



**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA**  
**SECCIÓN DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**TRANSPORTE MARÍTIMO DE MERCANCÍAS**  
**PELIGROSAS**

**GRADO EN NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO**

**Alumno:** Gabriel Medina Quintana

**Director:** Dña. Beatriz Añorbe Díaz

Septiembre 2021



Dña. Beatriz Añorbe Díaz, Profesora Titular del área de Química Orgánica del Departamento de Química Orgánica de la Universidad de La Laguna:

Certifica que:

D. **Gabriel Medina Quintana** ha realizado bajo mi dirección el trabajo de fin de grado titulado: “**TRANSPORTE MARÍTIMO DE MERCANCÍAS PELIGROSAS**”.

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 02 de Septiembre del 2021.



## **Agradecimientos**

*A mis padres y familia en general por todo el esfuerzo que han hecho para yo poder estar aquí.*

*A mi pareja y compañera por toda la ayuda que me ha aportado.*

*A mi hermana por todo el apoyo que ha dado y me da.*



## Índice

1. RESUMEN.....	9
2. INTRODUCCIÓN.....	11
3. OBJETIVOS.....	13
4. METODOLOGÍA.....	14
5. MERCANCÍAS PELIGROSAS .....	15
5.1. Qué es una mercancía peligrosa.....	15
5.2. Clasificación.....	15
Clase 1: Materias y objetos explosivos.....	15
Clase 2: Gases.....	17
2.1 Gases inflamables.....	17
2.2 Gases no inflamables y no tóxicos.....	17
2.3 Gases Tóxicos.....	17
Clase 3: Líquidos Inflamables.....	18
Clase 4: Sólidos Inflamables.....	18
Clase 4.1 Materias sólidas inflamables.....	18
Clase 4.2 Materias que pueden experimentar inflamación espontánea.....	19
Clase 4.3 Materias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.....	19
Clase 5: Agentes oxidantes y peróxidos orgánicos .....	19
Clase 5.1: Sustancias comburentes.....	19
Clase 5.2: Peróxidos Orgánicos.....	20
Clase 6: Materias tóxicas y materias infecciosas.....	20
Clase 6.1: Materias tóxicas.....	20
Clase 6.2: Materias infecciosas.....	20
Clase 7: Materias Radioactivas.....	21
Clase 8: Materias Corrosivas.....	21
Clase 9: Materias y objetos que presentan peligros diversos.....	22
6. Legislación Internacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas.....	22
7. TIPOS DE BARCOS EN LOS QUE PUEDEN TRANSPORTARSE MM.PP. ....	26
7.1 Buques Portacontenedores.....	26
7.2 Quimiqueros.....	27
7.3 Petroleros.....	28
7.4 Gaseros.....	29
8. EXPERIENCIA PERSONAL A BORDO.....	32
8.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS BUQUES.....	32

8.2	Experiencia a bordo.....	34
9.	FUTURO DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS. ....	48
9.1	Barcos para el transporte de Hidrógeno.....	48
9.2	Barcos que usan hidrógeno como combustible.....	51
9.3	Barcos que usan algún elemento radiactivo como combustible.....	52
10.	CONCLUSIÓN.....	55
	BIBLIOGRAFIA .....	56
	REFERENCIAS DE ILUSTRACIONES .....	57



## **1. RESUMEN.**

Este trabajo de fin de grado trata del transporte de mercancías peligrosas por el mar, primero se comienza con una introducción donde se repasan las cifras de la marina mercante mundial y de España en particular, para tener más claro donde se encuentra actualmente y que es lo que ha pasado estos años atrás.

Luego se pasa a explicar qué son las mercancías peligrosas y las clases que hay, más adelante, se redacta toda la normativa actual sobre el transporte de mercancías peligrosas en general, tanto la de tierra, aire como la del mar que es la que más interesa en el ámbito marítimo.

Se continúa nombrando los tipos de barcos que hay en la actualidad capaces de transportar este tipo de mercancías, sean en bultos o a granel.

Se añade la experiencia personal que he adquirido al estar embarcado en uno de estos barcos que pueden transportar mercancías peligrosas en bultos.

Por último, se termina con el posible futuro del transporte de este tipo de mercancías, como puede que se añada una nueva categoría de barcos, como serían los de transporte de hidrógeno, una nueva propulsión con el propio hidrogeno o incluso los buques mercantes civiles nucleares.

## **1.1 ABSTRACT.**

This final degree project deals with the transport of dangerous goods across the sea. Firstly, one will find an introduction to the world's merchandise shipping figures, and in particular of Spain, will be found, this will give us a clear picture about what is happening currently and what has been happening in the recent years.

Next, what a dangerous good is and the different types that one can find will be explained. After that the general regulation of the transportation of dangerous goods (land, air and sea) will appear in the paper.

The study continues naming the different type of ships that one can find and those that are capable of transporting goods, packaged or in bulk.

Furthermore, the knowledge I have gained from the personal experience of being in a packaged goods transportation ship has been included also.

This essay concludes by examining the different future alternatives that could be added to the dangerous transportation business, for example, creating new types of ships like hydrogen-propulsion or by the use of nuclear energy.

## 2. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de fin de grado es la culminación a una etapa de esfuerzo y sacrificio, no solo por mi parte, sino también por parte de mi familia, que es la que ha hecho posible esta etapa, este trabajo trata del transporte marítimo de mercancías peligrosas.

Primero se repasará la situación actual de la marina mercante global y de España con cifras y datos.

En 2020, debido a la situación de pandemia debida al Covid-19 que se vivió, la demanda de transporte descendió un 3,6%, así y todo, fue menos que la crisis del 2009 con un 4%.

Actualmente el comercio mundial por vía marítima se sitúa en unas 11500Mt, en 2019 se situó en casi 12000 Mt, esta bajada ha sido producida por la menor demanda de crudo y carbón además de una bajada del transporte de contenedores, esta bajada ha sido compensada con una subida del transporte de mineral de hierro, de granos y de GNL.

Hoy en día la flota mundial se encuentra en una edad media de 20 años aproximadamente, hay algunas particularidades como los buques frigoríficos que tienen la media en 31 años o los metaneros que están en una media de 10 años.

Actualmente el EEE (Espacio Económico Europeo) tiene la mayor flota mundial, aunque se ha reducido un 10% debido a la salida de Reino Unido. Hablamos de un conjunto de países, pero, de manera individual otro año más Panamá se coloca en lo más alto de la tabla, con un incremento de casi el 5%, detrás se sitúan Liberia e Islas Marshall con un incremento del 7% y del 3% respectivamente. En España disminuyeron un 0,2% lo que equivale a perder 2 puestos y pasar del 39 al 41.

El comercio marítimo español movió unos 322 millones de toneladas y retrocedió un 11% con respecto a 2019, en 2009 cayó un 14% y se tardó casi 10 años en recuperarse. La flota mercante española actualmente cuenta con 215 buques, las incorporaciones este año han mantenido la cifra ya que también ha habido bajas. España cuenta con una edad media de su flota de unos 16 años, unos años por debajo de la media mundial. La flota de petroleros españoles es

la más joven con una media de 9,5 años, en el lado contrario están los buques de pasaje y ro-ros con una media de unos 20 años.

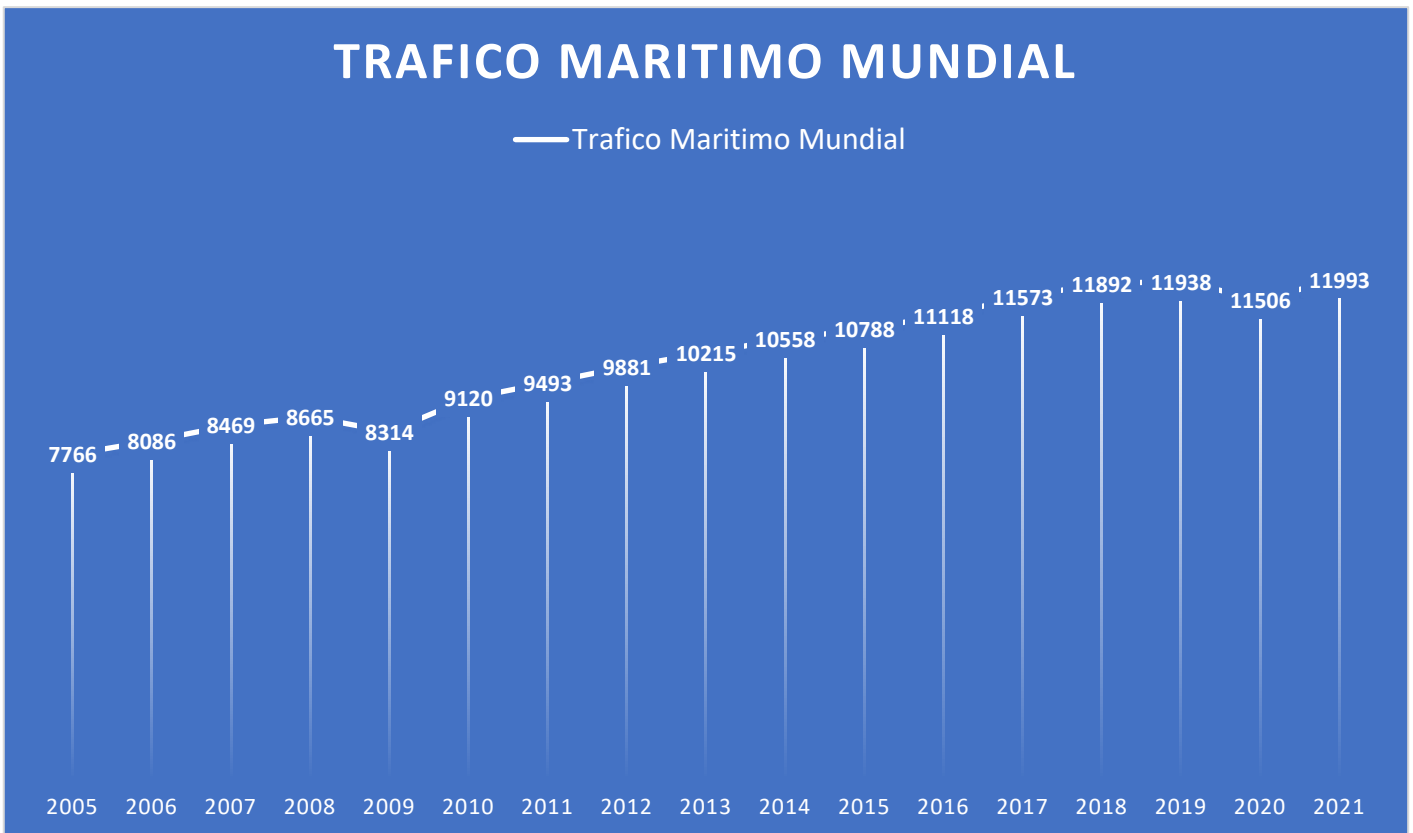


Tabla 1. Tráfico Marítimo Mundial.  
[Trabajo Propio]

En este trabajo se quiere tratar la actualidad del transporte marítimo de mercancías peligrosas, lo que le depara el futuro con la investigación del hidrogeno, la posibilidad de volver a barcos nucleares y la normativa de contaminación marina actual hasta 2021.

El mundo está cambiando, somos más conscientes de que hay que disminuir la contaminación, todavía nos queda un largo recorrido, pero poco a poco vamos acercándonos a nuestra meta.

Aunque he tenido una experiencia limitada en buques que transporten este tipo de mercancías, me encantaría poder hacer más prácticas en este tipo de buques y al terminar mi periodo de embarque poder dedicarme a este mundo en concreto.

### **3. OBJETIVOS**

Para realizar este trabajo de fin de grado, se ha planteado una serie de objetivos a desarrollar durante el mismo.

1. Definir qué son las Mercancías Peligrosas y las clases que existen.
2. Recabar información sobre las distintas normativas que existen para este tipo de transporte de mercancías peligrosas en los buques especializados y no especializados que pueden transportar este tipo de mercancías.
3. Repasar los tipos de barcos que hay en la actualidad especializados y no especializados en el transporte de mercancías peligrosas.
4. Aplicar estos conocimientos a ejemplos reales de buques en los que he navegado.
5. Observar qué nos depara el futuro para ver si hay nuevas mercancías peligrosas a transportar y como se tendrá que adaptar el transporte.

## 4. METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo se ha recabado primero la normativa tanto nacional como internacional para este tipo de transporte especializado, también se va a mencionar la normativa nacional e internacional sobre el transporte de mercancías peligrosas en portacontenedores y buques Ro-Pax.

A continuación, se ha recolectado información sobre los tipos de buques especializados en el transporte de mercancías peligrosas para dar a conocer los que hay y sus particularidades.

Sin dejar atrás a los otros tipos de barcos también nombrados, se ha buscado información sobre estos buques que pueden transportar mercancías peligrosas sin ser buques especializados.

Además de estas búsquedas bibliográficas se aporta la experiencia real en dos buques ro-pax que realizan trayectos en las Islas Canarias y en las Islas Baleares

Y por último se ha buscado lo que nos depara el futuro en el transporte de mercancías peligrosas, tanto en nuevas normativas, nuevos tipos de barcos para este tipo de transporte, como nuevas mercancías a transportar.

## 5. MERCANCÍAS PELIGROSAS

### 5.1. Qué es una mercancía peligrosa

Las mercancías peligrosas son sustancias que presentan riesgo para la salud de animales y humanos y para el medio ambiente. Estas mercancías tienen que estar clasificadas según los criterios de un comité de expertos de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas.

El término mercancía peligrosa se utiliza al hablar del transporte de esta, cuando se habla de etiquetado o riesgos para la salud se utiliza el término sustancia.

### 5.2. Clasificación.

Hay 9 clases diferentes que se clasifican según su peligrosidad y sus características químicas.

#### Clase 1: Materias y objetos explosivos.

A esta clase pertenecen las materias pirotécnicas y explosivas.

Las materias pirotécnicas son materias o mezclas de materias destinadas a producir un efecto luminoso, sonoro, gaseoso o una combinación de ellos, como consecuencia de reacciones químicas que desprenden energía. (Guía Mercancías Peligrosas, 2013)



Ilustración 1. Clase 1.

[1]

Las materias explosivas son materias sólidas o líquidas que, por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que pueden ocasionar daños a su entorno. (Guía Mercancías Peligrosas, 2013)

Ejemplos: Fuegos artificiales, cohetes, bengalas, detonadores, pólvora etc.

Las materias y explosivos se clasifican en:



Ilustración 2. Clase 1 Clasificación. [\[2\]](#)

**División 1.1** Son las materias que presentan riesgo de explosión en masa

**División 1.2** Son las materias que presentan un riesgo de proyección sin explosión en masa.

**División 1.3** Son las materias que presentan riesgo de incendio con pequeño riesgo de efecto de onda expansiva.

**División 1.4** Son las materias que presentan un pequeño riesgo de explosión.

**División 1.5** Son las materias poco sensibles que presentan riesgo de explosión en masa.

**División 1.6** Son las materias extremadamente poco sensibles que no suponen riesgo de explosión en masa.

Estas divisiones a pesar de estar ordenadas de esta manera se pueden ordenar de mayor a menor peligrosidad, quedaría así:

**1.1 – 1.5 – 1.2 – 1.3 – 1.6 – 1.4**



## Clase 2: Gases.

Gas es un estado de la materia que tiene la particularidad de que dentro de un recipiente tiende a ocupar todo el espacio, no tiene ni forma ni volumen constante. Se puede comprimir y disminuir su volumen, también el aumento de temperatura aumenta su volumen. Si se encuentra en un recipiente rígido y la temperatura aumenta, no podrá aumentar su volumen y por lo tanto aumentará la presión en el recipiente.

Según sus propiedades se pueden clasificar como inflamables, comburentes o tóxicos.

Los gases se clasifican en:

### 2.1 Gases inflamables.

Gases que pueden inflamarse en contacto con una fuente de calor.



Ilustración 3 Clase 2.1.

[3]

### 2.2 Gases no inflamables y no tóxicos.

Son gases que sustituyen o desplazan el oxígeno produciendo asfixia, algunos pueden ser comburentes y otros, inertes.



Ilustración 4. Clase 2.2.

[4]

### 2.3 Gases Tóxicos.

Son gases que pueden producir, si se inhalan, efectos dañinos agudos, crónicos o irritantes, e incluso la muerte. Los gases tóxicos pueden, además, ser inflamables, corrosivos o comburentes.



Ilustración 5. Clase 2.3.

[5]

### **Clase 3: Líquidos Inflamables.**

Líquido es un estado de la materia, adopta la forma del recipiente que lo contiene, tiene volumen constante y no se ve afectado apreciablemente por la presión, es el estado intermedio entre sólido y gas.

Los líquidos inflamables son aquellos que su punto de inflamación es de 38°C o menos. Ejemplo: Gasolina, pinturas, etc.

Algunas temperaturas importantes relacionadas con la peligrosidad de los líquidos son:

**Punto de inflamación:** Es la temperatura más baja a la que sus vapores forman con el aire una mezcla inflamable.

**Punto de ebullición:** Es la temperatura a la que un líquido a presión atmosférica pasa a estado gaseoso completamente.



Ilustración 6. Clase 3.  
[\[6\]](#)

### **Clase 4: Sólidos Inflamables.**

Los sólidos inflamables se clasifican en:

#### **Clase 4.1 Materias sólidas inflamables.**

Son sólidos que pueden entrar fácilmente en combustión, sustancias que pueden reaccionar espontáneamente y sustancias que pueden tener una reacción exotérmica.

Ejemplo: fibras, sustancias en polvo, granulares o pastosas, etc.



Ilustración 7. Clase 4.1.  
[\[7\]](#)

## **Clase 4.2 Materias que pueden experimentar inflamación espontánea.**

Materias líquidas o sólidas que pueden calentarse espontáneamente según las condiciones que se dan durante el transporte o en contacto con el aire y por lo tanto pueden inflamarse.

Ejemplo: Carbón, virutas de metales, etc.



Ilustración 8. Clase 4.2.  
[\[8\]](#)

## **Clase 4.3 Materias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.**

Materias líquidas o sólidas que al contacto con el agua pueden inflamarse espontáneamente o desprender gases inflamables peligrosos.

Ejemplo: Bario, Sodio, Potasio, etc.



Ilustración 9. Clase 4.3.  
[\[9\]](#)

## **Clase 5: Agentes oxidantes y peróxidos orgánicos**

### **Clase 5.1: Sustancias comburentes.**

Son líquidos o sólidos que pueden liberar oxígeno y causar la combustión de otras materias, por lo tanto, en contacto con otros materiales aumentan el riesgo de que se produzcan incendios y favorecen el desarrollo de los mismos.

Ejemplo: Nitrato Amónico, agua oxigenada, etc



Ilustración 10. Clase 5.1.  
[\[10\]](#)

## Clase 5.2: Peróxidos Orgánicos.

Son materias con estructura bivalente R-O-O-R y son derivados del peróxido de hidrógeno. Están sujetos a la descomposición exotérmica que puede producirse por efecto del calor, del contacto con impurezas, por rozamiento o impacto. Son materias con la propiedad de ser comburentes, combustibles y muy inestables.



Ilustración 11. Clase 5.2.  
[\[11\]](#)

## Clase 6: Materias tóxicas y materias infecciosas.

### Clase 6.1: Materias tóxicas.

Materias que, en cantidades pequeñas, pueden dañar a la salud de los humanos o causar su muerte por inhalación, absorción cutánea o ingestión. Ejemplo: Metanol, cloruro de metileno, etc.

Por su propia naturaleza, estas sustancias entrañan el riesgo de envenenamiento si entran en contacto con el cuerpo humano.



Ilustración 12. Clase 6.1.  
[\[12\]](#)

### Clase 6.2: Materias infecciosas.

Son las materias que contienen agentes patógenos.

Ejemplo: Muestras de diagnóstico o ensayo.

Los agentes patógenos son los microorganismos, que pueden provocar enfermedades a los animales o a los humanos.

También se incluyen los desechos médicos o clínicos, que son los materiales que se descartan de los laboratorios después de la práctica clínica en humanos, animales o de la investigación biológica



Ilustración 13. Clase 6.2.  
[\[13\]](#)

## Clase 7: Materias Radioactivas.

Son materias que tienen una propiedad, la radioactividad, por la cual los átomos de estas materias se desintegran espontáneamente y esto hace que emitan radiaciones ionizantes.

La radiactividad y las radiaciones existen de forma natural y todos estamos expuestos a dosis de radiación natural.

Sustancias fisionables serían, Uranio 233, Uranio 235, Plutonio 239, etc.

Materiales emisores alfa de baja toxicidad serían, Uranio natural, Torio natural, Uranio 235, etc.



Ilustración 14. Clase 7.  
[\[14\]](#)

## Clase 8: Materias Corrosivas.

Son materias que, por contacto, dañan los tejidos vivos, pueden provocar daños a otras mercancías o al transporte. Ejemplo: Ácido sulfúrico, hipoclorito sódico, etc.

Además, algunas de estas materias pueden desprender gases irritantes y otros gases tóxicos al estar sometidas a altas temperaturas.



Ilustración 15. Clase 8  
[\[15\]](#)

## Clase 9: Materias y objetos que presentan peligros diversos.

Son materias que, durante el transporte, presentan un peligro distinto al de los nombrados en las anteriores clases. Ejemplo: baterías de litio, polvos finos, condensadores, etc.

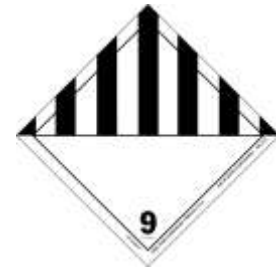


Ilustración 16. Clase 9.  
[\[16\]](#)

## 6. Legislación Internacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas.

El transporte de mercancías peligrosas se realiza bajo el amparo de cinco reglamentos o acuerdos internacionales, en función del medio de transporte utilizado.

- **ADR.** Acuerdo Europeo relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera.
- **ADN.** Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vía navegable.
- **RID.** Reglamento internacional para el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril.
- **Código IMDG.** Código marítimo internacional de mercancías peligrosas.
- **IATA/OACI.** Instrucciones técnicas para el transporte sin riesgo de mercancías peligrosas por vía aérea.

Se verán todas las normativas internacionales para los distintos tipos de transporte que hay, tierra, mar y aire. El que más nos interesa en este trabajo es el IMDG, pero nunca está mal repasar las demás normativas ya que todas las mercancías usarán mínimo 2 de estas normativas para su transporte entre el fabricante y el usuario final.

**6.1 ADR.** (Acuerdo europeo sobre el transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera). Se creó en Ginebra el 30 de septiembre de 1957 y entró en vigor el 29 de enero de 1968. Cuatro años después, el 22 de noviembre de 1972, se adhiere España y empieza a tener vigor. Las siglas ADR vienen del nombre del acuerdo tanto en inglés, (*European Agreement concerning the International Carriage of **D**angerous Goods by **R**oad*) como del francés, (*Accord Européen Relatif au Transport des Marchandises **D**angereuses par **R**oute*).

Este acuerdo consta de 17 artículos y 2 Anejos, A y B. En el Anejo A se encuentran todas las acciones para remitir una mercancía antes de ser transportada como puede ser la clasificación de la mercancía, elegir recipientes adecuados, la documentación precisa, etc. El Anejo B es para la circulación del vehículo, elección del vehículo y conductor, conducción, etc. Estos Anejos se actualizan cada 2 años mediante enmiendas. Este último ADR de 2021 que se ha publicado este año es el texto enmendado del ADR 2019 con las enmiendas aprobadas.

A fecha del 2019, 51 países han ratificado este acuerdo, además de la mayoría de los países europeos, también lo han hecho países asiáticos y del norte de África.

(Ministerio de Asuntos Exteriores, 2021)

**6.2 ADN.** (Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables). Las siglas ADN vienen del nombre del acuerdo en francés, (*Accord Européen Relatif au Transport International Des Marchandises **D**angereuses Par Voies de **N**avigation Intérieures*). Es un acuerdo que no afecta a España y del cual tampoco es miembro. Este acuerdo se creó para asegurar el movimiento de mercancías peligrosas por vías navegables y hacerlo seguro, para contribuir a la protección del medio ambiente previniendo la contaminación de esa zona durante el transporte y para facilitar la operación de transporte de químicos internacionalmente.

Hay 13 países que forman este acuerdo, algunos de estos que son miembros de este acuerdo y tienen vías navegables para usarlo son: Alemania, Francia, Países Bajos, Italia, etc.

En este reglamento existe una particularidad, se trata del **ADNR**, es el Reglamento para el transporte de mercancías peligrosas por el Río Rin, este reglamento no es solo recomendado, sino obligatorio para todo aquel buque que quiera navegar por el Rin. Este río es uno de los más importantes de Europa, tiene una longitud de 1233Km, pero solo 833Km son navegables, desde la ciudad de Basilea en Suiza hasta su delta ubicado en el mar del norte en Países Bajos. Este río pasa por varios países en su recorrido y en algunos sirve de frontera, estos países son: Suiza, Liechtenstein, Austria, Francia, Alemania y Países Bajos.

(Rios del Planeta, 2020)

**6.3 RID.** Reglamento internacional para el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril. Este reglamento es el apéndice C del Convenio COTIF que es el Convenio de la Organización Intergubernamental para los Transportes Internacionales por Ferrocarril, esta institución es la más antigua relacionada con el transporte internacional por ferrocarril. Este convenio está en vigor desde 1999. Las siglas RID vienen del nombre del reglamento en inglés (*International Regulations Concerning the Carriage of **D**angerous Goods by **R**ail.*)

En 2011, accedió la Unión Europea y por lo tanto todos sus estados miembros a este convenio.

A fecha del 2019 este convenio cuenta con 51 estados miembros; además de los países europeos, también hay países del norte de África y asiáticos.

**6.4 IATA.** Es la Asociación Internacional del Transporte Aéreo, las siglas vienen de nombre en inglés (*International **A**ir **T**ransport **A**ssociation*). Esta asociación fué fundada en La Habana en 1945. Al crearse tenía 57 miembros de 31 naciones, la mayoría de Europa y América del Norte. Actualmente hay



adheridos unos 290 miembros en 120 países. Esta asociación es la sucesora de la creada en La Haya, Países Bajos, en 1919. (IATA, 2021)

En esta misma categoría tenemos otro organismo, se trata del **OACI**, es la (*Organización de Aviación Civil Internacional*), en inglés **ICAO** (*International Civil Aviation Organization*). Esta organización es una agencia de la ONU, organización de las Naciones Unidas creada en 1944 por el convenio sobre aviación civil internacional, su sede se encuentra en Montreal, Canadá. A fecha de 2019 está formada por 193 estados miembros. (OACI, 2021)

**6.5 IMDG.** El código IMDG es el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas, las siglas vienen del nombre en inglés, (*International Maritime Dangerous Goods*). Es una publicación de la OMI, la Organización Marítima Internacional o IMO en inglés (*International Maritime Organization*). Este código es el que regula el transporte de mercancías peligrosas por el mar, surge para proteger el medio marino de la contaminación a través de un transporte seguro de materiales peligrosos. Este código establece las clases de mercancías peligrosas, su etiquetado, modo de embalaje y estiba en los buques.

## 7. TIPOS DE BARCOS EN LOS QUE PUEDEN TRANSPORTARSE MM.PP.

### 7.1 Buques Portacontenedores.



Ilustración 17. HMM Algeciras.

[17]

Este es un tipo de buque muy característico, ya que se trata de un barco para transportar carga en contenedores estándar, de ahí su nombre. En estos contenedores se

transportan todo tipo de mercancías por lo que un mismo barco puede llevar una infinidad de cosas diferentes. Estos contenedores pueden tener formas diferentes dependiendo de la mercancía que transporte, pero tienen una medida estándar de 20, 40 y 45 pies, ya que estos contenedores van en una estructura de raíles en el barco, además, en los puertos estos barcos tienen un atraque



Ilustración 18. Grúa pórtico.

[18]

específico donde hay instaladas unas grúas portacontenedores que son las encargadas de cargar y descargar estos contenedores. Además, también hay unas grúas pórticos en los muelles que son

las que mueven esos contenedores por el muelle, sea para almacenarlos o para cargarlos en los camiones que lo llevarán a su destino.



Ilustración 19. Grúa Portacontenedores.

[19]

## 7.2 Quimiqueros.



Ilustración 20. Buque Quimiquero.

[20]

Estos barcos son buques tanque que se dedican al transporte de productos químicos, como su palabra indica, que según MARPOL, deben ser líquidos nocivos transportados a granel, no suelen ser buques grandes, pero conllevan un elevado coste por las

medidas de seguridad que deben tener, doble casco, tanques de acero inoxidable, etc.

Se caracterizan por su gran entramado de tuberías que tienen en sus cubiertas y la gran cantidad de tanques que tienen para poder llevar simultáneamente diferentes productos, incluso algunos tienen algún pequeño tanque en la propia cubierta.

Este tipo de barcos se caracteriza porque se le añade un reglamento, además del capítulo VII del SOLAS, el IMDG, y el Anexo II del MARPOL, también tienen que cumplir el código IBC o CIQ.

Este es el Código Internacional para la Construcción y el Equipo de Buques que Transportan Productos Químicos Peligrosos a Granel (IBC), las siglas vienen del inglés, (*International Bulk Chemicals*) y las siglas (CIQ) corresponden al español, (*Código Internacional para Quimiqueros*). Este código se aplica a los buques construidos después del 1 de julio de 1986, este código se creó para minimizar el riesgo para los buques, sus tripulantes y el medio ambiente.

En este código se plasman los requisitos de diseño, construcción, equipo y operación de los buques, de esta manera se diseñarán de acuerdo con unas normas, buques de tipo 1, 2 y 3, esta escala es de mayor peligro a menor, aunque cualquiera es peligroso para el medio ambiente.

Los de tipo 1 son los encargados de transportar productos con peligros ambientales y de seguridad muy graves, lo que conlleva unas medidas preventivas máximas para impedir los escapes.

Los de tipo 2 son los encargados de transportar productos con peligros ambientales y de seguridad graves, lo que conlleva unas medidas preventivas importantes para impedir escapes.

Los de tipo 3 son los encargados de transportar productos con peligros ambientales y de seguridad suficientemente grave que conllevan un grado moderado de contención. (OMI, 2020)

### 7.3 Petroleros.



Este tipo de barco se caracteriza por su nombre, ya que es un barco diseñado para el transporte de crudo o productos derivados del petróleo, tiene tanques al igual que un Quimiquero, pero no transporta tanta variedad de carga.

Ilustración 21. Knock Nevis.

[21]

Actualmente los petroleros se construyen con doble casco por imperativo del convenio MARPOL debido a los accidentes que ha habido en el pasado, después del 6 de julio de 1993 todos los buques petroleros fabricados debían tener doble casco.

Estos barcos se pueden subdividir en 2 tipos, los de carga pesada o sucios que pueden llevar el crudo, fuel o asfalto y de carga ligera o limpios que pueden llevar los productos refinados como gasolina, gasoil, keroseno, etc.

Los de tipo pesado que transportan productos de gran viscosidad tienen una particularidad y es que deben tener en los tanques algún método para calentar

el producto y darle fluidez para poder cargar y descargar esos productos tan viscosos.

Los de tipo ligero no tienen por qué tener esa particularidad ya que esos productos no tienen una viscosidad alta por lo que se pueden dejar a temperatura ambiente, este tipo de barcos no pueden transportar cargas pesadas al no contar con ningún método de calentamiento de los tanques, sin embargo, los de carga pesada sí pueden transportar carga pesada y ligera.

Una particularidad de estos barcos es que para evitar los gases inflamables que produce el propio combustible, se usan gases inertes para llenar el tanque e impedir, de esa manera, que por cualquier circunstancia se produzca una chispa y detonen esos gases, los gases inertes se obtienen de los gases de escape de los motores, aunque hay barcos que usan como gas inerte el nitrógeno.

Hay una amplia clasificación de los petroleros según sus toneladas pueden ser:

Panamax: entre 50.000 y 79.000 Toneladas.

Aframax: entre 80.000 y 125.000 Toneladas.

Suezmax: entre 125.000 y 200.000 Toneladas.

VLCC: entre 300.000 y 500.000 Toneladas.

ULCC: con más de 500.000 Toneladas.

## 7.4 Gaseros.



Ilustración 22. Gasero de Membrana  
[22]

Este tipo de barco, como su nombre indica, lo que transporta son gases a granel, sobre todo GNL (Gas Natural Licuado) y GLP (Gas Licuado del Petróleo), estos gases se transportan a presión o a temperaturas muy frías, inferiores a 0°C para mantener esos gases líquidos.

Este tipo de buques son muy sofisticados y con una alta tecnología, lo que se traduce en un alto costo.

Existen 2 tipos, los tanques independientes y los de membrana, tanto en uno como en otro los tanques pueden estar más o menos integrados en la estructura del barco, pero nunca forman parte de ella.

Este tipo de transporte tiene un código especial, aparte del IMDG que lo tienen que cumplir todos los transportes de mercancías peligrosas, el transporte de gas licuado tiene otro, el código CIG que es el Código Internacional para la Construcción y el Equipo de Buques que Transporten Gases Licuados a Granel y sus siglas vienen del inglés (The Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases In Bulk). Este código identifica los 5 tipos de tanques que hay, aunque los más comunes actualmente son los independientes y de membrana que se nombraban anteriormente.



Ilustración 23. Gasero esférico [23]

Los tanques independientes, como su nombre indica, son independientes, lo que quiere decir que no forman parte de la estructura del casco, se pueden distinguir 3 tipos, según la presión de proyecto y su forma.

**Tipo A**, se construyen para aprovechar al máximo el espacio del casco, son planos y prismáticos y están diseñados para buques que transporten la carga refrigerada.

**Tipo B**, este tipo de tanque son los más reconocibles por su forma de esfera y sus cálculos de diseño son más complejos, con este diseño no se necesita una barrera secundaria completa, lo que se traduce en una reducción de coste notable.

**Tipo C**, este tipo de tanque son de forma cilíndrica o esférica y diseñados para las cargas a presión, se emplea en gaseros semi-presurizados y totalmente presurizados, este diseño tiene un aprovechamiento muy pobre del espacio interior, para ello se ha diseñado un modelo bilobular, pero no se puede usar para

cargas a presiones elevadas así que se destina a gaseros semi-presurizados/refrigerados.

Los tanques de membrana poseen un buen grado de integración con el casco, pero sigue sin formar parte de este, no están diseñados para llevar cargas a presión, sino que se emplean para el transporte de LNG a temperaturas criogénicas por el buen funcionamiento de las membranas, hay dos tipos principales de sistemas, aunque aparece un tercero que se ha dado gracias a la fusión de los dos tipos que ya existían, su nombre viene dado por las empresas que lo han diseñado:

**Sistema Gaz Transport**, este sistema consta de 2 membranas, primaria y secundaria, estas barreras son de una capa de “invar” comprimido que se trata de una aleación de acero y luego unos espacios entre las membranas 1 y 2 y el casco relleno de contrachapado con perlita como material aislante construido de esta manera, **Membrana1+aislamiento de 230mm+Membrana2+aislamiento de 300mm+casco interno.**

**Sistema Technigaz**, este sistema está formado por solo una membrana de acero inoxidable corrugado, por lo que permite la expansión y la contracción, detrás tenemos paneles de madera de balsa laminada, con madera contrachapada, y estos están interconectados con un diseño especial de juntas de espuma de PVC. Está construido de esta manera, **Membrana de acero corrugado+paneles de madera de balsa laminada con madera contrachapada+casco interno.**

Este sistema ha tenido actualizaciones y ahora en vez de madera como aislante se usan capas de poliuretano expandido, además, usan una membrana secundaria de trípex, que es una hoja de aluminio entre dos capas de fibra de vidrio.

(Ingeniero Marino, 2020)



## 8. EXPERIENCIA PERSONAL A BORDO.

En esta parte del trabajo voy a redactar la experiencia que he tenido en los meses que he estado embarcado en uno de esos barcos que pueden transportar mercancías peligrosas, también se nombrará los sistemas de seguridad que hay a bordo además de los procedimientos de carga y descarga.

En primer lugar, se va a hacer la comparación entre un ferry, donde estuve embarcado, y un fast ferry, la comparación será del tipo de mercancías peligrosas y las condiciones que puede tener cada barco.

### 8.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS BUQUES.

#### Volcán de Tagoro.



Se trata de un Fast Ferry tipo catamarán de la naviera española Naviera Armas, actualmente operando en las Islas Canarias, concretamente en la línea de Gran Canaria a Tenerife en

Ilustración 24. Volcán de Tagoro.

[24]

poco más de 1 hora y media, también llamado el puente capitalino. Su construcción se terminó en julio de 2019 y entró en funcionamiento en agosto después de un viaje de 25 días desde el lugar de su construcción en Hobart, Australia, astillero Incat. Su nombre viene del volcán submarino Tagoro que hizo su erupción al sur de la isla del Hierro en 2011.

En su cubierta principal cuenta con salones Premium Class, Premium Economy y butaca general, también tiene bares, comedores, tienda de regalos, baños, zona infantil y una gran terraza. La segunda cubierta alberga el alojamiento para la tripulación.

Este barco se propulsa por cuatro motores Man Energy Solutions 20V28/33D, estos motores impulsan cuatro Waterjets Wartsila LJX1500 y la energía eléctrica se genera por cuatro grupos Scania DI13.



Las características de este barco son las siguientes.

<b>Eslora</b>	111m	<b>Potencia</b>	36400Kw
<b>Manga</b>	30,5m	<b>Pasajeros</b>	1184
<b>Calado</b>	4.10m	<b>Vehículos</b>	390
<b>Velocidad</b>	35kn	<b>Metros lineales</b>	595

### **Volcán de Tinamar.**



Se trata de un Ferry de la naviera española Naviera Armas, actualmente opera en las Islas Baleares concretamente en la línea de Valencia con Palma de Mallorca, forma parte de la expansión que comenzó el

Ilustración 25. Volcán de Tinamar.

[25]

verano de 2018 hacia el mercado de las Islas Baleares con la compra de Trasmediterránea donde en primer lugar posicionó al Volcán de Tinamar en la ruta de Barcelona-Mahón y luego ha ido cambiando de rutas y añadiendo más barcos en este lugar. Su construcción comenzó en 2008 y finalizó en 2012, la construcción se realizó en el astillero español Barreras en Vigo.

Este barco cuenta con butacas preferentes y butacas clase turista, también tiene alojamiento en camarotes, baños, bar-cafetería, buffet, bar terraza exterior, terraza exterior, casetas exteriores e interiores para animales domésticos, wifi, tienda, zona infantil y zona de paseo para animales domésticos.

Este barco se propulsa con 4 motores principales, que mueven 2 hélices, la energía eléctrica se genera por 2 grupos además de un grupo de emergencia y por último cuenta con 2 hélices de proa para las maniobras.

Las características de este barco son las siguientes.

<b>Eslora</b>	175m	<b>Potencia</b>	48662Kw
<b>Manga</b>	28,10m	<b>Pasajeros</b>	1500
<b>Calado</b>	6,3m	<b>Vehículos</b>	300
<b>Velocidad</b>	26kn	<b>Metros lineales</b>	1850

## 8.2 Experiencia a bordo.

En primer lugar, se verá la tabla del Volcán de Tinamar, este buque tiene un lugar específico para almacenar las mercancías peligrosas, se llama el bodegúin y se encuentra debajo de la cubierta 3, se accede a través de una rampa, cerrada con unas grandes compuertas que se abren para entrar o salir del lugar. (Ver ilustración 26).

Como se puede ver en la ilustración 26, lo primero que se ve es la leyenda que hay encima, **(P)** mercancías en bulto permitidas, **(A)** mercancías en bulto y a granel autorizadas y **(X)** mercancías no autorizadas, en la parte izquierda se ven todos los tipos de mercancías peligrosas que hay y a la derecha se marca con la correspondiente letra de la leyenda, según pertenezca a la columna 1 o 2. La columna 1 se refiere a la posición de las mercancías peligrosas en la cubierta 1 sin restricciones de pasaje y la columna 2 se refiere a la posición de las mercancías peligrosas en la cubierta 1 con restricciones de hasta 58 pasajeros, esto quiere decir que si en el barco llevamos más de 58 pasajeros, hay que observar la columna 1, para saber que mercancías peligrosas se podrán llevar, ya que es la más restrictiva.

Como se puede ver en la tabla y poniéndose en la columna 2, que sería la que más mercancías admite, se ve que en este ferry con estas características se pueden transportar prácticamente todas las mercancías, a excepción de las de clase 1.1 hasta 1.6, quitando la 1.4, y 5.2, todas las demás las podríamos transportar, pero con la limitación de que solo podrían haber a bordo un máximo de 58 pasajeros, en el caso de llevar más, se tendría que mirar la columna 1, la cual es más restrictiva y se puede ver como se han quitado casi la mitad de las de la columna 2.

P: Indica mercancías en bultos permitidas. A: Indica mercancías en bultos y a granel autorizadas. X: No autorizadas.  
*Indicates packaged goods permitted Indicates packaged and bulk goods allowed No allowed.*

Clase / Class	Bodega / Hold							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1.1 a 1.6	X	X						
1.4 S	P	P						
2.1	X	P						
2.2	P	P						
2.3 inflamable / flammable	X	P						
2.3 no inflamable / non flammable	X	P						
3 PI / FP < 23°C	X	P						
3 PI / FP ≥ 23°C a / to ≤ 60°C	P	P						
4.1	P	P						
4.2	P	P						
4.3 líquidos / liquids	X	P						
4.3 sólidos / solids	P	P						
5.1	P	P						
5.2	X	X						
6.1 líquidos PI / liquids FP < 23°C	X	P						
6.1 líquidos P.I. / liquids F.P. / ≥ 23°C a / to ≤ 60°C	P	P						
6.1 líquidos / liquids	P	P						
6.1 sólidos / solids	P	P						
8 líquidos PI / liquids FP < 23°C	X	P						
8 líquidos P.I. / liquids F.P. / ≥ 23°C a / to ≤ 60°C	P	P						
8 líquidos / liquids	P	P						
8 sólidos / solids	P	P						
9	P	P						

Las cargas a granel podrán enumerarse individualmente según su denominación y clase.  
*Cargoes in bulk may be listed individually by name and class*

Observaciones: - En la condición de columna 1 / In the condition of column 1: Autorizadas únicamente MMPP con estiba de Categorías A, 01 y 05 / Only authorized DGs with stowage Categories A, 01 y 05.  
*Remarks:*  
 - En la condición de columna 2 / In the condition of column 2: Autorizadas también las Categorías B

Ilustración 26. Tabla MM. PP Ferry.  
 [26]

La siguiente tabla, (ilustración 27), es la de un fast ferry, estos buques destacan por su rapidez y por ser más ligeros y pequeños que los ferrys tradicionales, pero eso implica transportar menos carga, estos barcos no tienen un lugar específico para alojar las mercancías peligrosas, por lo general se ponen lo más a popa posible por si hay algún riesgo y si se está navegando poder tirarla.

Como se puede ver en la imagen de la tabla, al igual que en la anterior, se ve la leyenda que tenemos arriba, es exactamente igual y la colocación de la tabla también, lo único que cambia aquí son las mercancías peligrosas que se pueden transportar, aquí se ve que tanto la columna 1 como la 2 son iguales,

Clase / Class	Bodega / Hold									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1.1 a 1.6	X	X								
1.4 S	P	P								
2.1	X	X								
2.2	P	P								
2.3 inflamable / flammable	X	X								
2.3 no inflamable / non flammable	P(3)	P(3)								
3 PI/FP < 23°C	X	X								
3 PI/FP ≥ 23°C a/to ≤ 61°C	P	P								
4.1	P	P								
4.2	P	P								
4.3 líquidos/liquids	P(2)	P(2)								
4.3 sólidos/solids	P	P								
5.1	P	P								
5.2	P(3)	P(3)								
6.1 líquidos PI/liquids FP < 23° C	X	X								
6.1 líquidos P.I. / liquids F.P. ≥ 23° C a/to ≤ 60°C	P	P								
6.1 líquidos / liquids	P	P								
6.1 sólidos / solids	P	P								
8 líquidos PI / liquids FP < 23° C	X	X								
8 líquidos P.I. / liquids F.P. ≥ 23° C a / to ≤ 60°C	P	P								
8 líquidos / liquids	P	P								
8 sólidos / solids	P	P								
9	P(4)	P(4)								

P:Indica mercancías en bultos permitidas. *Indicates packaged goods permitted.* A:Indica mercancías en bultos y a granel autorizadas. *Indicates packaged and bulk goods allowed.* X:No autorizadas. *No allowed.*

Las cargas a granel pueden enumerarse individualmente, en cuyo caso se indicarán el nombre y la clase. *Bulk cargoes may be listed individually, by designation and class.*

Ilustración 27. Tabla MM. PP Fast Ferry.

[27]

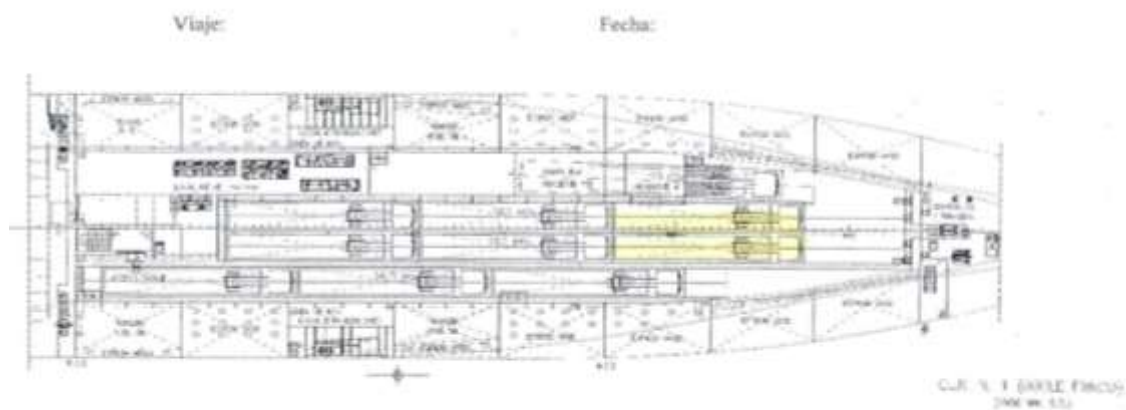
aquí se tiene restringido el transporte de las mercancías peligrosas de las clases 1.1 a 1.6, dejando fuera a la 1.4, 2.1, 2.3 inflamables, 3 con PI <23°C, 6.1 líquidos con PI <23°C y 8 líquidos con PI <23°C.

Como se puede ver, si se comparan los dos barcos sin ninguna restricción, el ferry puede transportar más tipos de mercancías peligrosas que el fast ferry. Es verdad que, si se añade la restricción del ferry, se puede ver que al fast ferry, se le admiten más tipos de mercancías peligrosas que al ferry con restricción de pasaje, cuando el fast ferry no tiene restricción de pasaje. También es verdad que el fast ferry tiene restricción de bultos, que es el numerito que esta entre paréntesis al lado de la letra, en este caso la P, cosa que al ferry no le aparece por ningún lado.

Como conclusión se puede ver que a un ferry se le permite más tipos sin ninguna restricción, pero aplicándosele se puede ver como al fast ferry se le autoriza más tipos que al ferry.

En este siguiente punto se verán los planos de estiba y las autorizaciones que se entregan en el barco para transportar las mercancías peligrosas, como

### PLANO DE ESTIBA – MERCANCIAS PELIGROSAS “VOLCÁN DE TINAMAR”



CODIGO	CLASE	SUBCLASE	CANTIDAD
1	EXPLOSIVOS		
2	GASES		
3	LIQUIDOS INFLAMABLES		
4	SOLIDOS INFLAMABLES		
5	SUSTANCIAS COMBIURENTES Y PEROXIDOS ORGANICOS	S.1	2420 Kg
6	SUSTANCIAS TOXICAS Y SUSTANCIAS INFECCIOSAS		
7	MATERIALES RADIACTIVOS		
8	SUSTANCIAS CORROSIVAS		24700 Kg
9	SUSTANCIAS Y OBJETOS PELIGROSOS VARIOS CONTAMINANTES DEL MAR Y DESECHOS	1	194 Kg
TOTAL			27314 Kg



Ilustración 28. Plano Estiba Tinamar.  
[28]

se puede ver en la foto (ilustración 28), se muestra el plano de estiba del bodegúin, es donde se transportan las mercancías peligrosas en este buque, como se ha mencionado anteriormente. En la ilustración 28 se ve la posición de los dos camiones que han entrado a bordo coloreados y debajo se marca que clase de mercancías transporta, la subclase, la cantidad en Kg y debajo la cantidad total en Kg, aquí se puede ver como en este viaje se ha transportado dos camiones con la clase 5, 8 y 9. También es habitual transportar de la clase 3 pero en este viaje no coincidió.

A continuación se verá la autorización que se da a bordo para transportar esas mercancías peligrosas, donde se explica todo de cada componente que se marca en la tabla anterior.

Esta ilustración 29 sería una de las dos autorizaciones, cada camión tiene la suya, en esta se puede ver como arriba se autoriza la entrada de la mercancía al barco. Luego, se especifican diferentes datos como el nombre del buque, el operador y demás, más abajo se encuentra el tipo de presentación, que es en contenedor y al final se encuentra todo lo relacionado con la mercancía a transportar. Se repasará un poco cada dato que aparece ahí, lo primero es el número ONU 1791 que es el que se le ha dado al Hipoclorito en solución en el

Fecha de Entrega / Data de Lliurament: Ref. del Consig. / Ref. del Consig.: 01172092410

 <b>Ministerio de Fomento</b> <small>Dirección General de Marina Mercante Capitanía Marítima en Barcelona</small>	<b>AUTORIZACIÓN DE ADMISIÓN DE MERCANCIAS PELIGROSAS</b> <b>AUTORIZACIÓ D'ADMISSIÓ DE MERCADERIES PERILLOSES</b>	 <b>Port de Barcelona</b> <small>Autoritat Portuària de Barcelona</small>
---	---	---

La presente autorización se refiere a las mercancías abajo relacionadas

<b>Se autoriza la entrada</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>S'autoritza l'entrada</b>	
Se deniega la entrada	<input type="checkbox"/>
Es denega l'entrada	
Anulación de la autorización	<input type="checkbox"/>
Anul·lació de l'autorització	

La present autorització es refereix a les mercaderies relacionades a sota

<b>CARGA / CÀRREGA</b> Nº de notificación: 1202019130001 Nº de notifiació:	Fecha y hora autorizada de entrada de mercancía: Data i hora autoritzada d'entrada de mercaderia:																																																			
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center; padding: 2px;">ENTRADA / ENTRADA</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Buque Vaixell</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">Camión Camió</td> <td style="padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">FFCC</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">FFCC</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Instalación Instal·lació</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">Instal·lació</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Nombre del buque: Nom del vaixell:</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Número de escala: Número de escala:</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Fecha prevista de llegada: Data prevista d'arribada:</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Número de camiones: 1 Número de camions:</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Operador de buque: Operador del vaixell:</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Terminal de carga: Terminal de càrrega:</p>	ENTRADA / ENTRADA				Buque Vaixell	<input type="checkbox"/>	Camión Camió	<input checked="" type="checkbox"/>	FFCC	<input type="checkbox"/>	FFCC	<input type="checkbox"/>	Instalación Instal·lació	<input type="checkbox"/>	Instal·lació	<input type="checkbox"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center; padding: 2px;">SALIDA / SORTIDA</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Buque Vaixell</td> <td style="padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">Camión Camió</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">FFCC</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">FFCC</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Instalación Instal·lació</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">Instal·lació</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Nombre del buque: VOLCAN DE TINAMAR Nom del vaixell:</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Número de escala: Número de escala:</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Fecha prevista de salida: Data prevista de sortida:</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Número de camiones: Número de camions:</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Operador de buque: COMPAÑIA TRASMEDITERRANEA SA Operador del vaixell:</p> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Terminal de carga: TERMINAL FERRY DE BARCELONA Terminal de càrrega:</p>	SALIDA / SORTIDA				Buque Vaixell	<input checked="" type="checkbox"/>	Camión Camió	<input type="checkbox"/>	FFCC	<input type="checkbox"/>	FFCC	<input type="checkbox"/>	Instalación Instal·lació	<input type="checkbox"/>	Instal·lació	<input type="checkbox"/>																			
ENTRADA / ENTRADA																																																				
Buque Vaixell	<input type="checkbox"/>	Camión Camió	<input checked="" type="checkbox"/>																																																	
FFCC	<input type="checkbox"/>	FFCC	<input type="checkbox"/>																																																	
Instalación Instal·lació	<input type="checkbox"/>	Instal·lació	<input type="checkbox"/>																																																	
SALIDA / SORTIDA																																																				
Buque Vaixell	<input checked="" type="checkbox"/>	Camión Camió	<input type="checkbox"/>																																																	
FFCC	<input type="checkbox"/>	FFCC	<input type="checkbox"/>																																																	
Instalación Instal·lació	<input type="checkbox"/>	Instal·lació	<input type="checkbox"/>																																																	
Consignatario de la carga: COMPAÑIA TRASMEDITERRANEA SA Consignatari de la càrrega:	Zona depósito: 18C - BARCELONA (SUD) Zona depòsit:																																																			
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Presentación Presentació</td> <td style="padding: 2px;">Granel líquido Granel líquid</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">Granel sólido Granel sòlid</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">Contenedor Contenedor</td> <td style="padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">Carga general Càrrega general</td> <td style="padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Presentación Presentació	Granel líquido Granel líquid	<input type="checkbox"/>	Granel sólido Granel sòlid	<input type="checkbox"/>	Contenedor Contenedor	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga general Càrrega general	<input type="checkbox"/>																																										
Presentación Presentació	Granel líquido Granel líquid	<input type="checkbox"/>	Granel sólido Granel sòlid	<input type="checkbox"/>	Contenedor Contenedor	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga general Càrrega general	<input type="checkbox"/>																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Contenedores y equipamiento</th> <th style="width: 10%;">NºONU</th> <th style="width: 10%;">Classe</th> <th style="width: 10%;">Pia. Sec.</th> <th style="width: 10%;">Grup.</th> <th style="width: 15%;">Desc. Técnica</th> <th style="width: 10%;">C.Mar.</th> <th style="width: 10%;">Cont. Lim.</th> <th style="width: 10%;">Ar.15</th> <th style="width: 10%;">NºBultos</th> <th style="width: 10%;">Tipo Bult.</th> <th style="width: 10%;">Peso Neto</th> <th style="width: 10%;">Peso Bruto</th> </tr> <tr> <th></th> <th>NºONU</th> <th>Classe</th> <th>Risc Sec.</th> <th>Grup.</th> <th>Desc. Técnica</th> <th>C.Mar.</th> <th>Cont. Lim.</th> <th>Ar.15</th> <th>NºEmbal</th> <th>Tipo Emb.</th> <th>Peso Net</th> <th>Peso Brut</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">R2481BCJ - 2270</td> <td style="text-align: center;">1791</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">HIPOCLORITO EN SOLUCION</td> <td style="text-align: center;">S</td> <td style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">CK</td> <td style="text-align: center;">24.700</td> <td style="text-align: center;">38.960</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="padding: 2px;">Expendedor / Receptor .....</td> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Telf. ....</td> </tr> </tbody> </table>		Contenedores y equipamiento	NºONU	Classe	Pia. Sec.	Grup.	Desc. Técnica	C.Mar.	Cont. Lim.	Ar.15	NºBultos	Tipo Bult.	Peso Neto	Peso Bruto		NºONU	Classe	Risc Sec.	Grup.	Desc. Técnica	C.Mar.	Cont. Lim.	Ar.15	NºEmbal	Tipo Emb.	Peso Net	Peso Brut	R2481BCJ - 2270	1791	8	8	8	HIPOCLORITO EN SOLUCION	S	N	N	1	CK	24.700	38.960	Expendedor / Receptor .....										Telf. ....	
Contenedores y equipamiento	NºONU	Classe	Pia. Sec.	Grup.	Desc. Técnica	C.Mar.	Cont. Lim.	Ar.15	NºBultos	Tipo Bult.	Peso Neto	Peso Bruto																																								
	NºONU	Classe	Risc Sec.	Grup.	Desc. Técnica	C.Mar.	Cont. Lim.	Ar.15	NºEmbal	Tipo Emb.	Peso Net	Peso Brut																																								
R2481BCJ - 2270	1791	8	8	8	HIPOCLORITO EN SOLUCION	S	N	N	1	CK	24.700	38.960																																								
Expendedor / Receptor .....										Telf. ....																																										

Ilustración 29. Autorización 1 Tinamar.

[29]



registro de la ONU de las mercancías peligrosas, luego está la clase 8 como vimos antes en el plano, grupo de embalaje II que indica que es una materia corrosiva. Lo siguiente es el nombre del producto como ya se ha comentado, en el siguiente punto se indica si es contaminante del mar o no, y en este caso marca que SI, por lo que hay que tener cuidado con ese producto, ya que lo vamos a transportar por el mar. Luego se indica si tiene una cantidad limitada, que en este caso No, Art. 15 que se refiere a las mercancías consideradas especialmente peligrosas que en estos casos es No, el número de bultos que este caso es 1, el tipo de bulto que pone CK, Cask en ingles que es cuba y por último se tiene el peso neto y el peso bruto del camión.

Fecha de Entrega / Data de Lliurament: Ref. del Consig. / Ref. del Consig.: 01172092444

**Ministerio de Fomento**  
Dirección General de Puertos Marítimos  
 Capitanía Marítima de Barcelona

**AUTORIZACIÓN DE ADMISIÓN DE MERCANCIAS PELIGROSAS**  
**AUTORIZACIÓ D'ADMISSIÓ DE MERCADERIES PERILLOSES**

**Port de Barcelona**  
Generalitat de Catalunya

La present autorització es referida a las mercancías abajo relacionadas  
 La present autorització es referida a les mercaderies relacionades a sota

**Se autoriza la entrada**   
**S'autoritza l'entrada**

Se deniega la entrada   
 Es denega l'entrada

Anulación de la autorización   
 Anul·lació de l'autorització

**CARGA / CÀRREGA**

Nº de notificación: 1292019130002  
 Nº de notificació: 1292019130002

**ENTRADA / ENTRADA**

Buque/Vasell  Camión  FFCC  Instalación   
 Buque/Vasell  Camión  FFCC  Instal·lació

Nombre del buque:   
 Nom del vasell:   
 Número de escala:   
 Número de escala:   
 Fecha prevista de llegada:   
 Data prevista d'arribada:   
 Número de camiones: 1   
 Número de camions:   
 Operador de buque:   
 Operador del vasell:   
 Terminal de carga:   
 Terminal de càrrega:

Fecha y hora autorizada de entrada de mercancía:   
 Data i hora autoritzada d'entrada de mercaderia:   
 Fecha y hora límite de salida:   
 Data i hora límit de sortida:

**SALIDA / SORTIDA**

Buque/Vasell  Camión  FFCC  Instalación   
 Buque/Vasell  Camión  FFCC  Instal·lació

Nombre del buque: VOLCAN DE TINAMAR   
 Nom del vasell:   
 Número de escala:   
 Número de escala:   
 Fecha prevista de salida:   
 Data prevista de sortida:   
 Número de camiones:   
 Número de camions:   
 Operador de buque: COMPAÑIA TRASMEDITERRANEA SA   
 Operador del vasell:   
 Terminal de carga: TERMINAL FERRY DE BARCELONA   
 Terminal de càrrega:

Consignatario de la carga: COMPAÑIA TRASMEDITERRANEA SA   
 Consignatari de la càrrega:   
 Zona depósito: 19A - SANT BERTRAN A   
 Zona depòsit:

Presentación  **General líquido**  **General sólido**  **Contenedor**  **Carga general**

Contenedores y equipamiento	IPONU	Clase	Rte. Sec.	Grup.	Desc. Técnica	C. Mar.	Cont. Lim.	Art. 15	NºBultos	Tipo Bult.	Peso Neto	Peso Bruto
	IPONU	Clase	Rte. Sec.	Grup.	Desc. Técnica	C. Mar.	Cont. Lim.	Art. 15	NºEmbol.	Tipo Emb.	Peso Nm	Peso Brul
#2022BCL - 4000	2488	8.1		II	ACIDO TRICLORODIOCIANU HCl	N	N	N	108	CI	2 420	2 549
Expeditor / Receptor ...											Tell: ...	
	3277	9		II	SUSTANCIA SOLIDA POTENCIA	S	N	N	8	CI	170	182
Expeditor / Receptor ...											Tell: ...	
	3480	9			BATERIAS DE ION LITIO PH	N	N	N	1	CI	34	37
Expeditor / Receptor ...											Tell: ...	

Ilustración 30. Autorización 2, Tinamar.

[30]

En esta ilustración 30 se puede ver lo mismo que se ha explicado en la anterior, pero del otro camión que entró al barco, en este caso lleva materias en bultos de

la clase 5.1 y 9; y 2 de ellas marcan que no son contaminantes del mar, pero una sí, como la anterior, el número de bultos de cada materia y su peso neto y bruto.

Ahora se pasa a ver el plano de estiba del fast ferry, es muy similar al del ferry, se muestra el plano del buque y debajo el cuadro donde indica la clase, el numero ONU, la cantidad y la cantidad total.

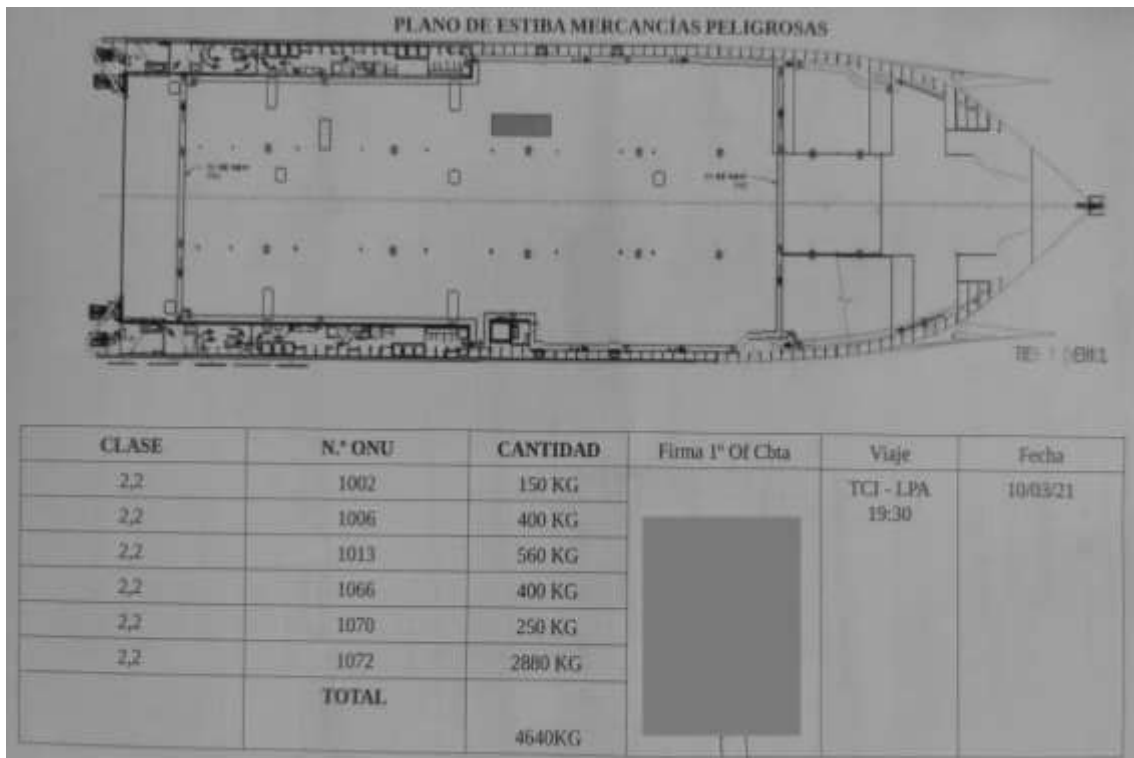


Ilustración 31. Plano Estiba Fast Ferry.

[31]

Aquí se puede ver como en este viaje se han transportado diferentes cargas, pero todas de la clase 2.2 que suman un total de 4640 Kg, también se puede ver con un recuadro gris en el plano donde se colocará el camión que transporta las mercancías.



Ahora se verá la autorización de la ilustración 32, es muy parecida a la que se vio anteriormente en el ferry, en la cual se explica primero datos del barco y luego datos de la mercancía, ahí se puede ver cómo se menciona el tipo de producto, la clase, el numero ONU, su grupo de embalaje, la cantidad, el número de bultos, puerto de origen y puerto de destino, por ejemplo, en este caso se transportan gases comprimidos como el argón 1002, el aire 1006 y el dióxido de carbono 1013.

Capitanía Marítima  
 SOLICITUD DE ADMISIÓN, MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO DE MERCANCIAS PELIGROSAS  
 Puertos de Tenerife

Admisión por vía **TERRESTRE** (Mercancías peligrosas envasadas o soltas a granel)

Alta primer envío  Modificación  Cancelación

Nº solicitud: **T-2021-1429-1**

Consignatario o agente marítimo: \_\_\_\_\_ Nombre y Contacto emergencia: \_\_\_\_\_

**Datos de la ESCALA:**

Puerto	Escala		
S/C DE TENERIFE	T-2021-1785-1		
Consignatario Buque	Nombre y Contacto emergencia		
_____	_____		
Buque	Bandera	Puerto de registro	Tipo buque
_____	ESPAÑA	_____	CG-Buque RS-RS, incluso de transporte de pasajeros
Estera	Manga	Calado	Distintivo de llamada
106	30	4	E888
Día/Hora prevista llegada	Día/Hora prevista salida	Muelle solicitado	
13/03/2021 18:10	<b>10/03/2021 19:30</b>	2270-ANAGA PANTALAN DIQUE	

**Datos de la OPERATIVA:**

Tamano/Estibador	Nombre y Contacto de emergencia	Tipo de Operación
_____	_____	Embarque

**Datos de la MERCANCIA:**

Nombre mercancía	Clase	Nº ONU	Grupo Embalaje	Cantidad (Kg) / nº bultos / MNE* (Kg) / punto inflamación (°C)	Puerto de origen	Puerto de destino	Expeditor	Receptor
AIRE COMPRIMIDO	2.2	1002		180 / 2 / - / -	ESPAÑA-Santa Cruz de Tenerife	ESPAÑA-LUZ Y LAS PALMAS		
ARGÓN COMPRIMIDO	2.2	1006		400 / 2 / - / -	ESPAÑA-Santa Cruz de Tenerife	ESPAÑA-LUZ Y LAS PALMAS		
DIÓXIDO DE CARBONO	2.2	1013		280 / 2 / - / -	ESPAÑA-Santa Cruz de Tenerife	ESPAÑA-LUZ Y LAS PALMAS		

Ilustración 32. autorización Fast ferry.

[32]

Una vez visto las mercancías peligrosas que puede llevar cada barco, se pasa a redactar los procedimientos de carga y descarga en cada tipo de barco, se comienza con el ferry, tiene dos compuertas estancas en popa, una en estribor



Ilustración 33. Popa Tinamar.

[33]

y otra en babor, cada una es independiente de la otra, con su mecanismo de apertura y cierre. Al llegar a puerto la primera que se abre es la del lado del atraque, esto

también se tiene en cuenta cuando se carga, ya que los vehículos se quedan de frente a la compuerta que primero abre, de esa manera según se abre la primera se comienza la descarga, por ejemplo, cuando estuve embarcado en el puerto de Barcelona se tenían varios puntos de atraque, unos por el lado de babor y otros por el lado de estribor, durante los meses que estuve se usaron todos, al atracar estribor al muelle, la primera que se abre es la de estribor y lo mismo con babor al muelle, la primera que se abre es la de babor. El alumno es el que abre

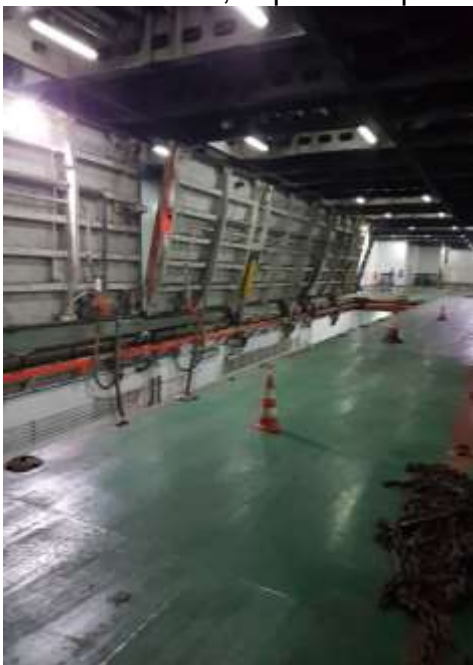


Ilustración 34. Entrada Bodeguín.

[34]

las compuertas, mientras abre, llega el primero y sale para ver cómo queda, entonces te indica si continúas bajando o hay que parar para que el barco termine de atracar, para luego terminar de bajar la compuerta y dejarla en flotación, que quiere decir que se mueve con el barco, así mientras sube o baja la marea las compuertas se mueven también. Una vez abierta la primera comienza la descarga y vas a abrir la segunda hasta que llegas al final y la pones en flotación también, una vez el proceso está hecho comienza la descarga por la otra banda.

Una vez descargado todo llega el momento de abrir el bodeguín, para sacar las mercancías peligrosas que se alojan en su sitio, el proceso es parecido a las compuertas de popa, se divide en 2, una más a popa y una más proa, las compuertas están en la banda de babor, primero se abre la popa y luego la de



proa. Una vez abierto se ponen unas cadenas de seguridad alrededor para evitar caídas del personal y comienzan a bajar los chóferes de los camiones que pueda haber ahí abajo para comenzar su descarga. Como podemos ver en la ilustración 35 se trata de una rampa que baja a una

Ilustración 35. Bodeguín.

[35]

pequeña cubierta donde se alojan las mercancías peligrosas, depende del tamaño de la carga tendrá que bajar marcha atrás o marcha adelante y al llegar a puerto volver a subir por esa misma rampa cuando se abra. En el proceso de descarga son los últimos en salir dado que como se ha comentado hay que abrir las compuertas del bodeguín y hasta que no salgan todos los camiones, mínimo de esa banda, no se puede abrir.

El proceso de carga es similar, pero, al contrario, una vez descargado el bodeguín se deja abierto por si hay que cargar alguna mercancía peligrosa, más tarde nos avisan cuanta carga hay para el viaje y nos dicen si hay o no mercancías peligrosas que embarcar y cuantas, en el caso de haber, es lo primero que entra. Una vez embarcado todo se cierra el bodeguín y comienza la carga normal, sean mercancías para la cubierta inferior o pasajeros con sus vehículos para las cubiertas superiores. Una vez finalizada la carga o a punto de finalizar se comienza con el cierre de una de las compuertas de popa, siempre la contraria al lado del muelle y por último cuando se da por finalizado y llega la hora de zarpar, se comienza a cerrar la compuerta del lado del muelle, se van quitando los cabos y zarpamos.

Ahora llega el turno de la carga y descarga en un fast ferry, este tipo de barco, como se ha visto, no tiene un lugar específico para las mercancías peligrosas, sino que se ponen lo más a popa posible, este tipo de barco no poseen



Ilustración 36. Popa Fast Ferry.

[36]

compuertas estancas en popa, si no que depende de la compañía o del uso del barco si le instala una rampa, hay otras compañías que las rampas la instalan en el muelle y se ahorran ese peso en el barco, la ventaja de esa rampa es que puedes atracar en cualquier muelle. Una vez se llega, comienza el procedimiento de atraque y de bajada de la rampa, es igual que en el ferry, una vez esté todo seguro, comienza la descarga de atrás hacia adelante y por el centro del barco que es donde está instalada la rampa única,



Ilustración 37. Cubierta Carga.

[37]

este barco cuenta con 2 cubiertas para vehículos alojadas en la parte de proa y una zona más amplia y alta para vehículos pesados en popa, la carga es similar, van entrando los vehículos, primeramente coches que van a la zona de proa y camiones que se quedan en la zona popa. Como se puede ver en la ilustración 36, esa sería la cubierta, según los planos del buque si se transportan mercancías peligrosas irían en la zona de babor, justo donde está ese furgón de Armas, y lo más a popa posible, de esa manera si hay algún incidente se puede sacar del barco lo más rápido posible.

Ahora se pasa a citar las medidas de seguridad que hay a bordo.

A bordo existen muchos y variados dispositivos de seguridad, ya sean para derrames de algún producto químico, para conraincendios o de salvamento.

Lo primero a mencionar, serán los dispositivos de seguridad con los que cuenta el barco relacionados con las mercancías peligrosas, dado que el ferry posee un bodeguín destinado al transporte de mercancías peligrosas, se cuenta a bordo con una estación química en el tronco de escaleras con 4 trajes químicos y 6 botellas ERAS (Equipo de Respiración Autónoma), esto es por si se produce un incendio, poder actuar sin respirar los humos que desprendan esas mercancías.

También se encuentra un pañol SOPEP (Shipboard Oil Pollution Emergency Plan) que en español sería el Plan de Contingencia por Derrames de Hidrocarburos para Buques, en este pañol hay diferentes materiales para combatir un derrame como: trapos, trajes de papel de usar y tirar, recogedor, escoba, sepiolita, barreras absorbentes, etc.

Este buque posee 10 estaciones conraincendios repartidas por todo el barco, en cada estación hay 2 cajas con el mismo material en cada una de ellas y consta de: espaldera, botellas ERAS, máscara, traje de bombero completo, hacha, cinto de seguridad, cabo de vida y linterna con pilas de respeto.

Si se presenta un incendio a bordo, existen las brigadas, que lo componen diferentes miembros de la tripulación, se cuentan con 3 brigadas, la de cubierta, la de apoyo y la de máquina, todo ello organizado por el capitán.

También se cuenta a bordo con una central conraincendios que está en el puente, es la que se indica si uno de los detectores se ha activado y actuar lo más pronto posible, ya que es la mejor manera de extinguir un fuego, otro medio de avisar son los pulsadores que están repartidos por todo el buque.

Otro método conraincendios que hay a bordo son los mamparos y puertas conraincendios, estos lo que hacen es contener el incendio en una zona el mayor tiempo posible hasta que se extinga, también hay otro tipo de puertas que son las estancas, estas se encuentran por debajo de la línea de flotación y lo que hacen es evitar que, ante una vía de agua, esta se extienda por todo el buque, dando el mayor tiempo posible para organizar una evacuación si fuera precisa.



Aunque no parezca ser un método contraincendios, la ventilación sí lo es, ya que se puede apagar y cerrar la ventilación del lugar donde se ha producido el incendio y este no tendrá oxígeno con el que alimentarse, y por lo tanto se extinguirá por sofocación, aunque su labor principal es la de ventilar o extracción de aire, por ejemplo, si se produce mucho humo en las cubiertas de carga se pondrá en extracción y la ventilación se usará cuando se transporten animales vivos en las cubiertas de carga para que estén bien ventilados.



Una parte importante de estos sistemas son las cajas contraincendios, estas contienen las mangueras y lanzas, además algunas tienen los hidrantes, aunque se puede ver el hidrante solo y su caja al lado, en el hidrante se conectan las mangueras, hay muchas cajas de estas y repartidas por todo el barco

Ilustración 38. Manguera Contraincendios.  
[38]

para tener alguna cerca, cualquiera que sea el lugar donde se origine el incendio.



Otro sistema contraincendios son los extintores, se categorizan como sistemas portátiles contraincendios, los podemos tener de polvo seco, de CO<sub>2</sub> y de espuma, los hay de diferentes tamaños, incluso con carrito los más pesados. Los sistemas fijos serían los siguientes, los rociadores, están localizados en las cubiertas de carga, y es un sistema muy útil cuando no hemos podido controlar el fuego con mangueras y

Ilustración 39. Extintores.  
[39]

extintores, hay que tener cuidado porque sueltan una gran cantidad de agua, por lo que pueden provocar pérdidas de estabilidad si no achicamos esa agua. Otro sistema similar son los sprinkles que se localizan en la zona de pasaje, se activan cuando se rompe la ampolla que tienen por aumento de temperatura, el siguiente

sistema es el de CO<sub>2</sub>, se encuentra fijo en 3 estaciones a bordo, una para el generador de emergencia, otra para la cocina y otra para la sala de máquinas. Este sistema está compuesto por una serie de recipientes a presión con dióxido de carbono en su interior, es capaz de llenar un determinado espacio de ese gas y por lo tanto extinguir un incendio por sofocación.



Ilustración 40. Aro Salvavidas.

[40]

Con respecto a los medios de salvamento que se tienen a bordo son varios, en primer lugar, los aros salvavidas que tienen que ir pintados con el nombre del barco y el puerto de matrícula. Lo siguiente son los chalecos salvavidas, en este caso hay distinción por tamaño, hay chalecos para bebés, infantiles y adultos y tienen que haber tantos, o más, como pasajeros y tripulación pueda transportar el barco, pero a todo esto faltaría añadirle los dispositivos de

salvamento como son los 4 botes salvavidas, 4 MES (Marine Evacuation System), 1 bote rápido de rescate, 1 bote de rescate y 10 balsas salvavidas.

## **9. FUTURO DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS.**

En este apartado se va hablar sobre lo que nos depara el futuro del transporte de las mercancías peligrosas, el mundo está en un constante cambio, la globalización cada vez es mayor, se necesitan recursos en otras partes del mundo donde no existen o no se pueden producir. En este aspecto, el mejor medio de transporte es el barco hablando de cantidad/precio ya que se pueden transportar una gran cantidad de materias de una sola vez, lo que reduce mucho el gasto y por lo tanto se reduce el precio comparado con otro medio de transporte.

En este apartado se explorarán algunas posibilidades sobre el transporte de mercancías peligrosas.

- Barcos para el transporte de hidrógeno.
- Barcos que usan el hidrógeno como combustible.
- Barcos que usan algún elemento radiactivo como combustible.

### **9.1 Barcos para el transporte de Hidrógeno.**

Dadas las normas anticontaminación que se están llevando a cabo en muchos lugares del mundo, los medios de transporte que usan hidrocarburos van a tener que ir cambiando de combustible. Por el momento se ha empezado con la electrificación de los medios por carretera en mayor medida, el medio marino y aéreo tardará más en electrificarse o directamente no lo harán y usarán otros combustibles limpios que podamos descubrir en un futuro, ahí es donde entra el hidrógeno, que necesita más innovación, sobre todo en el método de obtención. Dado el auge del hidrógeno se están creando barcos especializados en su transporte ya que se creará en unas zonas y se transportará a los lugares donde se necesite.





Ilustración 41. The Suiso Frontier.

[41]

hidrógeno como combustible alternativo y de cero emisiones, el buque ha sido fabricado por Kawasaki, aunque en realidad es una alianza de varias empresas japonesas, este barco lleva el nombre de “The Suiso Frontier” y unirá la costa sur de Australia, donde se producirá el hidrógeno, hasta Kobe en Japón. Se trata de un barco de 116m de eslora, contará con un depósito capaz de almacenar 1250 m<sup>3</sup> de hidrógeno, como ya se ha mencionado será líquido, por lo que estará a gran presión y enfriado a -253°C, la particularidad es que el barco está propulsado por motores diésel, ya que es la única manera de poder recorrer los 9000 km que separan los puntos, hasta que avance la tecnología de hidrógeno como combustible.

Con el tiempo y si funciona bien, se verá como muchos países o empresas se lanzarán a construir barcos de este tipo por todo el mundo, lo harán porque hará falta una gran cantidad de hidrógeno, una gran producción y que se haga al mínimo coste posible. (EcoInventos, 2020)

El porqué del hidrógeno, es muy sencillo, viendo su poder calorífico, aumenta y mucho el poder de los combustibles que se usan hoy en día, gasolina, diésel o gas.

El Hidrogeno cuenta con 120 MJ/Kg, LNG con 48 MJ/Kg, la Gasolina con 43 MJ/Kg y por último el Diésel con 42 MJ/Kg, con estos número podemos ver que el hidrógeno es unas 4 veces superior a la Gasolina y el Diésel y unas 3,5 veces superior al LNG por lo tanto obtenemos mucho más de 1Kg de hidrógeno que de 1Kg de gasolina por ejemplo, a eso habría que añadirle las pérdidas que tiene un motor de combustión, sobre todo en calor, que apenas se aprovecha el 40% del combustible, por lo que más gana el hidrógeno que

las pérdidas son menores, y cuanto más se avance menos pérdidas y más sencillo será producir, almacenar y usar el hidrógeno.

El hidrógeno se puede usar de dos maneras, con la pila de combustible, en la cual se produce la electricidad que podemos usar o almacenar, y en motores de combustión interna que queman el hidrógeno como si de un hidrocarburo se tratara, ahora mismo hay empresas automovilistas que están investigando esto último, para así poder seguir fabricando los vehículos de la misma manera que hasta ahora, pero quemando hidrógeno en el motor, esto ya se usa actualmente, los cohetes para poder escapar de la gravedad de la tierra y salir al espacio queman hidrógeno. El otro método, la pila de combustible, se compone de muchas celdas y cada una tiene una serie de membranas en su interior, por un lado, se introduce el hidrógeno y por el otro aire, en su interior el hidrógeno se combina con el oxígeno formando agua, durante ese proceso libera electrones que son los que se captan y se usan o almacenan. Uno de los puntos críticos del hidrógeno es el almacenamiento, dado que contamos con la molécula más pequeña que existe hasta el momento y es capaz de escaparse por cualquier sitio, estos depósitos están fabricados con un polímero reforzado, con fibra de carbono en el interior de un armazón fabricado en aluminio. Otra de las particularidades es que hay que almacenarlo a una presión de 700 bares, a pesar de todo esto, el almacenamiento está relativamente controlado, ya hay desde hace varios años vehículos de hidrógeno circulando sin ningún problema, se sigue estudiando, pero ahora se centran más en la producción de hidrógeno para que sea más económico y sencillo.

(Centro Nacional del Hidrogeno, 2021)

## 9.2 Barcos que usan hidrógeno como combustible.

El hidrógeno es el primer elemento de la tabla periódica, es el elemento químico más ligero que hay, por eso en condiciones normales se encuentra en estado gaseoso, es un gas inflamable, que es la particularidad que se busca para poder hacer una combustión.

En la tierra es muy abundante, pero no se encuentra solo, está asociado a un átomo de oxígeno, formando agua, o al carbono formando hidrocarburos, gracias a estos últimos llevamos años obteniendo hidrógeno, gracias a la separación de este del gas, no es la mejor manera de obtenerlo, pero mientras avanza la investigación para obtenerlo del agua, es la mejor que hay.

Se podría decir que el hidrógeno es un vector energético del cual se obtiene energía, no se puede obtener de la naturaleza, sino que hay que “fabricarlo”, tampoco se trata de una fabricación como definición de la palabra, sino que se le obliga a separarse de la molécula a la que está unido, para luego en una pila de hidrógeno volver a unirlos y que se produzca electricidad, gracias a la unión con una molécula de oxígeno, por lo que se obtiene electricidad que se usa o almacena en una batería por un lado y H<sub>2</sub>O por otro.



Ilustración 42. Energy Observer.  
[\[42\]](#)

Actualmente no hay barcos mercantes que usen hidrógeno como combustible, pero si hay proyectos para corto o muy corto plazo construir estos barcos, actualmente lo que hay son barcos recreativos como el de la foto (ilustración 42), que usan distintas energías para propulsarse, pero la básica es el hidrógeno debido a las posibles intermitencias que pueda tener tanto el sol como el viento.

### 9.3 Barcos que usan algún elemento radiactivo como combustible.

Este tema es muy controvertido, en la actualidad hay opiniones en contra y a favor sobre este tipo de energía, pero es verdad que puede ser una gran aliada en el futuro si queremos abandonar los combustibles fósiles.

En este sector existe una agencia internacional que controla todo esto, se trata de **IAEA**, (*Internacional Atomic Energy Agency*), en español sería el **OIEA**, (**O**rganismo **I**nternacional de la **E**nergía **A**tómica), hablando un poco de su historia, se creó en 1957 como respuesta a los temores y expectativas de la tecnología nuclear. El organismo está creado dentro del sistema de las Naciones Unidas y posee oficinas por todo el mundo, cuenta con laboratorios especializados en tecnología nuclear en Viena, Seibersdorf en Austria y en Mónaco.

(IAEA, 2021)

La energía nuclear se comenzó a utilizar en la década de 1950, aunque poco, se ha usado y se usa, mucho más en el sector militar, pero a lo largo de la historia hemos tenido algún barco mercante nuclear, se desmantelaron



pronto o no funcionaron, pero todavía hay uno que sigue en activo, se trata del barco mercante y además rompehielos ruso Sevmorput, construido en 1988 y con 260m de eslora y 32m de manga. Hoy en día se ha

Ilustración 43. Sevmorput.

[43]

avanzado mucho en esta tecnología y tenemos el ejemplo de los rompehielos rusos en el ártico, que han demostrado ser factibles dado las dificultades de recarga de combustible en esa zona del planeta, hay un rumor creciente en internet que se plantea la vuelta de los buques mercantes civiles nucleares, dado el avance que se ha tenido en esta tecnología, se comenta que se puede construir el barco con el

reactor ya preparado para funcionar ininterrumpidamente durante unos 40 años, que es la vida media que suelen tener los barcos. Así cuando se le acabe la vida al reactor se desguaza, de esta manera, se puede dejar de usar combustibles fósiles en los barcos y a su vez se podría abaratar los costes, porque ese barco no tiene que repostar nada a lo largo de su vida, ya que el combustible es la partida monetaria más importante de un barco, viendo todo esto, me entró la curiosidad de indagar para buscar algún artículo de alguna empresa que tenga en mente esto.

Desde 2009 ya se empezó a plantear desde una gran naviera china llamada Cosco, para que los grandes portacontenedores que se construirían en un futuro ya funcionaran con energía nuclear. Posteriormente, otras empresas también lo han planteado, incluso la propia Lloyd's Register se ha embarcado en unos estudios con otras empresas para investigar la utilidad de estos pequeños reactores modulares para barcos comerciales. Ya este mismo año 2021 se está sugiriendo para la propulsión marina los reactores de sales fundidas gracias a que funcionan prácticamente a presión ambiental y usan combustible poco enriquecido. Hace unos meses, en junio, la propia Samsung Heavy Industries anunciaba que se asociará con el instituto de Investigación de Energía Atómica de Corea, para desarrollar estos mismos reactores de sal fundida para propulsar barcos. Con las nuevas medidas anticontaminación que han entrado en vigor y las que vendrán estos siguientes años, la energía nuclear se coloca en una buena posición para sustituir a los hidrocarburos, también se espera la llegada del hidrógeno por lo que en un futuro podríamos tener la gran mayoría de la flota mundial funcionando con nuclear e hidrógeno.

(World Nuclear, 2021)



Ilustración 44. Reactor Nuclear Flotante.

[44]

Otro camino que están tomando juntos la energía nuclear y los barcos, son distintos proyectos que hay para en un futuro, no muy lejano, montar reactores nucleares en los barcos, de esa manera se podrá llevar electricidad barata a cualquier parte del mundo con acceso al mar o río navegable. Se trata de la compañía Seaborg Technologies, la impulsora de esta idea, con sede en Dinamarca; fue fundada en 2014, la idea se compone de varios tamaños desde los 200 MW hasta los 800MW el más grande, planean que el primer barco puede comenzar a funcionar en el 2025. Van a usar la tecnología del reactor de sal fundida, es muy diferente a la nuclear convencional, su principal ventaja es que no puede fundirse ni explotar, no libera gases radiactivos y no se puede usar para armas nucleares.

(SeaBorg Technologies, 2020)

## **10. CONCLUSIÓN.**

Este trabajo ha sido todo un reto, se quería tratar un tema interesante, de actualidad, de futuro y con el cual también aprender.

Se ha definido lo que es una mercancía peligrosa, estas son sustancias que pueden causar daños a los seres humanos, animales o el entorno. También las distintas clases en las que se dividen en función de sus riesgos.

Se ha buscado información sobre la normativa actual del transporte de mercancías peligrosas tanto por el mar, que es la que más interesa en este trabajo, como del transporte por tierra y aire. Se concluye que el transporte de MMPP está debidamente regulado a nivel internacional.

Respecto a su transporte, se ha comprobado que este tipo de mercancías se llevan en buques especializados, pero también se pueden llevar en otro tipo de barcos no especializados, como los ro-pax.

Se han aplicado los conocimientos anteriores a la experiencia adquirida durante los meses de embarque en un buque no especializado pero que puede transportar este tipo de mercancías.

Por último, se ha hablado del futuro que le espera al transporte de mercancías peligrosas, gracias al añadido del hidrógeno y el planteamiento que hay del retorno a la energía nuclear en buques civiles.

## BIBLIOGRAFIA

- Centro Nacional del Hidrogeno.* (2021). Recuperado el Julio de 2021, de <https://www.cnh2.es/el-hidrogeno/#tab-id-5>
- EcoInventos.* (Marzo de 2020). Recuperado el Julio de 2021, de <https://ecoinventos.com/primer-buque-transporte-hidrogeno-liquido/>
- Guía Mercancías Peligrosas.* (2013). Recuperado el Marzo de 2021, de <http://www.myonu.com/documentos/Guia-Mercancias-Peligrosas.2013.ACONSENA.pdf.pdf>
- IAEA.* (2021). Recuperado el Julio de 2021, de <https://www.iaea.org/es>
- IATA.* (2021). *IATA.* Recuperado el Junio de 2021, de <https://www.iata.org/>
- Ministerio de Asuntos Exteriores, U. E. (13 de Abril de 2021). *Boletín Oficial del estado.* Recuperado el Mayo de 2021, de <https://www.boe.es/boe/dias/2021/04/13/pdfs/BOE-A-2021-5779.pdf>
- OACI.* (2021). Recuperado el Junio de 2021, de <https://www.icao.int/Pages/default.aspx>
- OMI.* (2020). *OMI.* Recuperado el Julio de 2021, de <https://www.imo.org/es/OurWork/Environment/Paginas/IBCCode.aspx>
- Rios del Planeta.* (16 de Enero de 2020). Recuperado el Junio de 2021, de <https://riosdelplaneta.com/rio-rin/>
- SeaBorg Technologies.* (17 de Diciembre de 2020). Recuperado el Julio de 2021, de <https://www.seaborg.co/press-release-dec-2020>
- Souttulo, R. G. (2020). *Ingeniero Marino.* Recuperado el Julio de 2021, de <https://ingenieromarino.com/tipos-de-tanques-en-buques-gaseros-sistemas-de-contencion/#5-Bibiografia>
- World Nuclear.* (Junio de 2021). Recuperado el Julio de 2021, de <https://world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/transport/nuclear-powered-ships.aspx>



## REFERENCIAS DE ILUSTRACIONES

- 1 [https://es.wikipedia.org/wiki/Mercanc%C3%ADas\\_peligrosas#/media/Archivo:Dangclass1.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Mercanc%C3%ADas_peligrosas#/media/Archivo:Dangclass1.svg)
- 2 <https://www.cabeza.com/wp-content/uploads/2019/08/clase-1-1024x378.jpg>
- 3 [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d8/Dangclass2\\_1.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d8/Dangclass2_1.png)
- 4 [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/Dangclass2\\_2.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/Dangclass2_2.png)
- 5 [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cc/Dangclass2\\_3.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cc/Dangclass2_3.png)
- 6 <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Dangclass3.png>
- 7 [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Dangclass4\\_1.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Dangclass4_1.png)
- 8 [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Dangclass4\\_2.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Dangclass4_2.png)
- 9 <http://www.mercanciapeligrosa.com/images/Clase%204.3%20contacto%20agua%20desprenden%20gases%20inflamables%20azul-blanco.gif>
- 10 [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/28/ADR\\_5.1.svg/1024px-ADR\\_5.1.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/28/ADR_5.1.svg/1024px-ADR_5.1.svg.png)
- 11 [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/ADR\\_5.2\\_noir.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/ADR_5.2_noir.png)
- 12 [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/Dangclass6\\_1a.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/Dangclass6_1a.png)
- 13 [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Dangclass6\\_2.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Dangclass6_2.png)
- 14 <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Dangclass7.png>
- 15 <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Dangclass8.png>
- 16 <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Dangclass9.png>
- 17 <https://www.easycargo3d.com/wp-content/uploads/2020/08/hmm-algeciras-1.png>
- 18 <https://www.gruasyaparejos.com/wp-content/uploads/2019/01/gruas-de-patio-121.jpg>
- 19 <https://www.vesselfinder.com/images/media/20200527/39215-a416470b8b7cbfb3abe2c80ee712df57.jpg>
- 20 <https://ingenieromarino.com/wp-content/uploads/quimique-av.jpg>
- 21 <http://www.aukevisser.nl/supertankers/12c420580.jpg>
- 22 <http://www.canaryports.es/multimedia/images/1898958.jpg>
- 23 <https://ingenieromarino.com/wp-content/uploads/Gasero.jpg>
- 24 <http://www.canaryports.es/images/showid2/2579879?w=1200&zc=4>
- 25 <http://www.spanishports.es/images/showid2/1841099?w=1200&zc=4>
- 26 Trabajo Propio.
- 27 Cedido por Miembro de la Tripulación.
- 28 Trabajo Propio.
- 29 Trabajo Propio.

- 30 Trabajo Propio.
- 31 Cedido por Miembro de la Tripulación.
- 32 Cedido por Miembro de la Tripulación.
- 33 Trabajo Propio.
- 34 Trabajo Propio.
- 35 Trabajo Propio.
- 36 Cedido por Miembro de la Tripulación.
- 37 Cedido por Miembro de la Tripulación.
- 38 <https://public.gaolos.com/cdn/public/grupread/2017/09/26/extintores-blog-k-thumbnails.jpg-large.jpg>
- 39 <https://contraincendiosbalsamar.com/wp-content/uploads/2018/06/EXTINTORES-POLVO-1024x1024.jpg>
- 40 [https://www.todoneumaticas.es/3728-large\\_default/aro-salvavidas-solas.jpg](https://www.todoneumaticas.es/3728-large_default/aro-salvavidas-solas.jpg)
- 41 <https://cdn.offshorewind.biz/wp-content/uploads/sites/6/2021/03/26083532/LH2-carrier.png>
- 42 <https://energiasrenovadas.com/wp-content/2018/07/barco-hidrogeno.jpg>
- 43 <https://vadebarcos.files.wordpress.com/2020/12/s-01.jpg>
- 44 <https://ecoinventos.com/wp-content/uploads/2021/06/Seaborg-2.jpg>