite, esto puede ser por dos razones: debido a que algún mes no se registró adecuadamente el volumen de este en el libro de basuras del buque, o por otro lado, que se almacenase este aceite durante varios meses para que fuesen recogidos todos juntos por un gestor autorizado.

De cualquier forma, la gestión económica y medioambiental, vista en la **Ilustración 21**, coinciden, ya que, por obligación, se debe almacenar estos desechos a bordo hasta la llegada al puerto de destino y una vez allí, serán recogidos por una empresa externa, donde se realizará un programa de reciclaje con estos desechos.

4.5. Cenizas del incinerador

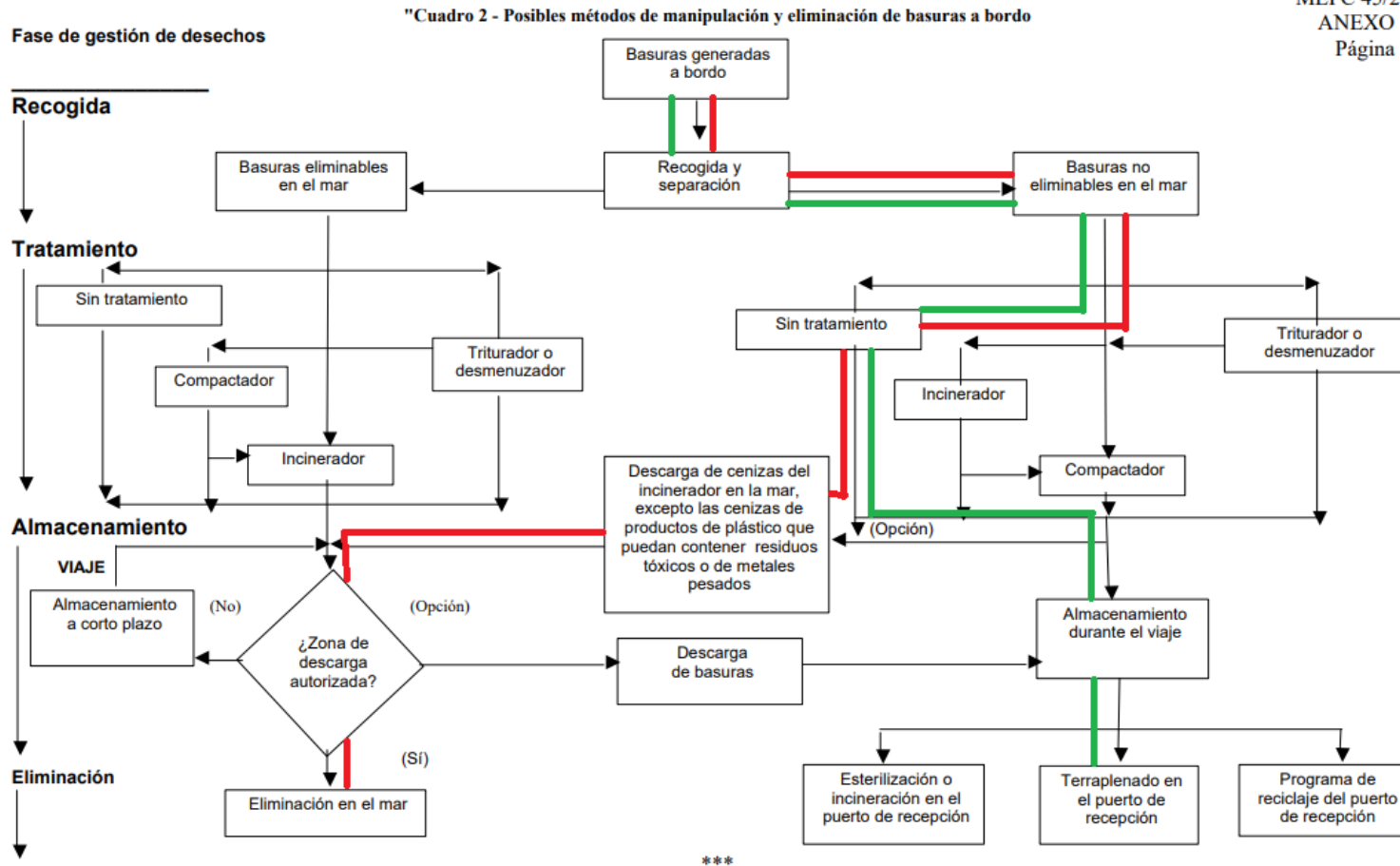


Ilustración 22: Diagrama incinerador. Fuente: Elaboración propia

La posesión de un incinerador a bordo, no es una capacidad que todas las navieras se puedan permitir, debido al gran coste económico que esto supone. Es por ello, que no han sido registrado datos a bordo de este buque, porque no disponen de este equipo. La incineración puede ser una herramienta necesaria en el caso de grandes acúmulos de residuos, como pueden ser en las zonas especiales.

La mejor gestión económica, observando la **Ilustración 22**, en caso de que nos encontrásemos con un buque que, si tuviera un incinerador instalado a bordo, bajo mi punto de vista, constaría de lo siguiente. Primero se tendría que revisar que los productos a incinerar, no puedan generar PCBs o metales pesados. Una vez tengamos claro que las cenizas no posean partículas de ninguno de estos elementos, se procederá al vertido de estas al mar. En el caso de que se incineren con restos de plásticos, se llevarían a terraplenado en el puerto de destino, cumpliendo con el convenio MARPOL.

Por otro lado, medioambientalmente hablando, las cenizas se almacenarán en el buque y se recogerán una vez se llegue a puerto, evitando así, la presencia de este tipo de partículas en el mar.

Recalcar la importancia de no incinerar residuos que contengan productos químicos como PCBs, metales pesados, furanos o dioxinas, para no poner en riesgo a la tripulación de inhalación de sustancias cancerígenas (Barragan Casanova, 2010).

4.6. Residuos operacionales

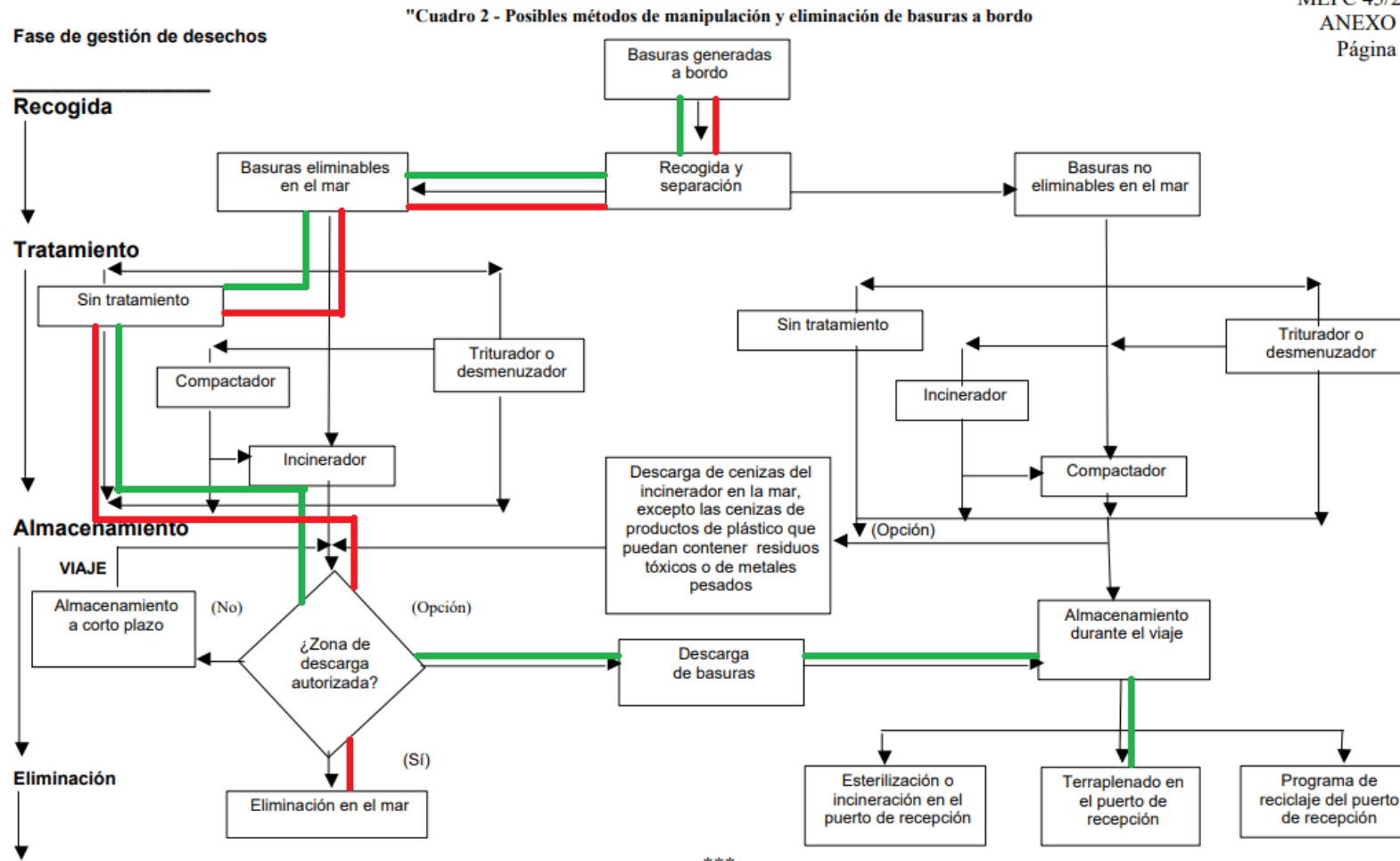


Ilustración 23: Diagrama residuos operacionales I. Fuente: Elaboración propia

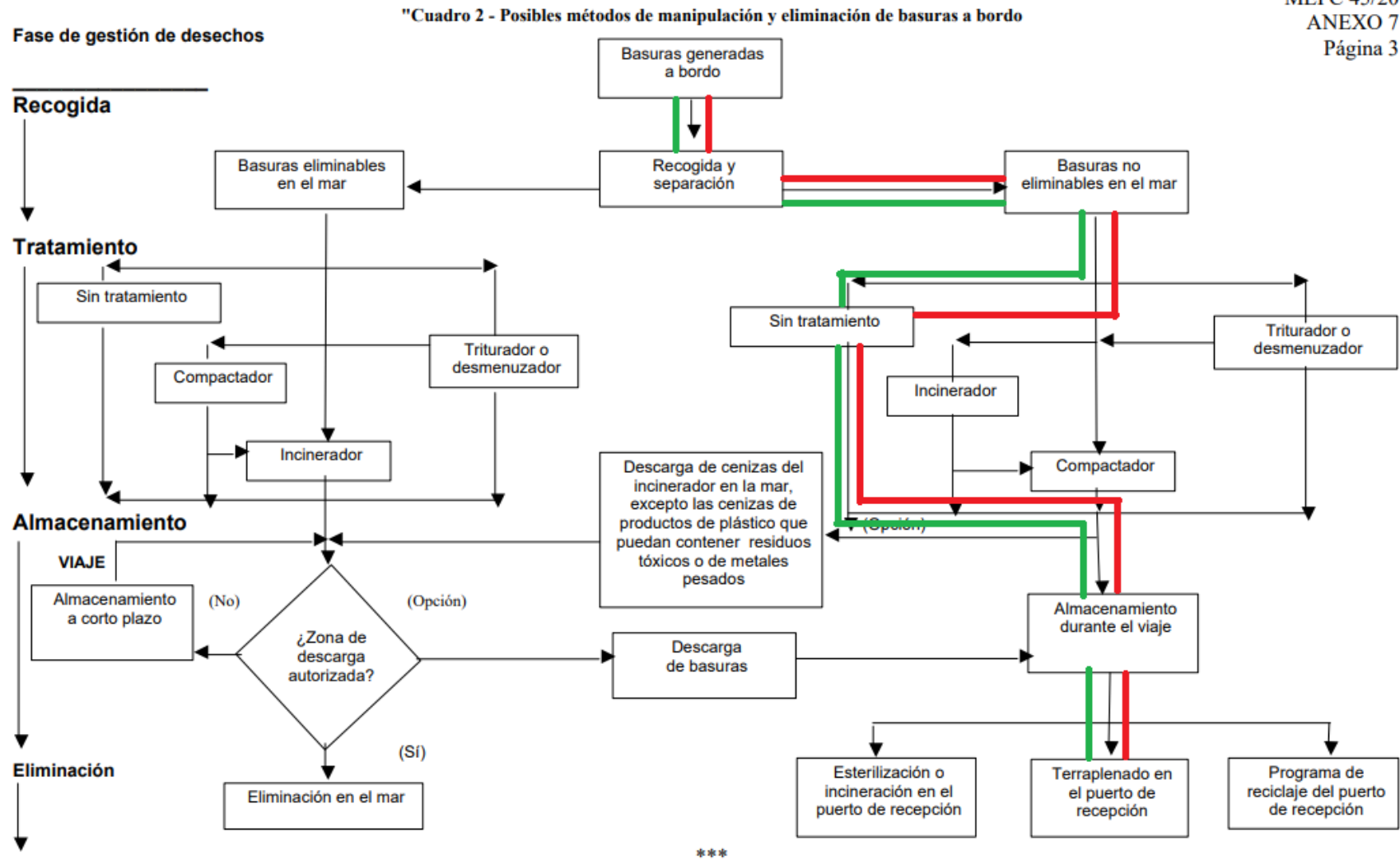


Ilustración 24: Diagrama residuos operacionales II. Fuente: Elaboración propia

Como desechos operacionales entendemos todos los residuos obtenidos durante el mantenimiento y las operaciones normales en un buque. Es por ello, que en este grupo encontramos los agentes y aditivos de limpieza utilizados para limpieza de bodegas y cubiertas, así como embalajes y elementos de estiba, bidones de combustibles... Por esta razón, he elaborado dos diagramas, ya que, uno engloba los residuos que se pueden verter al mar y el otro, las que tienen su eliminación prohibida.

Por un lado, en la **Ilustración 23**, se puede observar las gestiones que he considerado las adecuadas para los desechos de carga que sí se pueden eliminar al mar, como son los agentes de limpieza y aditivos. En este caso, se debe destacar que, en numerosas situaciones, por no decir en todas, es inevitable mantener estos residuos a bordo para que no influyan negativamente en el medio marino, ya que, estos agentes, son arrastrados con el agua utilizada para la limpieza de cubiertas y bodegas.

Por otro lado, también se tiene que tener en cuenta que, esta agua de lavado, aparte de contener los agentes de limpieza, también pueden arrastrar residuos de la superficie que se está limpiando. Por ejemplo, si se está limpiando una cubierta en la que podamos ver restos de aceites de cualquier tipo, es importante, intentar retener esta agua de limpieza, ya que este vertido al mar es muy perjudicial para el medio marino y la vida marina.

Una vez tenemos todo esto en cuenta, en mi opinión, la gestión económica de estos residuos operacionales conlleva a la eliminación de estos a los océanos sin ningún tratamiento previo, pudiendo esto, afectar al medio marino por presencia de algún tipo de residuos o por ser, simplemente, este agente de limpieza, perjudicial para la vida de los organismos en el mar. Por lo contrario, medioambientalmente hablando, se deberían retener y almacenar estas aguas de limpieza en algún bidón, siendo eliminado por la empresa externa mediante un gestor autorizado, una vez se llegue a puerto.

En la siguiente imagen, **Ilustración 24**, se ven reflejadas las gestiones correspondientes a los residuos no eliminables al mar. En este grupo encontramos: los embalajes, cabullería y elementos de estiba que ya no sean útiles, bidones de aceites, trapos sucios... Como podemos ver en la Tabla 7, la mayoría de los residuos registrados en el libro de basuras son elementos relacionados con trabajos en la sala de máquinas, como pueden ser filtros y bidones de aceites, clasificados como residuos peligrosos.

La regla que se debe de tener en cuenta, para clasificar un residuo es la Ley 22/2011, del 28 de julio ("BOE.es - Documento BOE-A-2011-13046," n.d.). En esta ley, de residuos y suelos contaminados, se registra la clasificación de los residuos según su peligrosidad en dos: residuos peligrosos y no peligrosos. Los primeros son definidos como un residuo que tiene alguna característica de peligrosidad y que debe ser tratado de diferente manera, para evitar que cause algún daño para la salud o para el medio ambiente. Por ello, han sido creadas una lista, LER (Lista Europea de Residuos), donde se marcan con asteriscos todo residuo clasificado como peligroso. Es en esta lista, donde encontramos todo tipo de aceite, marcado como peligroso, por lo que estos desechos operacionales,

nombrados anteriormente, deben ser tratados como tal por un gestor autorizado para ello.

Es aquí donde se deja claro, que estos tipos de vertidos están prohibidos en cualquier zona marítima, por lo que la gestión económica y medioambiental, llevada a cabo en la **Ilustración 24**, coinciden, ya que todos los buques tienen obligación de mantener estos residuos a bordo hasta la llegada al puerto de destino, donde serán recogidos por una empresa externa para ser tratados y eliminados adecuadamente.

Por último, se tiene que tener en cuenta, que, desde el punto de vista medioambiental, no debe existir una desvinculación entre las exigencias del mar y las exigencias de tierra. Esta desvinculación parte de la denominación del objeto que se desecha, en un lado de la orilla se denominan residuos, mientras que hacia el otro lado de la orilla se denomina basura. No solo partimos del nombre, sino también de la gestión, siendo los contenedores disponibles en tierra (papel y cartón/envases, incluidos bricks y latas/orgánico mezclado) distintos a la gestión de las basuras en el mar (las propuestas por MARPOL). Aunque hay que ser conscientes que la gestión de residuos en tierra puede ser distinta en cada país.

Otro ejemplo de esta desvinculación entre tierra y mar procede de la red Natura 2000 (Martínez Vallejo, 2014), que establece espacios que considera de interés, nombrándolo Zonas Especiales de Conservación, en algunos casos, estos espacios coinciden con zonas marítimas. En el caso de la **Ilustración 25**, muestra la zona ZEC Franja Marina Teno-Rasca que es exclusivamente marítima y cuyo código es 103-T. Si entramos en su plan de gestión, este busca la reducción de vertidos y residuos, por lo que debería ser llevado a cabo igualmente por los buques, y no sólo desde tierra.



Ilustración 25: Zonas de especial conservación de la red Natura 2000. Fuente: Elaboración propia a partir de GRAFCAN

Conclusiones

Una vez finalizado el trabajo, obtenemos como conclusiones las siguientes:

1. El tratamiento y la manipulación de los diferentes residuos generados a bordo, varían no solo por el tipo de buque en el que nos encontremos, sino también por la zona marítima donde se navegue y la capacidad económica que posea la naviera para invertir en los equipos e instalaciones para su tratamiento.
2. El convenio V de MARPOL determina la basura que puede ser vertida al mar, estableciendo zonas especiales con mayores restricciones en relación a la eliminación de las basuras. En cualquier de los casos, existen basuras cuya eliminación está totalmente prohibida como los plásticos y sus derivados.
3. Las basuras que pueden ser eliminados en el mar, varían en función de su naturaleza y la distancia a la que nos encontremos desde la costa. Los residuos eliminables en el mar, se eliminarán a partir de las 3 y 12 millas en función del tipo de basura y el tratamiento previo que reciba.
4. El puerto de Santa Cruz de Tenerife gestiona sus residuos haciendo uso principalmente de empresas externas (gestores autorizados) que se encargan de la clasificación y eliminación de estos.
5. La gestión adecuada de los residuos a bordo desde el punto de vista económico y medioambiental en muchos casos, coincide, lo que confirma que MARPOL es un convenio adecuado que asegura la protección del medio marino.
6. Este trabajo aborda las metas que se persiguen en el ODS 14, vida submarina.

Conclusions

Once the work is finished, we obtain the following conclusions:

1. The treatment and handling of the various types of waste generated on board, varies not only by the type of ship we are on, but also by the maritime area where it is sailed and the economic capacity of the shipping company to invest in the equipment and facilities for its treatment.
2. MARPOL's convention V determines the waste that can be discharged into the sea, establishing special areas with greater restrictions in relation to its disposal. In any case, there are types of waste whose disposal is totally forbidden, such as plastics and their derivatives.
3. Waste that can be disposed of at sea varies according to its nature and the distance from the coast. Waste that can be disposed of at sea will be disposed of from 3 and 12 miles depending on the type of waste and the pre-treatment it receives.
4. The port of Santa Cruz de Tenerife manages its waste mainly through external companies (authorised managers) which are responsible for sorting and disposing of the waste.
5. The proper management of on-board waste in many cases agrees both from an economic and environmental point of view, confirming that MARPOL is an appropriate convention which ensures the protection of the marine environment.
6. This project deals with the goals pursued in ODS 14, underwater life.

Bibliografía

- ¿Cómo llega el plástico a los océanos y qué sucede entonces? - ES | Greenpeace España. (n.d.). Retrieved March 26, 2020, from <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/como-llega-el-plastico-a-los-oceanos-y-que-sucede-entonces/>
- «En el 2050 habrá más plástico que peces en los océanos». (n.d.). Retrieved April 16, 2020, from https://www.abc.es/sociedad/abci-2050-habra-mas-plastico-peces-oceanos-201806120032_noticia.html
- A las tortugas les atrae el olor del plástico podrido | Ciencia | EL PAÍS. (n.d.). Retrieved March 20, 2020, from <https://elpais.com/ciencia/2020-03-09/a-las-tortugas-les-atrae-el-olor-del-plastico-podrido.html>
- Auta, H. S., Emenike, C. U., & Fauziah, S. H. (2017, May). Distribution and importance of microplastics in the marine environment A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*, Vol. 102, pp. 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>
- Barragan Casanova, C. (2010). *Estudio Del Impacto Ambiental Del Tráfico Marítimo Barcelona-Baleares*. 132.
- Basura. (n.d.). Retrieved March 20, 2020, from <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/Garbage/Pages/Default.aspx>
- BOE.es - Documento BOE-A-2002-24910. (n.d.). Retrieved April 13, 2020, from <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-24910>
- BOE.es - Documento BOE-A-2011-13046. (n.d.). Retrieved May 19, 2020, from <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-13046>
- BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2011-16467. (n.d.). Retrieved June 10, 2020, from <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-16467>
- Ce, D., Parlamento, D. E. L., Del, E. Y., Mediterráneo, M., Báltico, M., Negro, M., & Atlántico, O. (2008). *Directiva Marco sobre la estrategia marina*. 19–40.
- Comité de protección del medio marino (MEPC). (n.d.). Retrieved May 4, 2020, from <http://www.imo.org/es/MediaCentre/MeetingSummaries/MEPC/Paginas/Default.aspx>
- Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (1973. Protocolos, etc., 1978). (2017). *Marpol : edición refundida 2017 : artículos, protocolos, anexos e interpretaciones unificadas del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por los Protocolos de 1978 y 1997 / Organización Marítima Internacional*. (6ª ed.). Londres : Londres: Organización Marítima Internacional, 2017.
- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL). (n.d.). Retrieved March 19, 2020, from

- [http://www.imo.org/es/About/Conventions/ListOfConventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/es/About/Conventions/ListOfConventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)
- Crawford, C. B., Quinn, B., Crawford, C. B., & Quinn, B. (2017). Microplastics, standardisation and spatial distribution. *Microplastic Pollutants*, 101–130. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809406-8.00005-0>
- De, F., De Barcelona, N., & Vidal, A. M. (2011). *Estudio del plan de gestión de la basura desde el buque hasta la planta de recepción*.
- Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la D. 2008/98/CE sobre los residuos. (n.d.). *Diario Oficial de la Unión Europea*. L 150/109.
- El 80% de los residuos en el mar son plásticos - Gestores de Residuos. (n.d.). Retrieved April 16, 2020, from <https://gestoresderesiduos.org/noticias/el-80-de-los-residuos-en-el-mar-son-plasticos>
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., ... Reisser, J. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. In *PLoS ONE* (Vol. 9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- Estudio de plan de gestión de la basura desde el buque hasta la planta de recepción. (n.d.). Retrieved May 27, 2020, from [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13725/MARPOL_ACABAT\[1\]3final.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13725/MARPOL_ACABAT[1]3final.pdf)
- Fundación Aquae. (n.d.). Por qué verter un litro de aceite usado contamina 1.000 litros de agua potable | iAgua.
- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino. (2010). *BOE*, 30 de diciembre del 2010.
- Martínez Vallejo, A. (2014). Boletín Oficial del Estado. *Boletín Oficial Del Estado*, 61561–61567.
- Maschinen, B., Investition, A., Beschaffungen, G., Ersatzbeschaffungen, B., & Mittelherkunft, S. (n.d.). *Plan de recepción y manipulación de desechos de buques y residuos de carga*.
- MEPC 40/21, annex 8. (n.d.). Retrieved May 27, 2020, from [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/Garbage/Documents/2014 revision/RESOLUTION MEPC.76\(40\) Standard Specifications For Shipboard Incinerators.pdf](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/Garbage/Documents/2014%20revision/RESOLUTION%20MEPC.76(40)%20Standard%20Specifications%20For%20Shipboard%20Incinerators.pdf)
- Náutica Y Transporte Marítimo, G. E., & Pacheco Berlanga, D. (2017). *ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MAQUINAS NAVALES PLAN DE GESTIÓN Y ESTUDIO DE LA CANTIDAD DE BASURA GENERADA A BORDO DE UN BUQUE RO/PAX Trabajo Fin de Grado*.
- Plásticos - ES | Greenpeace España. (n.d.). Retrieved March 26, 2020, from <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/>

Prevención de la contaminación por las basuras de los buques. (n.d.). Retrieved April 21, 2020, from <http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/PollutionPrevention/Garbage/Paginas/Default.aspx>